Revista de Marina

Año III Enero y Febrero de 1918 No. 1

ESTADO MAYOR GENERAL DE MARINA BIBLIOTECA

9-89

La Importancia del Poder Naval

Premiado en el Concurso de Diciembre de 1917

Por el Teniente 2º
Dn. Manuel F. Jiménez.

Introducción

Los acontecimientos que vienen desarrollándose desde hace más de tres años, con motivo de la actual conflagración universal prueban, una vez más, de manera muy elocuente, la gran importancia del poder naval.

Al mismo tiempo muestran bien claro, la atención tan preferente que a dicho problema han dedicado siempre casi todas las naciones del mundo, perfectamente conscientes del verdadero rol que toca desempeñar a la marina de guerra, en caso de un conflicto armado.

Es evidente que nada tiene más fuerza, que los hechos mismos. Ellos se han encargado en todo tiempo, de aclarar más la orientación de las verdaderas teorías y doctrinas sobre las que debe reposar la preparación para la guerra, pues han constituído siempre las mejores lecciones para el futuro.

Y teniendo en consideración las diversas circunstancias en que se han producido, han servido de base para es-

tablecer las modificaciones consiguientes, en concordancia con la evolución y perfeccionamiento de los elementos de combate.

Tratándose de nosotros, destruída la fuerza marítima del Perú en la guerra de 1879, su reconstitución comenzó a operarse tardía y lentamente, siendo luego obstaculizada y detenida por causas demasiado conocidas.

Independientemente de esto, haremos notar que existen muchas personas que inspiradas en conceptos bastante erróneos y desconociendo el verdadero valor de la eficacia del armamento naval, se obstinan en no querer considerarlo como cosa de vital importancia para nuestro país.

El presente artículo está, pues, escrito con el fin de que, tratando de poner de manifiesto la importancia del poder naval, se pueda deducir de ello la necesidad que existe para el Perú de dar mayor impulso al desarrollo de su poder en el mar.

Las dolorosas consecuencias de la última guerra nacional, y que aún continúa expiando resignadamente el país, han constituído siempre por sí, la mejor y más clara advertencia sobre la necesidad imperiosa de llevar a cabo la obra de nuestro resurgimiento marítimo, en la medida más eficaz para vivir a cubierto de cualquiera nueva asechanza o agresión, o poder afrontarla con ventaja si llegara el caso.

Desgraciadamente, como el recuerdo de los fracasos e imprevisiones de aquella época, que condujeron por grados sucesivos a la derrota final ha sido lastimosamente adormecido por el trascurso de los años y las preocupaciones urgentes de carácter interno (que junto con otras causas retardaron de manera visible el libre desarrollo y engrandecimiento de este pueblo), gran parte de la opinión pública se ha acostumbrado a mirar como cosa secundaria la cuestión importantísima de nuestra defensa marítima en armonía con nuestros más sagrados intereses y derechos.

Disminuído, pues, poco a poco el interés por la marina, es indispensable acrecentarlo tratando de unificar el pensamiento público, en el sentido de abrigar la firme con-

vicción sobre la importancia que tiene para nosotros el mejorar y ampliar nuestro poder naval y trabajar para conseguirlo.

En consecuencia, impulsado por aquel deseo, quisiera lograr que el grano de arena con que ahora contribuyo mereciera juntarse con todo aquello que, siendo de mayor valer, va encaminado a que penetrada la conciencia nacional de una sólida orientación en tal sentido, para llevarla a efecto, cooperen todos activa y patrióticamente al desarrollo y progreso del país en general, del que es consecuencia lógica e inmediata el engrandecimiento de su poderío militar.

Para demostrar lo que nos hemos propuesto, nos basaremos en los hechos que registra la historia; puesto que ella constituye la fuente más fecunda en enseñanzas.

Pero antes de apoyarnos en ellas, y antes de establecer y referirnos a las consecuencias derivadas del resultado de algunas de las batallas navales acaecidas en la presente guerra, que citamos para nuestro objeto, recordaremos su desarrollo e intentaremos hacer ligeras apreciaciones de carácter técnico sobre las mismas.

I

COMBATE NAVAL DE LAS COSTAS DE CHILE.—Como se recordará, este combate, conocido también con el nombre de Combate de Coronel, tuvo lugar al anochecer del 1º. de Noviembre de 1914 y con un fuerte temporal, entre la escuadra alemana compuesta de los cruceros acorazados "Scharnhorst" y "Gneisenau" y los cruceros "Dresden" y "Nürnberg" al mando del almirante von Spee; y la escuadra inglesa compuesta de los cruceros acorazados "Good Hope" y "Monmouth", el crucero "Glasgow" y el crucero auxiliar "Otranto" (que no tomó parte en el combate) al mando del almirante Cradock.

La batalla comenzó a 6 y 40 p. m. Terminó a 7 y 30 p. m., y su resultado fué el hundimiento de los dos gran-

des cruceros ingleses. El "Otranto" que era un mercante armado escapó al romperse el fuego. En cuanto al "Glasgow" también escapó averiado a 7 y 30 p. m.

El croquis que reproducimos, muestra las posiciones aproximadas de las escuadras durante el combate.

Hagamos un pequeño balance de las fuerzas en ac-



ción. No mencionaremos los tubos lanzatorpedos, porque éstos no llegaron a utilizarse principalmente por el estado del tiempo que no lo permitía, y después, porque muy raras veces, llegará a hacer uso de ellos un buque de distinto tipo y rol que los torpederos y contratorpederos.

Tampoco señalamos el espesor de las corazas respectivas que sensiblemente era el mismo en buques de igual tipo.

Así, pues, tenemos que, por una parte lucharon:

			Armamento principal			Velocidad
Alemanes	"Scharnhorst"	11420 tons.	8 cñes.		de 8".2	22'.5
			6	„	de 6"	
	"Gneisenau"	11420 tons.	8	„	de 8".2	23'.8
			6	„	de 6"	
	"Dresden"	3544 tons.	12	„	de 4"	27'
	"Nürnberg"	3396 tons.	10	„	de 4"	23'.5

Contra

Ingleses	"Good Hope"	14100 tons.	2	„	de 9".2	23'.5
			16	„	de 6"	
	"Monmouth"	9800 tons.	14	„	de 6"	22'.6
	"Glasgow"	4800 tons.	2	„	de 6"	
			10	„	de 4"	25'.8

Vemos que la escuadra alemana estaba representada por un desplazamiento total de: 29780 toneladas, con un poder de 16 cañones de 8".2; 12 de 6"; y 22 de 4"; frente a la inglesa que tenía: 28700 toneladas de deplazamiento con un poder de 2 cañones de 9".2; 32 de 6" y 10 de 4".

Mientras los alemanes tenían 14 cañones de calibre superior a 6" y 12 de 4" más que los ingleses, en cambio éstos tenían sobre aquellos un exceso de 20 en los cañones de 6".

Y si bien la variación en el alcance de los cañones está en proporción directa con el aumento en el calibre, lo que influye en cierto modo sobre la distancia inicial de combate, esta ventaja está desde luego también en relación con la clase de buques que se baten; y además según las circunstancias, solo puede aprovecharse de ella dentro de ciertos límites.

En compensación, con los cañones de menor calibre puede obtenerse mayor rapidez de tiro; y por esta razón los ingleses llegarían a tener cierta superioridad de fuego sobre sus contrarios a la distancia media de combate, so-

bre todo teniendo en cuenta, que prácticamente, ambos adversarios podían utilizar el mismo número de piezas.

Respecto a la velocidad, también puede decirse que era prácticamente la misma en ambos.

Veamos ahora rápidamente las incidencias técnicas de la batalla.

Próximamente a 6 p. m. se avistaron ambas escuadras. La inglesa en línea de fila, navegaba con rumbo al S. La alemana hacía el mismo rumbo, a siete millas hácia el E.

La situación estratégica de la escuadra alemana era la que mejor correspondía a su posición en el mar; puesto que teniendo al enemigo por el costado de estribor, la flota inglesa destacaba más sus buques sobre el horizonte(1); y en todo caso, la primera impedía que éstos pudieran ganar las costas.

A 6 y 40 p. m. la escuadra alemana abrió el fuego a unas 10000 yardas de distancia. Una vez iniciada la acción, los ingleses no hubieran podido modificar favorablemente su posición respecto al enemigo, sino tratando de efectuar un movimiento envolvente, si hubieran tenido un exceso suficiente de velocidad, y si el estado del mar se hubiese prestado a semejantes evoluciones.

A 7 p. m. la escuadra inglesa rompió el fuego estrechándose las distancias hasta 4500 yardas.

Combatiéndose a esta distancia y en el intervalo de 7 a 7 15 p. m. el "Monmouth" quedó fuera de combate, habiéndo caído al S. E.

Momentos después, fué puesto fuera de combate el "Good Hope" que ardiendo, cayó al S. E. tambien.

El "Glasgow" favorecido por la noche, y por su andar escapó averiado hacia el S. W. a 7. 30 p. m.

Por causas desconocidas, puesto que el Almirantazgo Inglés manifestó su extrañeza al respecto, no se unió oportunamente a la escuadra del almirante Cradock, el acorazado "Canopus" enviado con dicho objeto al Pacífico.

Es indudable que si se hubiera realizado con oportu-

(1) *Nota—Por razón de las posiciones con respecto al Sol.*

nidad esta concentración de las fuerzas inglesas,habríanse encontrado en condiciones bien diferentes frente a la escuadra alemana; pues el refuerzo aportado por dicho buque consistía en 4 cañones de 12" y 12 de 6" de su armamento principal.

En cuanto a las formaciones adoptadas, por la inspección del croquis, se advierte que al avistarse las escuadras, la alemana navegaba en línea de frente, pasando en seguida a formar la línea de fila, con los cruceros acorazados a la cabeza. Los ingleses aparecen en línea de fila y con los buques de igual clase también a la cabeza de la línea.

Como se ha dicho, los alemanes hicieron los primeros disparos a 10000 yardas; cosa que les permitían efectuar el mayor alcance de sus cañones y las condiciones atmosféricas más favorables a ellos; en tanto que los ingleses sólo rompieron el fuego a 7 p. m., para utilizar mejor su artillería, cuando las distancias se habían reducido en virtud de las rutas convergentes que seguían las escuadras a partir de 6. y 40 p. m.

No siendo bueno, en general, realizar el combate a gran distancia, principalmente por la dificultad que hay para reglar el tiro entonces; y como para batirse realmente es preciso hacerlo a distancia eficaz, en el presente caso, por las circunstancias en que el combate se desarrollaba, en interés de ambos adversarios estaba, pues, el reducirla.

Sin duda, el almirante alemán logró realizar el tal empeño en mejores condiciones que su contrario, tratando de destruír en parte la simetría de las posiciones iniciales; lo que debía por lo tanto darle una primera ventaja, que llegó a acentuarse de manera definitiva, una vez comprobada la superioridad en la precisión del tiro de sus buques, como lo probó el resultado de la batalla.

Por otra parte, vemos que sobre el "Monmouth" (segundo buque de la línea) fué que primero concentraron sus fuegos los alemanes. Su superioridad debida, en

parte, a las posiciones relativas de las escuadras, les ofreció la ventaja de hacer caer hacia ellos a dicho buque, después de averiado, destruyendo así la cohesión de las unidades enemigas y con ella el orden de batalla.

Por idénticas causas, el "Good Hope" cayó hácia ellos a 7 y 30 p. m.

Es de notar el papel tan importante que jugó la artillería en este combate; y hay que tener en cuenta, sobre todo, cuánto influye la buena preparación del personal.

Debido a esto, y al discernimiento claro del almirante alemán, que supo aprovechar perfectamente de todas las circunstancias, es que obteniendo el mayor rendimiento útil del material y personal a su cargo, llevó a cabo la destrucción del enemigo, único objeto que debe perseguirse en el combate.

Queda manifestada una vez más, la influencia de la velocidad y radio de acción como cualidades estratégicas, y la importancia de la homogeneidad en la composición de las escuadras.

Asimismo hay que reconocer la importancia que tiene el verificar la unión de las fuerzas antes de la lucha; y en otro párrafo hemos indicado el beneficio que habría resultado de esto para los ingleses.

Este combate está especialmente caracterizado por la equivalencia entre las fuerzas, y la energía desplegada por ambos combatientes, no obstante las difíciles circunstancias en que se llevó a cabo.

Las consecuencias inmediatas, fueron, como se sabe, que destruída la escuadra inglesa del Pacífico, el comercio marítimo de los aliados—ya hostilizado desde la declaratoria de guerra—continuaba siendo estorbado por las fuerzas navales de Alemania en estas aguas.

Con el fin de hacer desaparecer o disminuír el peligro a que dicho comercio estaba expuesto en los mares de América, Inglaterra envió otra escuadra, destinada a destruír el poderío marítimo alemán, y tuvo entonces lugar la batalla que examinaremos en seguida.

II

BATALLA DE LAS MALVINAS.—Esta batalla presta, acaso, un interés en cierto modo diferente, desde el punto de vista de la desproporción de las fuerzas.

Efectivamente, en el combate de Coronel, las fuerzas estaban sensiblemente equilibradas; mientras que en el de las islas Malvinas, la flota inglesa tenía una decidida superioridad sobre la alemana, tanto por el número de buques, cuanto por la clase de ellos; pues formaban parte de la primera, los grandes cruceros de combate "Invincible" e "Inflexible" de 17250 toneladas de desplazamiento cada uno; y armados cada uno tambien, con 8 cañones de 12" y 16 de 4", y con más de 26 millas de velocidad.

Por lo tanto, estando, pues, todas las ventajas de parte de los ingleses el resultado no podía ser dudoso.

Este combate se realizó el 8 de Diciembre de 1914 entre la escuadra inglesa compuesta de los siguientes buques: "Invincible", "Inflexible", "Carnarvon", "Glasgow", "Kent", "Cornwall", "Bristol", "Macedonia" y "Canopus" al mando del almirante Sturdee; y la alemana compuesta de las unidades siguientes: "Scharnhorst", "Dresden", Gneisenau", "Nürnberg" "Leipzig" y dos trasportes, al mando del almirante von Spee.

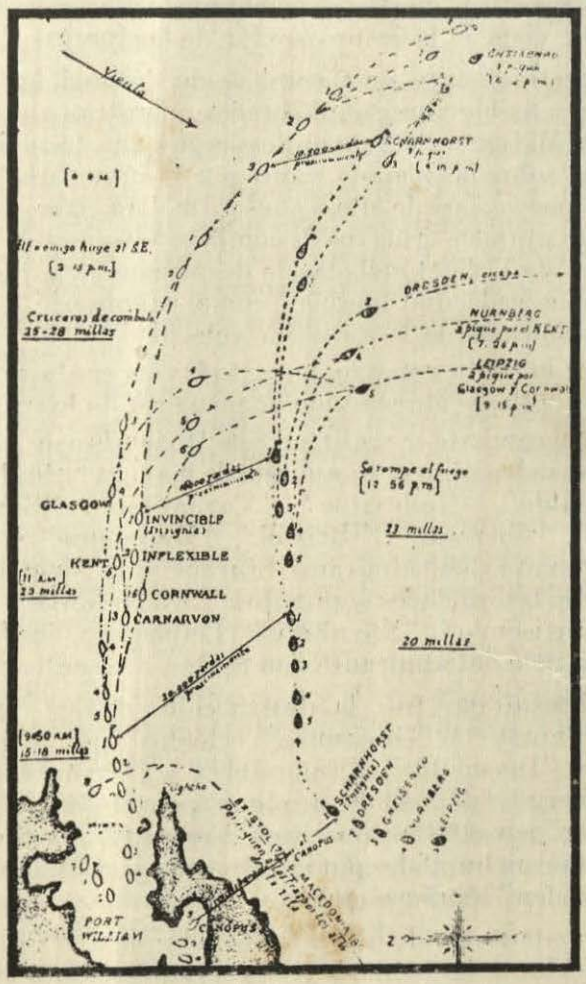
Su resultado fué la destrucción de los cruceros "Scharnhorst" y "Gneisenau", echados a pique por los cruceros "Invincible", "Inflexible" y "Carnarvon". El "Nürnberg" fué echado a pique por el "Kent", y el "Leipzig", por el "Glasgow" y el "Cornwall". Los dos trasportes fueron hundidos por el "Bristol" y el "Macedonia". El "Dresden" logró escapar.

En cuanto a este último, sabemos que fué volado por su dotación en la bahía de Cumberland (Juan Fernández) al verse atacado por el "Kent", el "Glasgow" y el crucero auxiliar "Orama", el 14 de Marzo de 1915.

Para señalar las horas de los diversos incidentes, nos referiremos al parte del almirante inglés.

Por él se advierte que a 8 a. m. fué avistada la escuadra alemana, teniendo la inglesa la situación siguiente:

"Macedonia", fondeado en servicio de descubierta.



"Kent", (buque de guardia) fondeado en Port William.

"Glasgow" y "Bristol" en Port Stanley.

Los restantes, fondeados segun indica el croquis que adjuntamos.

A 9 y 20 a. m. el "Canopus" rompió el fuego por encima de las tierras a 11000 yardas.

Del citado parte extractamos:

"A 9 y 45 a. m. toda la escuadra menos el "Bristol", salió del puerto formada en el órden siguiente: "Carnarvon", Inflexible", "Invincible" y "Cornwall". Al montar el faro de cabo Pembroke, se veían claramente al SE. los cinco buques enemigos. La visibilidad llegaba a su máximun y la mar estaba en calma, con sol brillante, cielo claro y ligera brisa del SW.

"A 10 y 20 se hicieron señales para emprender una caza general. Los cruceros de combate pasaron rápidamente a vanguardia del "Carnarvon" y rebasaron al "Kent".

Al "Glasgow" se le ordenó que se mantuviera a dos millas del "Invincible"; y el "Inflexible" se colocó por la aleta de estribor del buque insignia.

"A 12 y 55 p. m. el"Inflexible" abrió el fuego,con su torre de proa, contra el buque que demoraba mas a su derecha y que era un crucero pequeño; pocos minutos después, el "Invincible" lo rompía también contra el mismo buque".

Vemos primeramente que, aparte de la superioridad en el número y en el armamento, la escuadra inglesa tenía la ventaja de la mejor posición estratégica, pues se encontraba cerca de su base en el momento de la batalla.

Examinemos el desarrollo de la lucha.

En el parte del almirante Sturdee, se nota la hora y forma en que comenzó la acción; apareciendo otra vez, como formación táctica para ambas escuadras, la línea de fila con los buques de mayor poder a la cabeza [línea de fila órden natural].

Como consecuencia natural de la desproporción entre las dos escuadras, tenía que producirse, forzosamente, la dispersión de las fuerzas alemanas; y por consiguiente la batalla se constituyó en una caza general desde el principio.

A la 1 y 20 p. m. el "Leipzig" [punto mas débil de la línea alemana], seriamente amenazado por los fuegos concentrados del "Inflexible" y del "Invincible", efectuados a distancia de 15000 yardas, gobernó hacia afuera, en compañía del "Nürnberg" y el "Dresden", arrumbando hacia el SW.

Se ha creído, según hemos oído, que esta maniobra de los alemanes, tenía como objetivo distraer una gran parte de las fuerzas contrarias y buscar así una situación relativa de equilibrio.

Pero en realidad, generalmente, cuando una escuadra se encuentra en una situación comprometida, por una lucha desventajosa, tratará de escapar; y no pudiendo conservar su cohesión, sus fuerzas se dispersarán.

Por esta razón, a partir de entónces, el "Invincible", el "Inflexible" y el "Carnarvon" se dedicaron a la caza de los cruceros acorazados alemanes "Scharnhorst" y "Gneisenau".

Al efectuarse el dislocamiento de las fuerzas enemigas, los ingleses destacaron al "Kent", al "Glasgow" y "Cornwall", para llevar a cabo la persecusión de los pequeños cruceros alemanes; y lo hicieron en forma de interponerse en el claro dejado por dichos buques.

Debido a la superioridad númerica, el almirante Sturdee pudo aprovechar de los buques nombrados, con órdenes precisas para efectuar la caza de los otros tres barcos enemigos, y concentrar él sus esfuerzos con el "Invincible", "Inflexible" y "Carnarvon", sobre las fuerzas principales del adversario.

A 1 y 25 p. m. los alemanes [los dos cruceros acorazados] metiéron a babor por contramarcha con el objeto de estrechar lo más posible las distancias, e hicieron fuego a 1 y 30 p. m.

Por segunda vez--después de haber metido a las 2 y 10 p. m., 10 cuartas a estribor--los alemanes cayeron de nuevo sobre babor con el propósito de acercarse, y contestáron el fuego a 2 y 55 p. m.

En cambio, los ingleses, cuando los alemanes metieron a babor a 1 y 25 p. m., llevaron a cabo un giro simul-

táneo, por efecto del cual la distancia fué aumentando hasta 16450 yardas.

Para ellos era de interés mantener la mayor distancia posible, por la superioridad manifiesta de su armamento; y podían perfectamente modificar la distancia a voluntad, por su mayor velocidad.

Las condiciones del tiempo permitían también ejecutar el tiro a gran distancia; y los ingleses sólo la fueron reduciendo, a medida que disminuía la visibilidad y decaía el fuego de los buques enemigos.

A 2 y 30 p. m. el "Scharnhorst" metió 10 cuartas a estribor, habiendo disminuído mucho la intensidad de su fuego.

En opinión del almirante inglés, esta maniobra: "pareció que tenía por objeto utilizar las piezas de la banda de estribor".

Dicho buque se hundió a 4 y 17 p. m.

En cuanto al "Gneisenau", arrumbó hacia el "Invincible", muy escorado sobre estribor, y después de las 6 se fué a pique.

La caída del "Gneisenau" hacia la línea inglesa, se produjo como consecuencia de la ventaja en las posiciones relativas, así como sucedió con el "Monmouth" y el "Good Hope".

En el parte del almirante Sturdee se observa que a 3 p. m. el "Glasgow" cambiaba los primeros disparos con el "Leipzig" a 12000 yardas, atacándolo con sus cañones de 6", manteniéndose fuera del alcance del "Leipzig", para obligarlo a cambiar de rumbo y permitir al "Kent" y al "Cornwall" participar en la acción.

A 9 p. m. el "Leipzig" dió la vuelta sobre babor y desapareció.

Por su velocidad, el "Kent" logró alcanzar al "Nürnberg" a 5 p. m.; y a 7 y 27 p. m. éste se fué a pique.

Se comprueba nuevamente, el rol principal que toca desempeñar a la artillería en el combate; y se ve cómo emplearon ésta los ingleses, para tratar de extinguir, primeramente el fuego del enemigo; y llevar en seguida a cabo la destrucción de los buques contrarios.

De nuevo se pone en evidencia la ventaja que proporciona el batirse en caza; la influencia de la velocidad; la importancia de la homogeneidad, y tambien la de la masa o superioridad numérica, cuyos efectos han sido señalados.

Se ha visto en el anterior encuentro el interés demostrado por ambas partes para realizar el combate a la menor distancia posible; y si aquí se nota que, al contrario, los ingleses trataban de efectuarlo a distancias mayores, era debido, principalmente, a la superioridad muy notoria de su armamento; y ademas porque por su mayor velocidad, podían imponer la distancia.

Por lo demas, esta batalla muestra un ejemplo del buen empleo táctico de las fuerzas; pues el almirante Sturdee distribuyó al principio las suyas, de manera de atacar con la masa principal, el punto mas débil del enemigo, y lo consiguió maniobrando con orden.

Después, cuando quedó rota la cohesión del adversario, pudo atacar ambas porciones con fuerzas superiores y repartió sus buques sobre dos líneas aproximadamente perpendiculares; destinada la primera a tratar de envolver al cuerpo principal, y la segunda a mantener la división del adversario, tratando de interponerse entre los dos grupos.

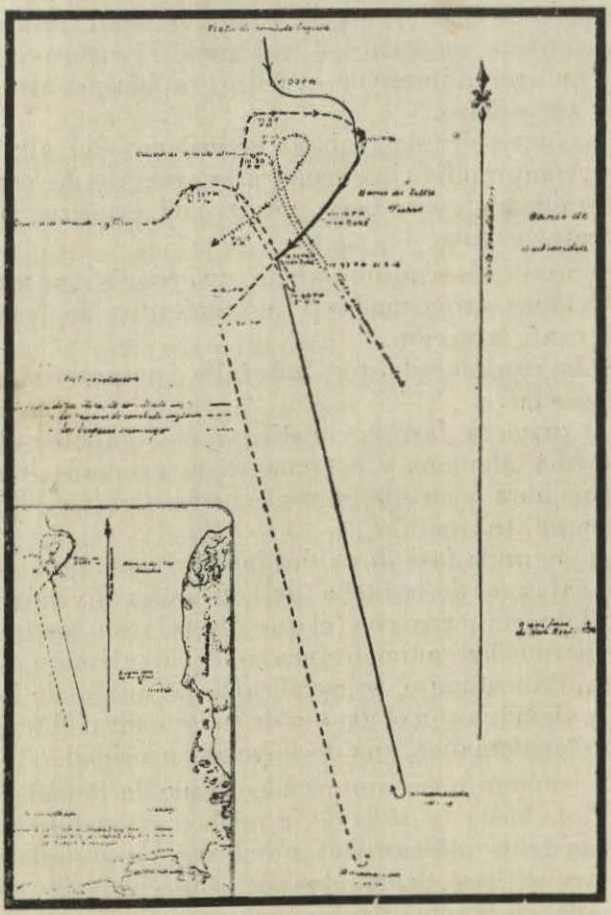
Las consecuencias de esta batalla, fueron que, destruído el poder marítimo de Alemania en América, el comercio de los aliados sería mucho menos hostilizado en lo sucesivo, hasta que dejara de serlo del todo por la desaparición de los corsarios.

III

BATALLA DE JUTLANDIA.—Es la última que citaremos. Sobre ella con mucha razón se ha dicho:

"Las dos potencias más grandes que el mundo ha conocido han luchado en el combate de Skagerrak (nombre dado por los alemanes) utilizando las armas mas perfectas que jamás haya producido la industria humana, con

dotaciones instruídas y entrenadas hasta un punto no soñado en épocas anteriores, e inflamadas por un patriotismo sin precedente. Sólo por estas circunstancias constituiría este combate uno de los acontecimientos navales



mas grandes de la Historia, si no lo fuera por la importancia de las fuerzas que en él han tomado parte y por las cifras que han alcanzado las pérdidas en personal y material".

Como se recordará, el encuentro tuvo lugar el 31 de

Mayo de 1916; y el combate comenzó minutos después de las 3 y 30 p. m. entre los cruceros de combate ingleses al mando del almirante Beatty, y los de igual clase alemanes, a las órdenes del almirante von Hipper.

Según la versión alemana, toda la flota al mando del almirante von Scheer, estaba compuesta por 16 acorazados de combate modernos, 6 antiguos, 5 cruceros de combate y un gran número de cruceros rápidos, contratorpederos y torpederos.

Las fuerzas inglesas, bajo las órdenes del almirante Beatty, comprendían la escuadra de cruceros de combate [ocho unidades], y un buen número de cruceros rápidos y contratorpederos.

Reproducimos aquí también, un croquis que muestra las posiciones aproximadas y movimientos de las escuadras durante la acción.

Se ha considerado que la batalla comprendió cuatro períodos o fases.

La primera fase la constituye el combate entre la vanguardia alemana y la escuadra de cruceros ingleses. Duró una hora y en ella fueron echados a pique el "Queen Mary" y el "Invincible".

La segunda fase duró dos horas y comenzó con la llegada, al lugar de la lucha, de la primera división de la Gran Flota; refuerzo con el que obtuvieron los ingleses una superioridad momentánea sobre los alemanes, pues casi simultáneamente, se verificaba la unión de la vanguardia alemana con el grueso de su escuadra, obteniendo con esto los alemanes, una decisiva superioridad.

La tercera fase comprende desde la llegada de la Gran Flota hasta la caída de la noche; y estando los alemanes en gran inferioridad numérica, emprendieron la retirada a su base, protegidos por la obscuridad y por los ataques de sus fuerzas ligeras.

La cuarta y última fase, abarca el combate entre las fuerzas ligeras de ambas partes; cesando, con la noche, la persecución emprendida por la escuadra inglesa.

Las pérdidas que oficialmente se reconocieron por las dos naciones fueron:

Ingleses:

Cruceros de combate—"Queen Mary"—"Invincible" "Indefatigable".

Cruceros acorazados—"Defence"—"Black Prince"—"Warrior".

Contratorpederos—"Nomad"—"Nestor"—"Shark"—"Tiprerary"— "Turbulent"—" Fortune"—"Sparrow-hawk"—"Ardent".

Alemanes:

Crucero de combate—"Lutzow".

Acorazado—"Pommern".

Cruceros rápidos—"Elbing"—"Wiesbaden".

Cruceros protegidos—"Rostok"—"Frauenlob".

Torpederos, cinco.

El parte del almirante Jellicoe, dá, en cambio, cuenta de las pérdidas alemanas, así:

Dos acorazados tipo dreadnought y un acorazdo tipo "Deutschland". Vistos hundirse.

Un crucero de combate, hundido—El "Lutzow" admitido por los alemanes.

Un acorazado tipo dreadnought y un crucero acorazado vistos tan seriamente averiados, como para que fuera extremadamente dudoso que pudieran llegar a puerto.

Cinco cruceros rápidos, vistos hundirse. Uno de ellos parecía de mayor tipo y pudo haber sido un acorazado.

Seis contratorpederos, vistos hundirse.

Tres „ vistos tan seriamente averiados, como para que fuera extremadamente dudoso que pudieran llegar a puerto.

Un submarino.

Los alemanes, al efectuar su salida, tenían que contar, por razones conocidas, con encontrarse en una situación de cierta superioridad; puesto que una escuadra bloqueada, pudiendo llevar a cabo salidas con la totalidad de sus fuerzas, se encontrará casi siempre, superior al destacamento enemigo que aviste; y teniendo la libertad de escoger la hora, aguardará las circunstancias mas favorables, y podrá tener conocimiento del número y naturaleza

de las fuerzas adversarias, organizadas para el servicio de supervigilancia.

Efectivamente sucedió así en las primeras fases del combate,en cuanto a la superioridad; y se conoce cuán eficaz fué su servicio de información en el curso de la lucha.

Conocidos los partes detallados que referentes a esta acción se han publicado, sólo nos queda recordar los puntos que, en cierto modo, consideramos como mas pertinentes a nuestro objeto.

La posición estratégica de la escuadra alemana era al comienzo la más ventajosa, puesto que se encontraba relativamente cerca de sus bases y del lado de ellas.

A 3 y 30 p. m. la escuadra inglesa, después de haber avistado a la contraria, comenzó a arrumbar mas al S. con el decidido propósito de colocarse entre el adversario y sus bases, lo que fué conseguido.

El combate comenzó a 18500 yardas a 3 y 48 p. m. abriendo el fuego simultáneamente ambas fuerzas, y la escuadra inglesa continuó cayendo mas al S.

Al verificarse la reunión de las escuadras alemanas, a 4 y 42 p. m. y en virtud de la inferioridad en quedó la escuadra inglesa, ésta perdió la ventaja adquirida antes: pues, obligatoriamente, se vió precisada a cambiar de rumbo, virando dieciseis cuartas a estribor, y a continuar con rumbo Norte, con el objeto de conducir a los buques alemanes hacia la flota inglesa de combate. La escuadra alemana viró tambien dieciseis cuartas y continuó la acción.

Las distancias se estrecharon hasta 13000 yardas.

La ventaja aquella, comenzó a ser reconquistada por la escuadra inglesa a partir de 6 p. m. próximamente, hora en que rebasó la vanguardia de la flota contraria, y comenzó a caer gradualmente hacia el E. La distancia disminuyó hasta 12000 yardas.

A 6 y 20 p. m. la 3a. escuadra de cruceros de combate inglesa, apareció por la proa de las fuerzas de Beatty, gobernando al S., en dirección a la vanguardia del enemigo.

Dicha escuadra se colocó a la cabeza de la de Beatty,

y este jefe cayó con sus fuerzas mas al E., para apoyarla. La 3a. escuadra se batía a 8000 yardas.

A 6 p. m., cuando la escuadra inglesa rebasó la línea alemana y comenzó a caer hacia el E., la flota alemana efectuó el mismo movimiento para evitar el ser tomada de enfilada. La cabeza de su línea sufrió duro castigo (Parte del almirante Beatty).

A 6 y 50 p. m. la 3a. escuadra inglesa mencionada prolongó la línea a retaguardia.

De 7 a 7 y 12 p, m., habiéndose recibido informe de que la escuadra principal inglesa navegaba hacia el SW., la de Beattv cayó gradualmente hasta el SW ¼ S., para restablecer el contacto, lo que se realizó a las 7 y 14 p. m. avistándose a 15000 yardas. A 7 y 17 recomenzó el combate y a 7 y 45 p. m. se perdieron de vista los adversarios.

Poco despues de las 8 y 20 p. m., volvió a restablecerse el contacto, en parte, y continuó el combate a 10000 yardas.

A 9 p. m. la escuadra alemana se perdió por completo de vista; y protegida por las sombras de la noche y apoyada eficazmente por sus flotillas de torpederos, se encaminó hacia sus bases.

Los encuentros parciales se sucedieron hasta las 3 y 30 a. m. del 1o. de Junio en que tuvo lugar el último. A 4 a. m. la flota inglesa combatió contra un zepelin.

La 1a. escuadra de combate inglesa entró en acción a 6 y 17 p. m. Las demás escuadras abrieron el fuego a 6 y 30 p. m.

Desde las 6 y 17 hasta las 8 y 20 p. m. se combatió a distancias entre 9000 y 12000 yardas. Los ingleses trataban de estrecharlas, mientras que los alemanes, al contrario, buscaban el alejarse y se cubrían con sus torpederos.

El "Iron Duke" [insignia de la Gran Flota], perteneciente a la 4a. escuadra, después de haber combatido con otros buques enemigos, abrió el fuego a 6 y 30 p. m. contra un acorazado tipo "Koening" a 12000 yardas.

Se observa primeramente, la preocupación constante

de los ingleses para apartar mas a los alemanes de sus bases y cortarles la retirada.

Durante las maniobras realizadas con este objeto, las distancias se estrecharon bastante; lo que en las primeras fases de la lucha proporcionó cierta ventaja a la flota alemana, cuya artillería era, en general, de menor calibre.

Desde que decayó el tiro de ésta, los ingleses tuvieron mas empeño en reducir la distancia; pero los alemanes pudieron evitarlo, debido en parte, a las condiciones atmosféricas, y por el apoyo prestado por sus fuerzas ligeras.

En esta batalla, la precisión del tiro fué muy notable como lo comprueban las pérdidas habidas.

El empleo de las diferentes unidades, fué hecho distribuyendo los cruceros como pantallas protectoras, y a la vez como exploradores para las fuerzas gruesas.

Se les vé formando continuamente por las amuras de la línea de batalla.

En cuanto a los torpederos, ocupaban posiciones mas o menos parecidas; y se les vé entrar activamente en acción, desde las 4 y 15 p. m., en grandes masas, protegiendo constantemente los movimientos de las flotas; y valiéndose, los torpederos alemanes, de un sistema especial para producir, en un momento preciso, gran cantidad de humo, con el fin de dificultar el tiro del enemigo, ocultando a sus buques grandes.

En la guerra ruso-japonesa, los torpederos comenzaban sus ataques solo despues de la terminación del combate de artillería, a la entrada de la noche, y los proseguían durante ella. No fueron utilizados de día, como se ve aquí, en que se nota esa modificación en el empleo de aquellas unidades.

Indudablemente, los torpederos y contratorpederos han desempeñado un papel importantísimo, pues además de proteger los movimientos de las flotas durante la batalla, no sólo cubrieron finalmente la retirada de las fuerzas alemanas, sino que protegieron de modo eficaz a la escuadra inglesa.

Los partes ingleses mencionan la presencia de sub-

marinos enemigos en las primeras fases del combate; pero parece comprobado que no pudieron tomar parte activa en la lucha, tanto por la protección eficaz de los contratorpederos, cuanto por su poca velocidad para mantenerse en posición ventajosa; pues el almirante Beatty dice que a 4 y 8 p. m. fueron avistados varios periscopios, cuando la escuadra inglesa navegaba ya a 25 millas de velocidad.

Los importantes servicios prestados por el hidroavión destacado del "Engadine" (inglés); y las observaciones hechas por la flota aérea alemana, muestran la valiosa cooperación de esta arma, que fué utilizada en el servicio de exploración, recogiendo observaciones de notable valor.

Al notarse una vez más la gran influencia de la artillería como elemento principal de combate, se comprende cuánto debe importar la buena preparación del personal.

Asimismo, se apreciará la importancia de la homogeneidad y la de la velocidad, pues se ha visto como supo utilizar su mayor velocidad el almirante Beatty para hacer valer más su fuerza y conquistar la posición más ventajosa respecto al enemigo. Su maniobra envolvente contra la escuadra alemana, lo prueba bien.

Por último, se vuelve a poner en evidencia la importancia de la masa o superioridad numérica, que primero estuvo en favor de los alemanes, induciendo a Beatty a cambiar de rumbo; y después, se decidió en favor de los ingleses, obligando a los alemanes a emprender la retirada a sus bases.

Entre enemigos igualmente valerosos, hábiles y bien preparados, la lucha tenía que ser feroz; y por eso, en esta batalla, resalta también la energía y tenacidad desplegada por ambos combatientes.

Antes de establecer las consecuencias de esta batalla, nos vemos obligados a detenernos sobre un punto que ha sido muy discutido y que aún hoy es materia de controversia entre el público extraño a las cosas militares: a quién perteneció la victoria.

Los que simpatizan con la causa de los aliados, sostienen que los ingleses obtuvieron la victoria, por cuanto la

persecución efectuada por su escuadra, obligó a la alemana a refugiarse en sus bases, continuando, por lo tanto, en poder de la Gran Bretaña, el dominio casi completo de los mares.

En cambio, los que simpatizan con Alemania, le atribuyen la victoria, fundándose única y exclusivamente en el menor número de pérdidas experimentadas por la flota de esta nacionalidad.

Nuestra modesta opinión está, en principio, de acuerdo con la de los primeros: la victoria le perteneció a la escuadra inglesa.

Fundamos nuestro juicio en las razones siguientes:

Por la importancia de las pérdidas durante el combate, no puede sentarse como principio absoluto, que aquel de los adversarios que las sufra menores será el vencedor.

Decimos ésto, porque si recordamos la guerra ruso-japonesa—tan llena de enseñanzas—encontramos que en la batalla del 10 de Agosto de 1904, la escuadra japonesa no sólo no logró *hundir a ninguno* de los buques rusos, sino que tuvo en su personal *más bajas* y los buques japoneses fueron *más averiados*. Sin embargo, no por eso, el almirante Togo fué menos vencedor: después de la batalla, se produjo la dispersión definitiva y luego la destrucción completa de la escuadra de Puerto Arturo, efectuada en su totalidad por los mismos rusos.

Togo no obstante las circunstancias señaladas, había conquistado el imperio del mar; y su conquista se hizo definitiva después de la batalla de Tsushima.

Hemos oído argüir también, que puesto que la escuadra alemana logró regresar a sus bases, le correspondía por este único hecho la victoria.

En contraposición con ésto, mencionaremos sólo dos ejemplos recientes y de naturaleza semejante, que la historia misma nos ofrece y prueban que las cosas deben juzgarse de manera diferente.

De 18 buques que tomaron parte en la mencionada batalla del 10 de Agosto, 5 acorazados, 1 crucero y 3 destroyers regresaron a Puerto Arturo que era su base; 1

acorazado, 2 cruceros y 4 torpederos fueron desarmados en puertos neutrales; 1 crucero fué echado a pique por su dotación, el 20 de Agosto después de haberse batido con un buque japones; y 1 destroyer fué volado por su dotación—después de haber encallado—el 11 de Agosto. Todos consiguieron *alejarse del enemigo, regresando la escuadra principal a su base.* Ninguno fué hundido durante el combate ni en la persecución.

En Tsuhima, logró escapar la división de cruceros del almirante Enquist y se refugió en Manila.

La misma división Nebogatoff consiguió alejarse bastante al N.; aunque, como se sabe, fué hallada al día siguiente y capituló a 10 y 30 a. m.

Si los rusos consiguieron todo ésto en el estado en que se encontraban, es natural que, un combatiente mucho mejor organizado, y favorecido por las mismas o parecidas condiciones atmosféricas,haya podido lograr el regresar a sus bases con mayor facilidad.

Los rusos a pesar de todo no fueron menos vencidos. Tratándose de la flota alemana el resultado es el mismo. La escuadra principal de Puerto Arturo después del 10 de Agosto continuó bloqueada voluntariamente; la flota alemana siguió también bloqueada después de la batalla de Jutlandia.

Por otra parte, creemos que la derrota sólo puede concurrir en estos casos: 1º. cuando se sufre la destrucción total por el enemigo, durante el combate o la prosecución de él; 2º. cuando después de cierto tiempo de lucha, uno de los adversarios se retira cediendo el campo al enemigo; y 3º. cuando después de combatir cierto tiempo, uno de los adversarios se ve obligado a rendirse.

En ninguno de los tres casos se encontraron los ingleses. En el 2º. se hallan comprendidos los alemanes; y solo hay que reconocer que la escuadra inglesa no obtuvo una victoria *absolutamente decisiva*, como lo hace constar en su parte oficial, el almirante en jefe Jellicoe; quien al referirse al almirante Beatty dice: "Yo participo de su sentimiento al ver que la neblina y la luz tenue del anochecer, quitaron a la flota la ocasión de obtener una *com-*

pleta victoria, para cuyo objeto había maniobrado, y sus buques hecho tan vigorosamente lo posible para conseguirlo".

Teniendo en cuenta que el primer beneficio que lega la victoria es el de permanecer dueño del campo, y con la libertad de utilizar sus fuerzas—a quien la obtiene—como más convenga, condensaremos nuestra opinión así: que, de una manera general, el vencedor será el que, quedando después del combate en mejores condiciones para continuar la lucha, puede *pretender y sostener efectivamente* el dominio más o menos completo de los mares. Es el caso de Inglaterra.

Y como además hasta hoy los hechos lo comprueban, las consecuencias de esta gran batalla podemos sintetizarlas así: que forzada la escuadra alemana a regresar a sus bases y a continuar en su bloqueo, este hecho volvía a dejar en manos de Inglaterra, como antes, el imperio del mar; y el tráfico de los aliados en los mares europeos, continuaba efectuándose más o menos en las mismas condiciones, que antes de realizarse la batalla de Jutlandia.

— CONCLUSION —

La historia—según manifestamos al empezar—a cuya pródiga fuente acudimos, tomándola como base para sustentar nuestra disertación; y de cuyos ejemplos nos valemos, para justificar la razón de nuestras opiniones, muestra a cada paso, de manera indiscutible, la gran influencia del poder naval.

En cualquier época a la que nos remontemos, se encontrará pruebas demasiado palpables de ello; y cuyo inmenso valor ha sido consagrado universalmente.

A esa influencia, debió Holanda su posición preponderante y España su grandeza; quien, mas tarde, por efecto de su decadencia marítima, perdió definitivamente el resto de su imperio colonial, cuando la guerra hispanoamericana.

La Gran Bretaña que afrontó con una concepción más clara el problema del mar, pudo evitar las diversas tentativas de invasión realizadas contra ella; y no obstante, su relativa inferioridad, su competente fuerza marítima constituyó el único obstáculo que no pudo destruir Napoleón en su ambición de dominar la Europa entera.

Inglaterra que, con una visión más amplia y con gran tenacidad, concentró siempre toda su atención en el predominio de los mares, conquistó, sabiendo conservarlo después, el rango de primera potencia colonial del mundo.

La preponderancia conquistada por el Japón, fué conseguida también con el inestimable concurso de su flota; pasando como consecuencia a formar entre el número de las principales potencias, ocupando un puesto respetable.

En la época presente, subsiste también de modo, muy evidente, la gran importancia del poder naval.

Efectivamente, debido a la manifiesta superioridad de Inglaterra en este sentido, es que Alemania (a parte de sus aliados), se vió obligada a suspender radicalmente desde la declaratoria de guerra—en Agosto de 1914—su inmenso tráfico comercial por el mundo entero.

Por la misma razón es que no pudo defender ventajosamente ninguna de sus colonias.

Las consecuencias que se desprenden del resultado de las batallas que hemos reseñado, muestran primeramente, cómo Alemania pudo hostilizar desde el comienzo de la guerra el tráfico marítimo de los aliados en América En seguida, hasta qué punto Inglaterra logró disminuír la amenaza que significaba la presencia de las fuerzas navales alemanas en las mismas aguas; y, finalmente, cómo después de la batalla de Jutlandia, la Gran Bretaña continúa ejerciendo,con cierta relativa seguridad, el control del tráfico en los mares.

Los efectos de la campaña submarina que Alemania lleva a cabo para lastimar hondamente a los aliados en sus mas vitales intereses, contrarrestando así el bloqueo decretado por Inglaterra, son una manifestación más, de la importancia que tiene el poseer fuerzas navales eficaces.

La gran superioridad marítima de Inglaterra, ha servido, desde el principio, para establecer lo que podemos llamar el equilibrio de la guerra; pues a no ser por ello, Alemania—dueña de un colosal ejército admirablemente organizado y conducido—continuando sus victoriosas campañas terrestes,habría conseguido imponer quizás, rápidamente, la paz a sus adversarios.

Se conoce ya, como fué detenido el ejército alemán en la batalla del Marne, en la que cooperaron eficazmente los ingleses.

Esto, vuelve a poner de manifiesto, la íntima conexión que existe entre la marina y el ejército, en las operaciones de la guerra; y enseña que no debe descuidarse niguno de los dos sistemas, que para hacer valer sus derechos y defender sus intereses puede poseer un pueblo.

A este respecto, citaremos lo que dijo Mr. Lloyd George en su resolución propuesta al Parlamento Inglés y aprobada a fines de Octubre de 1917:

"La flota ha sido el alma de la resistencia de los aliados. Ya sabemos cómo es que la marina ha asegurado el aprovisionamiento del ejército en el exterior del país, proveyéndole de los materiales que necesitaba y que han sido traídos del extranjero.

"El fracaso de la flota habría creado el desastre de la causa aliada, Prusia habría llegado a dominar Europa, y con ella el mundo entero....."

La historia de la guerra ruso-japonesa, nos demuestra que si la escuadra del Almirante Togo hubiera sido derrotada en Tsushima, perdiendo el imperio del mar, el poderoso ejército japonés que combatía en Manchuria—privado de todo—se habría visto obligado a rendirse,y Rusia habría ganado la guerra.

La marina del imperio del Sol Naciente desempeñó entónces un papel por demás importantísimo. De la actuación de ella dependían los destinos del Japón. *Toda la suerte de la guerra reposaba en la campaña marítima.*

En cuanto a nosotros, sabemos que, mientras el Perú pudo contar en 1879 con una fuerza naval, susceptible de inspirar respeto y temor al adversario, éste no osó ejecu-

tar operaciones terrestes de tal naturaleza que influyeran de manera decisiva en el resultado de la guerra.

Nuestro caso es muy notorio; pues el enemigo de entonces, mostró siempre la prudencia a que aludimos, en tanto que el glorioso y legendario "Huascar", pudo tener en *jaque a toda su escuadra, atrayendo sobre sí la admiración del mundo.*

Y solamente después de su trágico y por demás heroico fin, es que el enemigo se decidió y pudo realizar impunemente la invasión de nuestro suelo, en la forma odiosa que la historia nos ha revelado a todos.

Reducido a la nada el poder marítimo del Perú, su derrota era inevitable.

La suerte de la guerra, y con ella los destinos de nuestro país, como en el caso del Japón, *reposaban principalmente en la marina.*

Y para el Perú entonces,como para Inglaterra ahora, la flota representaba el alma de la resistencia en la contienda. En el futuro sucederá lo mismo.

Hemos dicho que gran parte de la opinión pública se ha acostumbrado a mirar como secundaria la cuestión del poder naval, tratándose del Perú. Ello es cierto; pero aún hay más.

Hemos oído muchas veces opinar en el sentido de que no es absolutamente necesario dar impulso de ninguna especie a la marina ni al ejército, porque: "como consecuencia de la guerra actual,se establecerá firmemente la paz universal y que jamás será turbada,en virtud de ciertos tratados que *garantizarán eficazmente un alto principio de las nacionalidades.*

Y para sustentar esta teoría, se apoyan sobre las consideraciones siguientes:

"En esta segunda nota a los gobiernos de la Entente, el Papa expone además su programa de desarme; la abolición del servicio militar obligatorio; la institución de un boycoteo comercial contra los violadores de los pactos de paz, y la creación de un Tribunal Internacional, el cual estudiará las violaciones cometidas, etc." (Comentarios de la Prensa Italiana, al comunicar el Papa, a la Entente, la

nota de Alemania, en los primeros días de Octubre de 1917).

Otros piensan en igual forma, fundándose en causas parecidas, y señalan como de importancia trascendental y de fácil realización, lo que expresan las frases siguientes:

"El poder material de los ejércitos debe ser superado por el poder moral del derecho".

"Simultánea disminución de los ejércitos en todas las naciones. Institución del arbitraje obligatorio internacional, para todas las controversias que se susciten entre los pueblos.....

"Con estas medidas, y ciertas garantías para la simultánea y recíproca limitación de los armamentos en el mar, tierra y aire; así como la libertad de los mares, la amenaza que contra el futuro de las buenas relaciones internacionales pueda existir, quedará inmediatamente descartada.

"El gobierno imperial a este respecto, apoya la propuesta compatible con los vitales intereses del pueblo y del imperio alemán". (Respuesta de Alemania a las propuestas del Papa a fines de Setiembre de 1917).

Nuestro modesto modo de pensar no se encuentra conforme con esos pareceres. Nos permitimos juzgar todo aquello, como una utopía. La misma respuesta de Alemania, lo deja entrever, en parte, pues termina diciendo: "El gobierno imperial a este respecto, *apoya la propuesta compatible con los vitales intereses del pueblo y del imperio alemán.*"

Luego, todas las naciones exigirán otro tanto, en armonía con sus intereses; y por consiguiente, no existirá de un modo práctico, el equilibrio de fuerzas necesario para impedir otra guerra en lo futuro.

Además, la realización de esta colosal contienda a que asistimos, prueba, más que ninguna otra, la ineficacia absoluta de todo aquello que se denomina: tratados internacionales; convenios mutuos; alianzas; derecho internacional, etc.; y cómo se aprecian verdaderamente los intereses y derechos de los débiles.

Después de un período mas o menos grande de paz, volverán a suscitarse las luchas de intereses económicos; el afán de predominio colonial; las rivalidades de todo orden, como una consecuencia lógica del desarrollo y progreso incesante de los pueblos, y se volverán a encender las guerras. El pretexto mas fútil podrá provocarlas.

En una palabra, creemos que el mundo no está todavía bien preparado, para que, convirtiéndose en realidad, pueda existir indestructible,el bellísimo ideal de la eterna paz universal.

A medida que trascurra el tiempo, el Perú por su lógico desarrollo progresivo, tendrá mayores intereses que cautelar bajo todo punto de vista; y de aquí la necesidad en que está de procurarse una armada que pueda defender eficazmente su existencia. La situación geográfica y condiciones de nuestro país lo imponen.

A propósito, se recordará de cuánta importancia fué para el Perú tener marina militar, cuando la inminencia de un conflicto armado en 1910. Falto nuestro territorio de medios rápidos y suficientes de comunicación, los trasportes se ejecutaron con seguridad, llevándose a cabo la movilización del ejército con toda rapidez. Y por la naturaleza misma del conflicto, por su relativa superioridad, el Perú habría podido mantener mas o menos eficazmente, el imperio del mar.

Es preciso que las masas se penetren de que no basta el tener buques o escuadrás.

A parte de su organización en todo orden (lo que incumbe directamente al alto comando), para mantenerlas en constante estado de eficiencia; al comprender que es necesario dotarlas de los recursos que ha menester, de bases apropiadas, etc.; en lo que concierne al público en estos últimos asuntos, todos deben propender al fomento y desarrollo de las industrias que tengan relación con la marina, para poder utilizar progresivamente los recursos propios; y que por consiguiente resulte mas económico su

sostenimiento en tiempo de paz, y que le falte lo menos posible durante la guerra, si ésta se llega a producir.

Para terminar, diremos que lo que importa sobre todo es vencer; y que ante esta doctrina, la opinión pública, debe tener siempre presente, primero:

"Que la fuerza es la única base lógica de todas las concepciones militares"; y despues:

"Que la defensiva marítima bajo cualquier forma que se presente, no ofrece sino inconvenientes: se puede estar obligado a sufrirla, pero no se la debe adoptar. La potencia que por convicción o por necesidad se confina en una actitud defensiva, es por este hecho mismo vencida, antes de haber combatido, pues abandona el mar cuya posesión es el objeto mismo de la guerra".

"Resulta de esto, que ambas partes se ven obligadas a hacer la ofensiva, es decir, a buscar al enemigo para combatirlo; pero los dos adversarios no la practicarán de la misma manera."

.....

.....

"¿Quien será el vencedor? *El mas móvil; el mas adiestrado; el mas tenaz; aquél que posea el material mas apropiado a las necesidades de la guerra*".

"El carácter de la ofensiva es de imponer el ataque en lugar de sufrirlo. La historia lo ha manifestado por el hecho de que casi todas las victorias se han obtenido sobre las costas enemigas". (2)

Si nuestro país jamás olvida estos preceptos; y haciendo de ellos una preocupación contínua, se decide con firmeza a dar mayor impulso al desarrollo de su marina, manteniéndola en relación constante con su progreso económico e industrial, estará siempre en condiciones de poder defender eficazmente sus derechos si alguien los ataca; y tendrá muchas probabilidades más de que la justicia sea realidad, cuando llegue el momento de liquidar sus más enojosos litigios internacionales.

El *Derecho para que pueda valer y se respete, debe estar sustentado por la Fuerza.*

---

(2) *René Daveluy—Estrategia Naval.*

El Perú tiene grande y muy dolorosa experiencia sobre esto; y si con sabia docilidad práctica cede siempre al acicate con que le incita el ansia legítima de la reivindicación de sus derechos perdidos, y la conquista de un puesto de honor entre las naciones del Nuevo Continente, vivirá confiado y alerta, pues habrá sabido poner a salvo su porvenir y su existencia.

Callao, Diciembre 18 de 1917.



Proyectiles que contienen explosivos

Traducido de la Revue générale des Sciencies pures et appliquées

Por el Alférez de Fragata
D. José R. Alzamora.

La idea de emplear explosivos poderosos como carga interior de los proyectiles, data desde el descubrimiento del algodón pólvora por Schonbein. A la aparición de esta substancia, su poder explosivo y su insolubilidad en el agua, atrajeron inmediatamente hacia ella, la atención de los servicios militares en los diferentes países. Hasta ese entonces, la pólvora negra constituía la única carga interior de las granadas y bombas.

En Francia, la Comisión de la Piroxilina, presidida entonces por el duque de Montpensier, realizó numerosas pruebas con el objeto de determinar la practicabilidad de este material, pero repetidas explosiones, en la boca de las piezas, de proyectiles cargados con algodón pólvora, fueron causa de que se abandonara las experiencias.

No fué sino hasta 1886, siguiendo los trabajos de Turpin sobre el ácido pícrico, que la cuestión de cargar los proyectiles con altos explosivos se volvió a considerar en Francia, y esta vez, con resultados definitivos.

I.—Estado del asunto

El número de substancias explosivas que se ha preparado has-

ta el presente es muy considerable. Sin embargo, teniendo en cuenta el hecho de que muchas de ellas son empleadas en la Industria, solamente un pequeño número puede ser utilizado como carga de proyectiles. Este uso está sujeto a condiciones imperativas que limitan marcadamente el campo en que se puede seleccionar un explosivo para los usos de la artillería.

El proyectil realiza efectos destrucivos sobre un obstáculo, ya sea por la energía cinética que posee en el momento del choque, o ya por la energía desarrollada por la detonación de la carga interna de explosivo que en sí lleva. Finalmente, si el obstáculo es muy resistente (tal como las planchas de blindaje de los buques) la experiencia muestra que los efectos producidos por la explosión de una carga en contacto, son, en general, insuficientes para causar la ruptura del obstáculo. Esto no puede realizarse sino después de que el proyectil haya perforado la plancha de coraza. Si lo que se intenta es desalojar obstrucciones, la energía potencial de la carga explosiva llevada por el proyectil debe ejercitarse en este punto.

Desde que la carga de explosivo no puede ser proyectada a gran distancia sin que se halle encerrada en una envuelta metálica altamente resistente, (1) se deduce, de que en la práctica deberán siempre producirse los efectos destructivos de las naturalezas ya mencionadas. Por último, se puede considerar la destrucción del personal como principal objeto del empleo de granadas cargadas con explosivo. En este caso se tratará de que la ruptura del cuerpo de la granada se realice en un gran número de fragmentos animados de la mayor velocidad inicial posible. Mencionaremos, además, los notables efectos destructivos producidos por el choque de la onda explosiva sobre las personas que se encuentren en las proximidades del centro de explosión. Es evidente que se procurará realizar ya sea unos u otros efectos.

A).—Características de los explosivos

Con el objeto de asegurar los resultados del estudio que nos proponemos es conveniente hacerlo en detalle. Recordaremos, primero, algunas nociones elementales concernientes a la naturaleza de los explosivos.

A este respecto un explosivo se halla definido por ciertos datos, los cuales, los más importantes son: su fuerza F, su potencia Q y su velocidad de detonación. La fuerza está representada por la siguiente expresión:

$$F = \frac{p_0 V_0 T}{273}$$

en la cual p_o representa la presión atmosférica, (esta es 1.033 kg. por cm.^{2}), V_0 el volumen en litros a $0^o C$ y 760mm. de presión, del producto gaseoso que resulta de la explosión de un kilogramo de explosivo, y T la temperatura absoluta de la explosión.

El potencial Q, representa el trabajo correspondiente a la expansión indefinida de la mencionada masa de gas. Si E designa el equivalente mecánico del calor y q_0 el calor producido por la explosión, se tiene:

$$Q = E\ q_0$$

La velocidad de detonación es la de la propagación del fenómeno de la explosión al atravesar un tubo de plomo o estaño lleno del explosivo que se considera.

Por último, la definición de un explosivo desde el punto de vista considerado, se halla completado por el conocimiento de su aptitud para detonar, la cual se halla evidenciada por su sensibilidad a la explosión producida por un detonador que contenga un peso dado de fulminato de mercurio.

La tabla siguiente nos da los valores de la fuerza y potencial de los explosivos más comunes:

	F	Q Tonelámetros
(1) Pólvora negra	3,250	270
[2] Fulminato de mercurio	5,020	173
(3) Nitrato de amonio	5,100	267
[4] Picrato de amonio	7,940	323
(5) Acido pícrico	9,010	250
[6] Celulosa endecanítrica (algodón pólvora)	10,230	457
(7) Celulosa octonítrica (algodón colodión)	8,360	313
[8] Nitroglicerina	10,560	669

Respecto a la velocidad de detonación diremos que ella alcanza su máximo valor en los cuerpos cristalinos, tales como el ácido pícrico y nitromanita, en que es alrededor de 7.000 metros por segundo, y que desciende hasta 2.500 metros en las substancias líquidas y plásticas tales como la nitroglicerina y la dinamita.

Si designamos por $\triangle$ el valor de la relación $\frac{\omega}{C}$ en la cual ω representa el peso del explosivo contenido en un volumen C, llamando α al covolumen (2) de la masa de gas producida en la explosión (esto es el volumen límite ocupado por este gas bajo una presión infinita), Noble y Abel han mostrado que la presión P (en kg.

por cm.^{2}), desarrollada, bajo estas condiciones, sobre las paredes de un receptáculo G, está definida por la fórmula:

$$P = \frac{f\,\Delta}{1 - \alpha\,\Delta} = \frac{f}{\frac{1}{\Delta} - \alpha}$$

Cuando la densidad de carga Δ se hace igual o superior a $1/\alpha$, el denominador de P se hace cero, y la presión es infinita. Por más resistente que sea la envuelta que contiene el explosivo, ésta se romperá y sus pedazos serán proyectados a distancia.

Si el interior de un proyectil se ha supuesto lleno de explosivo constituyendo una carga de gravedad específica mayor que $1/\alpha$, las condiciones precedentes serán llenadas.

La fórmula de Noble y de Abel supone implícitamente que la composición de los productos gaseosos, y como consecuencia el covolumen de la masa entera de gas, queda invariable cualquiera que sea la presión. Sin embargo, esto no sucede en la mayor parte de los casos, a causa del principio del cambio de equilibrio. En virtud de este principio, el incremento de presión de la masa de gas ocasiona, cuando el cambio es posible, la formación de compuestos más o menos condensados, y, en consecuencia, la disminución del covolumen.

Se sigue que el valor límite de $1/\Delta$, puede ser tal, que siempre quede menor que α. Por esta razón la presión no puede llegar a ser infinita. Este es el caso del algodón pólvora.

El incremento en la proporción de los productos condensados, es, por otra parte, explicado por el aumento correlativo de la cantidad de calor desprendida, q_o, y de la temperatura T de la explosión. La fuerza aumentará, pues, con la densidad de carga. Esto es lo que sucede en el caso del ácido pícrico.

Desde el punto de vista de las variaciones del fenómeno de la explosión, puede decirse generalmente que la facultad de un explosivo para realizar la ruptura de su envuelta, se encuentra determinada, sobre todo, por su fuerza y por su velocidad de detonación. Sus efectos destructivos son principalmente función de su cantidad de calor, q, y, por lo tanto, de su potencial.

B).—Efectos de la detonación de los explosivos

Habiendo hecho estas indicaciones teóricas sumarias, pasaremos a describir los efectos de la detonación. Supondremos, primero, que el explosivo detona al aire libre o cuando esté contenido en una envuelta de débil resistencia. A la explosión, la masa gaseosa que se produce se expande en la dirección de la menor resistencia,

es decir, de abajo arriba. Esta proyección de gas se haya acompañada por una aspiración violenta de las capas de aire próximas al lugar del fenómeno; dicha aspiración la indica el barómetro por una brusca depresión cuya intensidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia al centro de explosión. Bajo la influencia de tal depresión, el aire confinado en alojamientos cercanos tiende a escapar, proyectando hacia afuera los obstáculos poco resistentes que se le opongan, tales como puertas, ventanas, techos y otros por el estilo. Estos efectos se hacen más notables si la explosión ha tenido lugar dentro de dichos alojamientos.

Bajo la acción de este movimiento de las masas de aire animadas de una gran velocidad horizontal, las capas próximas a la periferia de la masa gaseosa producida por la explosión, las cuales están animadas de un movimiento vertical, adquieren, al mismo tiempo, un completo movimiento de torbellino. Al mismo instante, que surge esta masa gaseosa, lo cual sucede a menudo en dirección vertical, la detonación engendra una onda de percusión cuya velocidad de propagación es al principio mucho mayor que la del sonido, pero que disminuye rápidamente, hasta que se hace igual a ella. Se produce así una solución de continuidad y sabemos que en este caso la diferencia de presión que existe entre el frente de la onda en cuestión y el medio en que esta se propaga puede alcanzar un valor notable.

Numerosas investigaciones se han llevado a cabo en Francia y otras naciones. Las más recientes han sido las de la *Comisión de Explosivos* (3) la cual dedujo que el radio límite para los efectos peligrosos puede ser representado por la fórmula

$$r = K\sqrt{C}$$

en la cual r es una longitud expresada en metros, C el peso de la carga en kgs. y K una constante que depende de la naturaleza del explosivo y del grado de seguridad buscado. Se sigue de aquí que para diferentes cargas, las distancias a que se producen los correspondientes efectos mecánicos, son proporcionales a las raíces cuadradas de los pesos de las cargas.

La detonación de 100 kg. de melinita, por ejemplo, dá nacimiento a una onda en cuya superficie existe una presión mayor de 10 kgs. por cm.^{2} para una distancia de 7 metros del centro de explosión. A 10 metros, la presión se halla entre 2 y 3 kgs, y a 15 metros ha descendido hasta ½ kg. Considerando la velocidad de propagación de esta onda encontramos que es 800 metros por segundo en las vecindades del centro de explosión; 635 metros a 5 metros más lejos; 360 metros a una distancia de 50 metros y en se-

guida baja hasta 250 metros por segundo que es la velocidad del sonido (?).

Se deduce de lo que precede, que una persona situada a algunos metros de una carga explosiva, se sentirá primero conmovida por la presión de la onda de choque, la cual será seguida por una violenta depresión y por el movimiento del aire a gran velocidad, hacia el centro de la explosión.

Un caso fortuito, registrado por el Sr. Arnoux, nos ha permitido recientemente, dilucidar el orden de magnitud de esta depresión, y explicar, al mismo tiempo, lo acontecido, probablemente, en numerosos casos de muerte sin heridas aparentes, tal como se ha observado en los campos de batalla.

En el mes de enero de 1916, el Sr. Arnoux recibió de un oficial superior en el frente, un barómetro aneroide de bolsillo, que había sido puesto fuera de servicio por una granada alemana a una distancia de tres metros del instrumento. Al examinar sus partes, fueron encontradas intactas, pero el instrumento no podía registrar porque las dos palancas de trasmisión conectadas a la aguja indicadora, no descansaban en la otra palanca sino que habían pasado debajo. Se vió inmediatamente que esto no podía sino haber sido causado por una dilatación anormal del sistema aneroide, debido a una depresión barométrica considerable. Bajo estas circunstancias el instrumento había registrado una presión mucho menor que la mínima inscrita en el arco graduado.

Después de haber colocado las dos palancas en su sitio se llevó el barómetro bajo la campana de una maquina neumática y se hizo el vacío. Se encontró que las palancas se cambiaron cuando la presión del interior descendió a 410m/m. de mercurio. De esto se dedujo que la explosión de la granada había producido, en las vecindades, una depresión de 760—410=350m/m. de mercurio.

Por las fórmulas de la aerodinámica, se obtiene que la producción inmediata de esta depresión daría nacimiento a una corriente de aire de una velocidad de 276 metros por segundo la cual produciría una presión dinámica de 10,360 kg. por milímetro cuadrado sobre una superficie plana normal a la propagación de su movimiento.

Tal racha arrojaría violentamente contra tierra a una persona expuesta a ella. Los que a ello escaparan sufrirían, no obstante, por la brusca depresión ya mencionada que seguiría después. Debido a esto, el aire y el bióxido de carbono disuelto en la sangre, se pondrían inmediatamente en libertad bajo la forma de pequeñas burbujas, y si los diámetros de estas fueran mayores que los de las arterias pequeñas, formarían tapones gaseosos que detendrían inmediatamente la circulación de la sangre en esas arterias, ocurriendo la muerte antes que dichas burbujas se volvieran a disolver en la sangre al restaurarse la presión normal.

El choque de la onda sonora al comienzo de su formación, pue-

de también romper el tímpano, pero su duración es sumamente breve comparada con la depresión que la sigue.

En todo lo que precede se ha tratado solamente de los efectos mecánicos producidos por el explosivo al pasar del estado sólido al gaseoso. Las ocurrencias de la guerra han llevado algo las miras sobre los efectos patológicos que realizan los gases producidos o libertados por la explosión. Sin desear entrar en el estudio de los proyectiles destinados a asfixiar al enemigo, podemos hacer notar que la mayor parte de los explosivos nitrados empleados en la carga de las granadas, desprenden proporciones notables de óxido de carbono. Aunque el poder tóxico de este gas es relativamente grande, se puede observar aquí, que no se halla libre exceptuando el caso en que la explosión ocurre fuera de contacto con el aire. Este será el caso, por ejemplo, en un proyectil que se entierre y haga explosión o el de una granada que explosione en una habitación de dimensiones reducidas. En todos los demás casos el óxido de carbono se quema inmediatamente en el oxígeno del aire y sólo se observará el bióxido de carbono. Se sabe que el hombre puede continuar viviendo en una atmósfera que contenga una gran proporción de este último gas.

Examinemos ahora la naturaleza del fenómeno producido por la ruptura de la envuelta metálica que constituye el cuerpo de la granada.

Se debe distinguir dos casos, según que el cuerpo del proyectil sea de hierro fundido o de acero. En el primer caso el metal será pulverizado por el explosivo. El polvo metálico producido por la explosión será proyectado con una gran velocidad; pero desde que las masas de los pedazos son sumamente pequeñas, estos perderán rápidamente dicha velocidad; por lo tanto ellos no serán eficientes después de algunos metros.

Con la reducción de la relación entre el peso de la carga y el del proyectil, se puede, es cierto, mejorar algo la fragmentación. No se ha podido, sin embargo, obtener un resultado satisfactorio, excepto en el caso en que se reduzca el peso de la carga hasta tal punto que los efectos y los momentos de los fragmentos sean por sí mismos insuficientes.

Además, con objeto de asegurar condiciones de seguridad, las paredes de la granada de hierro fundido, deben ser más gruesas que la de acero, de donde se deduce que la primera es inferior a esta última, bajo todos puntos de vista.

La ruptura de la envuelta de acero se efectúa, desde el principio, de un modo totalmente diferente a la de hierro fundido. Si el cuerpo de la granada es delgado se romperá en tiras de poco peso relativamente.

El efecto destructivo de la acción del gas sobre terreno fofo, se manifiesta por la producción de una cavidad que tiene la forma de un elipsoide con su eje mayor perpendicular a la proyección ho-

rizontal de la trayectoria, las diferencias de longitud de los dos ejes, disminuyen, a igualdad de las demás condiciones, con la profundidad a que el proyectil ha penetrado en el terreno antes de la explosión.

Cuando las paredes del proyectil son más gruesas, la fragmentación cambia de carácter, y en lugar de las tiras estriadas se nota la producción de fragmentos de forma irregular, cuyo peso promedio aumenta con la relación entre el peso del proyectil y el de la carga. Para un proyectil dado, el tamaño de los pedazos producidos en una parte de él, varía con el grueso de las paredes en este punto. La velocidad de estos pedazos varía, como es natural, en razón inversa del peso de ellos. Dicha velocidad puede medirse con el telón de alambres y con el cronógrafo. Los resultados que se obtengan serán sólo aproximados y a menudo inexactos, si se tiene en cuenta que los alambres del telón son rotos algunas veces por el choque de la onda explosiva antes que por los fragmentos. Aceptando estas condiciones se ha visto algunas veces que la velocidad de los fragmentos alcanza y puede sobrepasar a 1200 metros por segundo, cuando se usen granadas con paredes delgadas.

Los fragmentos de la ojiva y de la base serán despedidos con menor velocidad, pero sin embargo siempre tendrán una velocidad mayor que la remanente del proyectil.

II.—Disposición de un proyectil explosivo

El arreglo y las disposiciones proporcionales de la carga de un proyectil, determinan el rol que ha de desempeñar. Puede necesitarse la demolición y dispersión de defensas débiles situadas en las cercanías y entonces se empleará proyectiles de paredes delgadas que contengan grandes cargas de explosivo, y como su resistencia a los efectos del disparo no es grande, serán disparados con presiones bajas.

Con el objeto de aumentar sus alcances y penetración, se dispararán con grandes ángulos, cerca o mayores que 45°. Es conveniente emplear para esto, piezas cortas tales como obuses o morteros.

Si se desea producir efectos destructivos a grandes distancias, se aumentará el peso, y consecuentemente el calibre del proyectil. En el caso de alcances extraordinarios, tales como 20 kilómetros o más, se empleará cañones muy largos y grandes velocidades iniciales. Estos cañones se disparan con grandes presiones y entonces será necesario reforzar las paredes de los proyectiles hasta un calibre igual y reducir la carga explosiva interior.

Habiendo discutido en general las condiciones relativas a las granadas, queda por averiguar aquellas que se refieren a la elección del explosivo y a la fijación de la carga.

a) Condiciones de carga.

Los explosivos industriales se usan generalmente en cartuchos o barras que se colocan en agujeros hechos en el interior del material que se trata de volar. No están expuestos por consiguiente a violencia alguna.

La carga explosiva de una granada debe por el contrario resistir las fuerzas que provienen de la inercia, traslación y rotación debidas a las aceleraciones que se originan en el interior de la pieza.

Con el objeto de demostrar la magnitud de estas fuerzas tomaremos como ejemplo una granada de cañón de 75. Este proyectil se haya sujeto durante el disparo a una aceleración máxima del orden de 200.000 metros por segundo. Su relación con g (aceleración debida a su peso) es alrededor de 20.000, donde resulta que la materia contenida en la granada desarrolla en el momento del disparo, bajo la inercia, un efecto dirigido hacia la base de la granada igual a 20.000 veces su peso.

Siendo como término medio de veinte centímetros la altura de la cavidad de la granada ocupada por la carga, se tiene designando por δ la gravedad específica del explosivo, que la presión en kilos, por cm.^{2} ejercida por la carga sobre la base del proyectil es igual a

$$\frac{20 \times \delta \times 20.000}{1.000} = 400\ \delta$$

Haciendo $\delta = 1'5$, resulta que el esfuerzo que tiende a aplastar la columna de explosivo desde que el proyectil parte, aumenta en progresión creciente hasta 600 kilos por cm^2.

Por otra parte, bajo la influencia del rayado, el proyectil adquiere un movimiento de rotación cuya velocidad máxima en el instante de abandonar la boca del cañón, es alrededor de 300 revoluciones por segundo, correspondiendo esta velocidad angular a una circunferencial, de las paredes interiores, de 50 metros por segundo.

Estas cifras nos muestran la magnitud de las fuerzas dependientes del impulso dado por el cañón, a que se halla sujeto el material explosivo que forma la carga de las granadas. Es por esto que está demás decir que un explosivo poderoso que se emplee en grande escala en la industria de minas y en los trabajos de canteras, sea, casi siempre, inaparente para cargar los proyectiles. A pe-

sar de todo, sabemos ahora las condiciones precisas a que un explosivo de artillería debe satisfacer.

Considerando estas características, lo más importante es que la fuerza y la velocidad de detonación sean las mayores posible. Se ha observado que estas exigencias implican el uso de substancias cristalinas; pero debería tenerse en cuenta que la realización de esta condición es, a pesar de todo, secundaria desde que la experiencia ha mostrado que se puede obtener resultados satisfactorios con substancias plásticas si se emplea un detonador capaz de producir altas velocidades.

Con el objeto de obtener la seguridad durante el tiro, debe el explosivo ser capaz de resistir los efectos de la inercia que se desarrollan en el interior de la recámara de la pieza. Si es sólido, como es el caso general, debe ser completamente compacto en estructura y adherirse fuertemente a las paredes de la granada.

La realización de esta condición última es necesaria con el objeto de impedir la fricción que resulta de una diferencia de velocidad de rotación entre la granada y su explosivo, debida a la inercia de esta última. La mayor densidad de la carga tiende a impedir la compresión y el choque en el interior del explosivo, lo cual se produce durante el trayecto del proyectil en el ánima. La adhesión del explosivo a las paredes de la granada, puede determinarse de antemano siguiendo el método empleado en la carga de los cartuchos con el cual se tendría que en lugar de estar el explosivo en contacto directo con las paredes de la granada, se le envuelve primero en delgados forros de metal o de cartón, y así rodeado, se le introduce dentro la cavidad del proyectil, después de haber untado las paredes con vaselina o parafina. Si el interior del cartucho está firmemente separado por diafragmas resistentes, esto tenderá también a proteger la carga de la fricción debida a la inercia. El uso de un cartucho simple de metal o de cartón parece ser recomendable en todos los casos, pero principalmente para las granadas de gran capacidad que se cargan por el culote.

Es posible formar la carga con la ayuda de varios cartuchos separados y por este medio evitar las dificultades que se presentan al tratar de obtener, a pesar de la fusión, una larga columna de explosivo perfectamente homogénea. En todos los casos, esto nos liberta de uno de los serios inconvenientes que resultan de que el explosivo fundido se deslice en el espacio que existe entre el proyectil y su tapón de base. Impide, también, que el polvo del explosivo se introduzca entre los hilos de la rosca del tapón de base o entre los de la espoleta.

Si el explosivo está formado por la mezcla de sólidos y líquidos, se tendrá evidentemente las mejores condiciones desde el punto de vista de la seguridad, desde que bajo estas circuntancias un calentamiento anormal en un punto aislado, tendrá muy pocas probabilidades de ocurrir y todas las fricciones de sólido con sólido se evi-

tarán. Pero por otra parte, esto presenta otro inconveniente; sea J, la aceleración del movimiento a que la carga se haya sujeta en el instante en que el proyectil parte a través del ánima. Se deduce como un resultado de esta aceleración que la diferencia entre las gravedades específicas aparentes de los componentes sólido y líquido del explosivo, se halla multiplicada por J. Se mostrará pues una tendencia del explosivo a separarse en sus dos componentes, siguiendo el eje del proyectil, en el momento en que este parte del cañón. Con el objeto de que tal explosivo sea aceptable es necesario que la diferencia de las gravedades específicas de sus componentes sea tan pequeña como posible.

Se puede teoricamente considerar el uso de explosivos líquidos tales como el Sprengel (dinitrobencina y ácido nítrico, $F = 9.949$) o una de las panclastitas de Turpin (nitrobencina y ácido hiponítrico; $F = 10{,}860$; naftalina y ácido hiponítrico; $F = 11.700$). En este caso la cuestión de seguridad en el momento de la partida, parece completamente realizada, pero la mezcla íntima de los componentes no se efectuará sino en el caso en que ellos sean mezclables.

b) Principales explosivos utilizados

Como regla hasta el presente, sólo se emplean aquellos explosivos sólidos compuestos de los derivados nitrados de las series aromáticas, como carga de los proyectiles de artillería (4). Es conveniente ahora estudiar las propiedades de esos cuerpos que hoy día se utilizan, los cuales son el ácido pícrico, trinitrocresol, trinitrotolueno, trinitronaftalina y la mezcla del nitrato de amonia y la dinitronaftalina conocida con el nombre de explosivo Favier. Añadiremos también algunos cuerpos de las mismas series que parecen ser suceptibles de empleo, pero de lo cual no tenemos todavía antecedente.

1. *Acido pícrico.*—El ácido pícrico o trinitrofenol (*melinita, lidita, schimose*) se presenta en pequeños cristales amarillos que poseen un gran poder colorante. Es muy poco soluble en el agua a las temperaturas ordinarias, pero esta solubilidad aumenta con la temperatura. Es facilmente soluble en la acetona. La melinita se funde cerca de los 122 grados centígrados. Sus reacciones son ácidas y forman con los metales (excepto el estaño) sales cristalinas de color marcado. Hablando en general, los picratos son marcadamente explosivos y son tanto más inestables cuanto más pesado es el metal que entra en su constitución. El picrato de plomo es especialmente peligroso. El picrato de hierro es mucho menos y su explosión al usarlo no puede ocurrir si el explosivo está húmedo. Con el objeto de impedir su formación las paredes de los proyectiles

están cubiertas con plaqué que impide el contacto directo con el explosivo.

Se sigue que a causa del carácter peligroso del picrato de plomo, el estaño usado para cubrir las paredes de la granada debe ser absolutamente puro. El cuidado que se debe tener para evitar, durante la operación de carga de la granada, la producción de picratos, es de importancia capital y no debe descuidarse como un factor decisivo contra el ácido pícrico en comparación con los que le siguen.

El ácido pícrico puede detonar de varios modos. La detonación que se llama "completa" está caracterizada por la producción de densas humaredas negras que llevan en suspensión carbón libre. En la detonación llamada "incompleta" los gases de la explosión tienen un color amarillo verdoso y al mismo tiempo depositan una capa de explosivo no descompuesto, sobre los objetos de los alrededores. La energía libertada en la detonación completa es mayor que en la incompleta. Las reacciones que ofrecen estos dos métodos de detonación son aproximadamente las siguientes:

Detonación completa

$$2C^6H^2(NO^2)^3OH \longrightarrow 8CO+3CO^2+3H^2+3N^2+C$$

Detonación incompleta

$$2C^6H^2(NO^2)^3OH \longrightarrow 11CO+CO^2+H^2O+2H^2+3N^2$$

Es evidente que en el caso de una reacción efectuada por la detonación en una envuelta enteramente resistente, la consideración de los productos dará, en virtud del desplazamiento del equilibrio, aquellos que indica la primera ecuación.

Admitiendo que se haya obtenido bajo una presión infinita la máxima condensación representada por la ecuación

$$4C^6H^2(NO^2)^3OH \longrightarrow 14CO^2+3CH^4+7C$$

el potencial correspondiente alcanza a 573 tonelametros, el cual excede en mucho al de la primera reacción dada arriba. Estas reacciones corresponden en efecto a las siguientes

Detonación completa	Detonación incompleta
$V_o = 328$	877
$t = 2832^o C$	$2634^o C$.
$F = 9.780$	9.682
$d = 0.837$	0.877
Potencial = 371 Tm.	323 Tm.

La velocidad de detonación de los nucleos de melinita encerrada en envueltas de plomo o estaño, es alrededor de siete mil metros por segundo. Dautriche, con iniciadores muy poderosos ha obtenido una velocidad de 7645 metros por segundo.

Aunque las propiedades del ácido pícrico fundido fueran conocidas antes de los trabajos de Turpin, es a este inventor que se debe su utilización como explosivo militar. Turpin ha inventado una forma de detonador, que asegura la completa detonación del ácido pícrico. Su procedimiento consiste esencialmente en hacer actuar al detonador de fulminato de mercurio sobre ácido pícrico pulverulento. La detonación de este último produce la detonación del explosivo fundido.

Se ha visto que una fuerte adhesión del explosivo a las paredes del proyectil, es una condición necesaria para la seguridad en el tiro. Desde este punto de vista la melinita es completamente satisfactoria. Se estima que un esfuerzo de más de 20 kg. por cm.^{2} es necesario para la separación de la melinita de las paredes metálicas en cuyo contacto ha sido fundida. Esta adhesión parece que aumenta marcadamente pasados algunos días después de la fusión. Es siempre mayor que la cohesión del explosivo.

La fusión del explosivo con el objeto de introducirlo en el proyectil, se efectúa, generalmente, en un baño de agua que constituye un termosifón. Desde que la melinita aumenta de volumen en el momento de su solidificación, la experiencia muestra, como consecuencia, que pueden formarse cavidades en el interior de la carga de los proyectiles. La práctica ha proporcionado indicaciones con las cuales se puede evitar este serio defecto. Una precaución esencial consiste en impedir la presencia de melinita en los hilos de la espoleta. La presencia de ella en el exterior de la espoleta o en los hilos, puede ser causa de explosiones prematuras.

El ácido pícrico se obtiene nitrando el fenol. Para obtener un producto uniforme, el fenol cristalino debe fundirse a 39° *C*. Esta substancia se obtiene por la destilación del gas de alquitrán entre 150° y 200° *C*. Se puede obtener por síntesis de la oxidación de la bencina, siendo las operaciones las siguientes: La bencina se trata primero con ácido sulfúrico concentrado. Se le agrega lechada de cal en exceso para neutralizar el ácido. La solución se trata entonces con el carbonato de sodio para formar el benceno-sulfonato de sodio ($Na\ SO^3C^6H^5$). Se evapora hasta formar la consistencia de jarabe con adición de la soda y se funde cuando se haya formado el fenolato de sodio, el cual se descompone con el ácido sulfúrico para dejar el fenol libre (ácido carbólico), el que se separa por el éter y se le purifica por la destilación.

Este fenol purificado se trata con ácido sulfúrico a 66° *B* y después con ácido nítrico a 37° *B*. El ácido pícrico que se ha formado se le purifica con repetidos lavados de agua y se le deseca.

2. *Trinitrotolueno (tolita, trotil).*—Este cuerpo se presenta

en la forma de pequeños cristales de color amarillo pálido que funden a eso de los 81°. Aunque insoluble en el agua es ligeramente soluble en la bencina y en el tolueno.

Mientras que la melinita reacciona marcadamente, el trinitrotolueno ácido es completamente neutral. No actúa por lo tanto sobre los metales con los cuales está en contacto. Es de más fácil manipulación que la melinita desde que su polvo no es irritante. Es menos sensible al choque pero es un poco menos poderoso que el ácido pícrico ($F = 8680$) Cuando se funde se adhiere fuertemente a las paredes del recipiente en que está contenido. Pero la tolita presenta el defecto de "ahuecarse" notablemente en el momento de la solidificación. Su velocidad de detonación es proximamente menor en un diez por ciento que la del ácido pícrico.

La tolita se prepara generalmente por la trinitración del tolueno directamente con una mezcla de ácido nitro-sulfúrico. La reacción principia en 40° y termina a los 105°, siendo calentada de 5 a 6 horas.

La tolita se inicia de la misma manera que la melinita, pero detona violentamente al aire libre bajo la sola influencia de un detonador de fulminato de mercurio. Se emplea en la manufactura de petardos encerrándola en tubos de plomo. Es el explosivo más comunmente empleado por los alemanes en la carga de sus proyectiles.

3. *Nitrocresoles (cresilitas o cresol comercial).*—El cresol es un producto de la destilación del alquitrán obtenido entre 185° y 210°. Es una mezcla de tres isómeros, la proporción de los cuales es muy variable. El cresol se nitra lo mismo que el fenol, pero sólo se usa el trinitrocresol, siendo éste realmente el trinitrometacresol que posee propiedades análogas a las del ácido pícrico. Es una substancia amarilla que bajo todos respectos es de más difícil manipulación que el ácido pícrico, puesto que su polvo es más irritante y sus vapores más sofocantes que los de aquél. El proceso de su manufactura es similar al del ácido pícrico.

Como explosivo es menos poderoso que la melinita. Se comprenderá facilmente que al contener un gran exceso de carbón e hidrógeno, su combustión sea consecuentemente menos completa. Mezclado con melinita pura en la proporción de 60% de trinitrocresol y 40% de ácido pícrico, se obtiene el explosivo conocido en Francia como la cresilita al 60/40. Esta mezcla que se obtiene por fusión bajo agua, funde a los 85°, pero a los 65° es lo suficientemente plástica para permitir el que sea comprimida en cargas las que, al enfriarse, son compactas, amorfas y muy homogéneas. Se obtiene así cargas que están muy lejos de "ahuecarse". Es esta valiosa propiedad la que justifica el uso de los nitrocresoles en la carga de los proyectiles.

A pesar del hecho de que la cresilita 60/40 tenga menos fuerza (8380) que el ácido pícrico, su velocidad de detonación (7485 metros por segundo) es practicamente la misma que este último.

Como el trinitrofenol, el trinitrocresol tiene una función ácida. Forma sales explosivas análogas a los picratos. Solamente el cresilato de amonio es suficientemente insensible al choque para permitir su empleo militar. En Austria ha sido usado para cargar las granadas bajo el nombre de *ecrasita*, y su poder, aunque inferior al de la melinita o cresilita, es superior al de la dinamita Nº 1.

4. *Trinitronaftalina o naftita* ($C^{10}H^5(NO^2)^3$).—La trinitronaftalina es una substancia amarillo claro, ligeramente soluble en el agua, pero es soluble en el ácido acético y en el cloroformo. Su sensibilidad al choque es mucho menor que la de la melinita, pero requiere un detonador más poderoso para producir su detonación. Cuando se la enciende se quema sin explosión con una llama humeante y resiste el choque de un proyectil de arma menor.

Se le prepara nitrando la mononitro o la dinitronaftalinas, como mezcla de tres trinitronaftalinas isoméricas que funden a los 110º.

Al presente la naftita se usa muy poco como carga de granadas a causa de la dificultad de detonación mencionada arriba. Es sin embargo un explosivo poderoso que al hacer explosión en una bomba bajo una densidad de carga de 0.3 dá una presión de 3275 kg. por cm^2.

5. *Explosivos Favier y schneiderita.*—El explosivo Favier tiene una base de nitrato de amonio a la que se agrega una pequeña cantidad de hidrocarbón nitrado (que es por lo tanto muy poco explosivo). Siendo el nitrato de amonio un explosivo completamente insensible, la mezcla obtenida es marcadamente insensible, pero su temperatura de ignición es relativamente baja. Este conjunto de propiedades explica su empleo en las minas de carbón como un explosivo seguro. La mixtura de 90% de nitrato de amonio con 10% de mononitronaftalina, constituye la schneiderita empleada en el Creusot para cargar las granadas. Es un explosivo poderoso que se caracteriza por una fuerza de 8400 unidades y un potencial de 415 tonelámetros. Su velocidad normal de detonación, determinada por Dautriche, es de 3585 metros por segundo para el explosivo pulverulento.

Se ha dicho antes que los explosivos Favier no son sino muy ligeramente sensibles al choque. Así se ha encontrado que la schneiderita ha resistido el impacto de un proyectil o el choque de un gran peso, y cuando se colocó sobre un riel un cartucho de esta substancia, ha resistido el paso de un tren sin hacer explosión. Estas propiedades implican el uso de detonadores muy poderosos cuando se desea provocar su explosión.

6. *Bencita.*—($C^6H^3(NO^2)^3$).—La bencita o trinitrobencina es una substancia de color blanco cristalino que, cuando pura, funde a 121º—122º. Aunque es tan poderosa como la melinita (5) es mu-

cho menos sensible al choque que esta última. Además, no ataca los metales y cuando se le comprime,adquiere una densidad de 1.67.Finalmente, su velocidad de detonación, del orden de 7000 metros por segundo, es igual a la del ácido pícrico.

La trinitrobencina es un cuerpo extremamente interesante a causa de sus variadas propiedades. Desgraciadamente, su precio es tan elevado que limita su empleo. Así pues, no se le ha empleado sino para hacer bajar el punto de fusión y aumentar la plasticidad de la tolita.

Se le prepara oxidando el trinitrotolueno con bicromato de potasio en una solución de ácido sulfúrico por lo que se forma ácido trinitrobenzoico y éste, tratado con agua hirviendo, desprende el grupo CO^2 que cede la trinitrobencina. El alumbre de cromo formado que permanece en el licor de ácido sulfúrico, se recoge por concentración y cristalización y se convierte otra vez en bicromato.

7. *Derivados nitrados en la anilina*—La anilina ($C^6H^5NH^2$) es capaz de proporcionar una serie de explosivos que pueden ser empleados en la carga de los proyectiles. Examinaremos algunos de los más interesantes.

La *tetranitroanilina* se presenta como un cuerpo cristalino muy similar al ácido pícrico. Se le prepara calentando la metanitroanilina a 80° con una mezcla de ácidos concentrados. Es un explosivo extremamente poderoso, muy estable y contiene 25.6% de nitrógeno. Su densidad absoluta, 1,867, es relativamente muy elevada. Se descompone parcialmente a una temperatura que depende del modo como se da el incremento de temperatura en el tiempo en que la descomposición se efectúa. Así, si la velocidad de incremento es de 5° por minuto, la descomposición principia a los 216°—217°. Esto no da lugar a explosión. Es insoluble en el agua a temperaturas ordinarias; es muy soluble en la acetona. No ataca los metales. Por razón de este conjunto de propiedades es que la tetranitroanilina aparece de un uso muy ventajoso.

Otro derivado nitrado de la anilina, que es igualmente interesante desde nuestro punto de vista, es el tetril. Este cuerpo que es la tetranitrometilanilina ($C^6H(NO^2)^4NHCH^3$) contiene 24,2 de nitrógeno. Mas poderoso que el algodón pólvora o que la melinita, lo que es menos que la tetranitroanilina. Según el Teniente Coronel Koehler su calor de formación es —40,8 calorías. De aquí que el tetril sea un compuesto endotérmino, explicando esto,en parte, el poder de este explosivo. Se le prepara fácilmente actuando sobre el sulfato de metilanilina con una mezcla de ácidos. Al presente parece que sólo se le usa en la manufactura de petardos. Muchas de las otras propiedades que posee lo presentan como capaz de empleo en la carga de granadas. Notaremos sin embargo que su precio, como el del explosivo anterior, es mayor que el del ácido pícrico.

Notas de este artículo

1.—Sucedería de otra manera si se tratara de proyectar la carga de explosivo por medio de cohetes análogos a los anticuados cohetes de guerra.

2.—Sarrau ha mostrado que el valor de α para todos los gases, es muy próximo a $\frac{V}{1.000}$.

3.—Memorial de Pólvoras y Salitres, 1905-1906. Estudio de los efectos de explosiones a distancia. M. Lheure, informador.

4.—La artillería austriaca parece que ha usado, como experimento, la mezcla de nitrato de amonio y de aluminio conocida como *amonal*, pero la sensibilidad a la percusión y fricción de los explosivos que tengan base de aluminio parece que ha hecho suspender su empleo.

5.—Según Dautriche el poder de la bencita es 5% mayor que el del ácido pícrico.



Operaciones Navales

Tercera Conferencia

La Artillería y su distribución en los buques de combate.

Por el Capitán de Fragata
D. R. Marques de Azevedo.

Traducido de la Revista Marítima Brasilera

Vamos a disertar hoy sobre un tema, sin duda alguna, de los mas importantes que se pueden presentar al que estudia las cosas de la marina militar. El motivo es de naturaleza muy compleja, y todavía, ni las notabilidades profesionales, han podido ponerse de acuerdo, respecto a él. No tememos abordarlo, porque solo haremos una revista de la situación actual del problema, evitando, por consideraciones obvias, tanto como sea posible, introducir en nuestro estudio el punto de vista personal.

Trátase de la Artillería y su distribución en los buques de combate.

El Almirante Bacon decía en 1910:

"El futuro entero promete una transformación radical de nuestra actual opinión respecto a la táctica, pero podemos profetizar, confidencialmente, que el tamaño de los buques y poder de los cañones aumentará hasta que la guerra, el gran árbitro de todas las teorías, reforme o

reconstituya nuestra opinión, con respecto al armamento naval....."

En la misma época Sir William White recomendaba lo siguiente:

"Sin asumir el rol de profeta,opino que la repetición de la historia frente a la adopción de los grandes calibres, anuncia que, despues de algunos años, es probable una nueva repetición por regreso a los calibres mas moderados,conforme se adquiera experiencia y se hagan mejores pruebas de tiro con los grandes cañones que ahora se están usando.Todas las razones dadas para preferir el calibre de 13" 5 al de 12" se aplicarán también a un argumento en favor de cañones aun mayores; y puede suceder que antes de que la marea vuelva a cambiar, se monten todavía cañones mayores que los de 14", tal como se hizo ahora 30 años. Pero el cambio vendrá sin duda a su debido tiempo y por las mismas razones ya expuestas....."

Al espíritu menos observador, no podrá ciertamente escapar el hecho de la inconsistencia de orientación respecto al número, disposición y calibres de la artillería de los buques de las principales potencias marítimas.

La primera pregunta que, espontáneamente se presenta, se refiere a la razón de ser del número y calibre de la artillería necesaria para, en el mínimo de desplazamiento, llenar el principal requisito de un barco de guerra, con relación a un adversario, esto es, ponerlo fuera de combate en el mínimo de tiempo y con el minimun de daños para el atacante.

El problema de la artillería está intimamente ligado al acorazamiento y es, por consiguiente, natural que habiendo evolucionado la coraza, procure conservar el cañón, la superioridad que ultimamente había conquistado, aunque los acontecimientos de la guerra ruso-japonesa demostraron que las corazas no fueron perforadas sin embargo de no ser de tanto espesor como las actuales.

Incontestablemente, en el estado actual de las cosas, el cañón continúa siendo el árbitro de los combates, aunque, al decir del Almirante Bacon: "..... *el moderno acorazado no posee ya la incontrastable superioridad que en*

los viejos tiempos lo hacía el unico y completo árbitro del poder naval".

Cuando estuvimos en Norte América, en 1910, era generalmente aceptada la opinión de que los cañones de 12" representaban el mejor tipo de armamento principal y que su poder de perforación, en las distancias máximas de combate (efectivo), bastaba para las corazas existentes en los buques de todas las Potencias. Parecería por lo tanto que el cañón de 12" fuese el máximo calibre alcanzado, también porque..... "aunque sus trayectorias no sean tan rasantes como las de los cañones mayores, los ejercicios hechos en el mar con el cañón de 12" a distancias muy grandes, han sido sin ninguna duda excelentes. Por el mismo peso aproximado de los cañones, municiones montajes, mecanismos y coraza de protección, es posible optar por cinco pares de cañones de 12" en contra de cuatro pares de cañones de 13" 5. En otras palabras, si se supone obtener igual rapidez de fuego para los dos calibres, para un rendimiento de diez tiros de los de 12" solamente se obtendrá uno de 8 para los de 13"5. Es improbable que en el servicio efectivo se obtenga igual rapidez de fuego con los cañones mayores, *pero de cualquier modo las inevitables incertidumbres inherentes a la artillería naval hacen que el mayor número de tiros y de blancos hechos* por el cañón de 12" sea el punto mas importante de la comparación de su eficiencia con la de los cañones mayores....."

Si la perforación de las corazas principales, en combate a gran distancia, es un hecho de realización poco probable, aún para la artillería actual (porque también las corazas son mas fuertes), no solamente por los ángulos de caída de los proyectiles, sinó también, por los ángulos de incidencia de los planos de fuego, estando admitido que las incidencias normales son imposibles; si hay otros factores que también pueden intervenir para la inseguridad del impacto, ¿porqué entonces se aumentó el calibre de los cañones, reduciéndolos en número, siendo así que el principio regulador de la victoria es el que estableció Napoleón diciendo que: "*en los combates el número vencía*

siempre" y que en la Táctica Naval se traduce por el vocablo "*concentración*"?

Todos los que escribieron sobre la última gran guerra dicen que los buques rusos fueron batidos sin que sus corazas fueran perforadas. Por consiguiente, en esos combates, venció el número y no el tamaño de los proyectiles, y el diluvio de balas, a que hace referencia Semenoff, era de toda clase de calibres.

Busquemos, pues, en otras causas el verdadero motivo del aumento del calibre en perjuicio del volumen de fuego. Distancias de combate teórico; volumen de carga explosiva; situaciones tácticas; etc.; todo ha sido discutido y alegado por todos los apologistas, con el mismo resultado: incertitumbre!.....

Las razones presentadas como justificativas del aumento de calibre, se resumen en las siguientes:

1a. hacer posible *reducir las velocidades iniciales disminuyeudo la erosión en el interior de las cañones*, conservándose bastante poder de penetración y mayor energía en las grandes distancias;

2a. una trayectoria mas rasante y mayor exactitud de tiro en las distancias máximas;

3a. Obtener mayor capacidad de carga de explosión en cualquier especie de proyectil;

4a. Conseguir disminuir el número de cañones, con el aumento de calibre, teniéndose la seguridad de que, en una misma descarga de artillería gruesa, se obtiene mayor energía de impacto y mayores cargas explosivas.

Analizando cada uno de los puntos que constituyen los fundamentos de la argumentación de los que procuran un medio de superioridad sobre el enemigo con el aumento de calibre, debemos decir que es exacto que el mayor calibre permite, no solamente la reducción de las velocidades iniciales, sino también mayor velocidad remanente y mayor zona peligrosa para velocidades reducidas. Según las más recientes informaciones, estos valores se expresan en las curvas anexas y por las cuales se comprueba que el cañón de 12" y 50 calibres, puede penetrar, a la

distancia de 10000 yardas, la misma coraza que el cañón de 15" y 45 calibres, esto es, cerca de 15" de acero Krupp.

Es verdad sin embargo, que el cañón de 15", a esa distancia, puede penetrar cinco pulgadas mas que el 12"; pero, ¿constituirá ello una ventaja real? o, en otros términos, ¿tendrá el combate futuro resultados prácticos, a distancias superiores a 10000 yardas?.....

Algunas de las razones mencionadas no han sido realmente las preponderantes, pues, en exactitud de tiro y zonas peligrosas, el cañón de 12" tenía hechas sus pruebas, en tanto que los mayores no las han conseguido muy satisfactorias. Creemos, por eso, que el único motivo aceptable es el de la duración de los cañones. Estaba probado que la vida de un cañón de 12", con proyectil de 850 libras y velocidad de 3000 piés, no pasaba de 80 tiros y que después de 35 a 40 disparos la precisión disminuía considerablemente, de modo que no habiendo probabilidad de aumentar la eficiencia del tiro, en las distancias extremas, por el aumento de velocidades iniciales, ni tampoco de prolongar la vida de esos cañones, el único recurso fué el de procurar en el peso del proyectil, una compensación capaz de conciliar las necesidades opuestas, esto es, aumento de la vida del cañón y aumento de la energía remanente. Así creen, los técnicos, haber conseguido armas capaces de disparar un número mucho mayor de tiros, sin perjuicio de las cualidades balísticas.

De todos los medios experimentados contra la erosión, el único que de hecho disminuye los efectos de la alta temperatura y pasaje de los gases a alta presión sobre las estrías del rayado y la dilatación de las cámaras (para una misma longitud de ánima), es la reducción de la carga respectiva.

Los recursos que se pueden utilizar para aumentar la energía en el impacto, son los siguientes: mayor calibre, aumento de peso del proyectil; modificación de la forma de la ojiva, mayor velocidad inicial. En cuanto al aumento de peso del proyectil, debe tenerse presente que significaría aumento de carga o reducción del volúmen de la recámara para una velocidad dada. Pero uno cualquiera

de estos procedimientos redundaría en disminución de la vida del cañón y de la eficiencia del tiro.

Respecto a la forma de la ojiva, o mejor, al coeficiente de forma del proyectil, dándole una ojiva mas alargada, los resultados fueron altamente satisfactorios, habiéndose conseguido, en Estados Unidos, con una falsa ojiva, colocada por fuera de la cofia, "un incremento de 20 o/o" (Admiral Mason report.) sobre los proyectiles desprovistos de ese perfeccionamiento". El sistema consiste en adaptar una capa metálica, sobre la ojiva del proyectil, dando a ésta un radio de 7 calibres, proximamente. (Idea original: Contour-cap, del Comandante Davis, introducida en América en 1910).

Con la adopción del *contour-cap* y de la cofia, se aumentó considerablemente el "poder de penetración".

Respecto al aumento de velocidad inicial, este punto está fuera de discusión, porque lo que se pretende es evitar las causas que concurren a la disminución de la vida y precisión del cañón.

Como consecuencia de lo expuesto, se verifica que el aumento de calibres derivó, principalmente, de la necesidad de obtener cañones capaces de batir, en las distancias máximas, las corazas existentes, en mejores condiciones de durabilidad y exactitud. Aparte de esto, como el peso de la carga explosiva, aproximadamente, es proporcional al peso total del proyectil, o, mas o menos, al cubo del diámetro, se aumenta el efecto destructor en la relación del cubo del calibre, si bien lo hace con perjuicio del número de cañones o de otras características del buque.

Para conseguir una cierta compensación, se recurrió al establecimiento de los cañones en torres triples y cuádruples, fijándose en la economía de pesos y atendiendo también a las condiciones de utilización táctica del buque. La conciliación de esos diversos objetivos trajo, como consecuencia, nuevos surcos en las ideas dominantes sobre la táctica de combate.

Tablilla del cañón inglés de 15"

Calibre 15" 381 mm.
Peso 82. 5 tons.–83824 kilos
Longitud del ánima 40 calibres
Proyectil, [4 calibres] 1951 libras–788 kilos
Velocidad inicial 2300 pies-segundo–701 metros segundo.

Alcance Metros	Elevación Grados	Velocidad remanente M/S	Long. zona peligrosa blanco 9.1 alt.	Penetración acero Krupp 503 mm.
1000	0-36 m	679		
3000	1-53	637	256	
6000	3-59	577	113	394
9000	6-24	517	68	334
12000	9-19	469	45	288
14000	11-30	444	35	265
16000	13-56	423	27	246
18000	16-36	406	21	232
20000	19-31	395	17	223

Tablilla del cañón inglés de 14"

1000	0-28	737		524
3000	1-29	686	336	470
6000	3-17	616	141	400
9000	5-28	554	76	341
12000	7-58	497	48	291
14000	9-51	465	36	263
16000	11-57	439	29	241
18000	14-17	421	19	215

Calibre 14" 356 mm.
Peso 80,25 tons. – 81536 libras.
Longitud ánima 45 calibres
Proyectil [4 calibres] 1543 libras – 700 kilos
Vel. inicial 2510 p.s. – 765 m.s

Torre con dos cañones de 14"

Peso de los cañones	163 tons. métricas
Torre completa	509,45
160 tiros	154,43
Total	826,88 tns. métricas [1000 kgms]

Torre con dos cañones de 15"

Peso de los cañones	168,00 tns. métricas
Torre completa	554,20
160 tiros	185,33
Total	907,53

Sectores de fuego. Artillería principal

Contados de proa a popa

Arkansas—Americano	*Rivadavia*—Argentino
Hasta 15° de la proa 4 cañs.	8 cañs. dirección de la quilla
De 15° a 30° 6 „	6 hasta 30° de la proa
„ 30 „ 40 10 „	10 de 30° a 45°
„ 40 „ 90 12 „	12 „ 45 „ 90
„ 90 „ 135 12 „	12 „ 90 „ 130
„ 136 „ 150 10 „	10 „ 130 „ 135
„ 150 „ 165 8 „	8 „ 135 „ 150
„ 165 „ 170 6 „	6 „ 150 „ 180
„ 170 „ 180 4 „	8 directamente a popa

La distribución de la artillería a bordo de los grandes buques, naturalmente debería haberse orientado de acuerdo con principios tácticos claramente definidos. Esos principios deberían representar el resultado del estudio de guerras anteriores, o del estudio de las cuestiones tácticas, en los tableros del Juego de la Guerra o en las maniobras navales. Pero todo indica que el camino seguido en este caso, fué muy diferente de los otros. Solamente Inglaterra mantiene firme su principio contra "*too many eggs in a basket*".

A este respecto, el número de cañones ha sido de

ocho, diez, doce, trece y dieciseis en cada buque, de modo que, desde luego, se nota que no hay orientación de ningún orden, ni aún bajo el punto de vista de la necesidad de la concentración de los cañones en una misma unidad, por cuanto se ve una gran diferencia entre los tipos construídos en épocas relativamente cercanas. Los que defendían un mayor número de buques con menos cañones, en un desplazamiento menor, eran contradecidos por los que opinaban por la concentración en menor espacio, grandes distancias de combate, *fire-control*; etc., aunque con perjuicio de la coraza o de la velocidad. Ahora el resultado actual es muy diverso del que se podría esperar, esto es, existen buques de línea, con casi el doble del desplazamiento del "Michigan", con el mismo número de cañones, tres pulgadas mayores que los del buque americano. Por tanto, se sacrificó la concentración y el volumen de fuego por unidad para aumentar el peso de metal por salva, aunque con menor número de impactos.

Y como dice, muy bien, Sir William White:..... "es igualmente exacto que, en las actuales condiciones, en combates a grandes distancias, el fuego de doce cañones de 12", en tres buques, puede ser concentrado sobre un blanco, en cualquier punto de la formación enemiga, tan eficazmente como si estuviesen montados en un solo buque". "Mas aún, tres buques armados según los planos del "Michigan", podrían concentrar el fuego de veinticuatro cañones en cualquier punto de la formación enemiga, del mismo modo que dos buques del tipo "Arkansas", con un número igual de cañones..... y, en ciertas condiciones, los tres buques pueden aún tener mas ventajas que los dos "Arkansas" de conservar sus cañones sobre el enemigo, por establecer, la existencia de seis torres, en vez de cuatro, limitaciones al empleo de parte de la artillería, pues ya se ha verificado que la multiplicación de las posiciones de los cañones, en un solo buque, está acompañada por una gran interferencia y, probablemente por una disminución de la eficiencia del *fire-control*".

Pero acortando razones, toda la incoherencia procede de las exageraciones de la distancia de combate teórico y

de que la victoria depende de la primera andanada que se acierte. Decía Sir Trevor Dawson que..... "Es sabido, por ejemplo, que los últimos acorazados franceses tendrán cuatro torres con cuatro cañones de 14" cada una, dando una enorme andanada que puede ser perfectamente precisada para acertar blancos de todos los cañones. El resultado del disparo de dichos cañones,en tales condiciones, sería desastroso a 10000 yardas de distancia. La pregunta para el táctico es ¿Quién será el primero que reciba la andanada?.....

En la expectativa, que no hay motivo alguno que la justifique, de acertar a distancias excesivas, reside principalmente el origen de la falta de unidad de miras y del desacuerdo entre los profesionales.

Veamos, sin embargo, bajo el aspecto de la utilización táctica del buque, la influencia de la distribución de la artillería a bordo. Dos escuelas distintas han formado opiniones diversas sobre la distancia de combate.

Unos afirman que "las acciones navales serán decididas a distancias tales que, contando con la cantidad y exactitud del fuego, será posible asegurar la victoria antes de que ellas se reduzcan lo suficiente para permitir el empleo de otra artillería y de otros medios de combate". Otros parten del principio de que "el armamento debe ser tal, que asegure todas las ventajas en todas las distancias" y, pues, como dice Sir White..... "cuando se ha empeñado una acción, con la firme intención de llevarla a un término decisivo, es posible que se llegue a alcances cerrados y, por lo tanto, se debe insistir en que la elección del armamento no esté regulada por una serie de suposiciones que se refieren exclusivamente a los alcances extremos y que están continuamente sujetas a la eficiencia de alzas y telemétros, relativamente delicados, asi como a la de los aparatos que controlan el tiro"..... Estos argumentos nos llevarían a considerar inmediatamente, el problema del armamento mixto, pero como no se trata de eso, en este momento, continuaremos solamente con la cuestión de la artillería gruesa.

Bernotti dice "..... de un modo general, se puede

afirmar que el objeto de las maniobras tácticas, es la concentración de la ofensiva sobre una parte del enemigo.... .... y aunque;..... A fin de estar en condiciones de imponer la distancia, es preciso poseer, por lo menos, una de las ventajas siguientes: *a*] mayor velocidad; *b*] mayor amplitud de los sectores de ofensiva máxima....."

Varios han sido los diseños presentados para la consecución de esos fines. Respecto al agrupamiento de cañones, todos sabemos que, antes del aumento de los calibres, eran instalados por pares. Actualmente, exceptuando Inglaterra, la artillería principal se distribuye en torres triples y cuádruples; evidentemente, con el fin de economizar pesos, disminuír el largo y la superficie de la coraza, el desplazamiento, etc.; y, más que todo, debido a la preocupación del *fire control*, a la cual se están subordinando de un modo excesivo, con perjuicio de las consideraciones, no menos importantes, de que trataremos mas adelante, en el desarrollo de nuestros trabajos.

Hasta la época anterior a la aparición del "Michigan", que representa, mas que cualquier otro buque, la materialización de las ideas mas generalmente admitidas respecto a la táctica probable en los combates modernos, entre las grandes unidades navales, esto es, el emplazamiento de la artillería principal en cuatro posiciones, a lo largo de la línea media del buque, hasta esa época decíamos, en los diseños de las unidades de línea, se procuraba atender las diversas eventualidades de las situaciones tácticas, con las torres laterales y diagonales en escalón. De ese modo, los buques disponían de un volumen de fuego casi igual en todos los sectores en que se presentase el enemigo.

Despues de la aparición del "Michigan", pudiendo disponer de un poder ofensivo de 50 o/o en caza y en retirada, y no obstante la teoría, entonces generalmente aceptada, de que: "el fuego por la banda debería constituír el elemento esencial", se nota todavía la incertidumbre en el mundo técnico naval, pues se ha visto construír, hasta época reciente, acorazados con torres diagonales escalonadas. Inglaterra dudó por algún tiempo, pero mas tarde, adoptó la idea americana de emplazar la artillería en la

línea central. La adopción, hoy generalizada, de ese sistema, implica, en muchos casos, una pérdida de ¾ del valor ofensivo en algunos sectores del buque, en caza y en retirada.

No pudiéndose, sin embargo, a pesar de las ideas exclusivistas, menospreciar la importancia táctica de la "mayor amplitud de los sectores de máxima ofensiva", se procuró, al principio, por una conveniente separación y colocación de las torres, obtener un máximo de concentración en caza y retirada, como se ve en los esquemas de los sectores de ofensiva de los buques "Arkansas" y "Rivadavia" que, entre varios idénticos, hemos tomado para ejemplo. En el "Arkansas" se cubre con 100 o/o de fuego un sector de 50° para proa y 45° para popa, esto es, 12 cañones; en 60 grados se obtiene 83 o/o; en 75°, 50 o/o, y de 75 para proa 33 o/o del poder total del *broadside*. Esto quiere decir que el poder ofensivo disminuye muy rápidamente de una marcación de *50 grados*, hacia proa y hacia popa, que en este buque es el límite máximo para una posición táctica de máxima eficiencia y ventaja.

Aunque eso, ya por si sólo, representa el implícito reconocimiento de la necesidad del fuego de las extremidades, en los trazados mas modernos de los últimos acorazados, resalta más, todavía; la disposición que procura conciliar mejor las exigencias de la táctica, en general, con las ideas dominantes respecto al combate en línea de fila a grandes distancias. Por ejemplo, en los buques franceses de la clase "Normandie", armados con 16 cañones de 13".4 (340 m/m), en cuatro torres, se asegura un fuego de 50 o/o en los sectores de mas de 50°, a partir del plano central trasversal, hacia las extremidades.

La ventaja obtenida con tal disposición se expresa en lo siguiente: "a la distancia de 6000 metros, el máximo ángulo de incidencia [plano de fuego] con la normal, en que un proyectil de 305 puede perforar una coraza Krupp de 152 m/m, es de 39°. Lo que significa que, para una misma coraza, el buque puede tomar una posición mas inclinada que otro, sin correr los mismos riesgos.

Reaparece de nuevo la duda de la táctica teórica y es

la relativa a la ventaja o inconveniencia de esta o aquella formación, en el momento en que la escuadra se presenta al enemigo.

Dejamos al estudio de nuestros colegas esta interesante cuestión, seguros de que la dilucidarán mejor de lo que podriamos hacerlo individualmente, pero no sin poner de relieve su aspecto principal, un tanto descuidado, esto es, la influencia de los desvíos laterales de las salvas en combate, bien se trate del tiro singular de buque a buque, o del de concentración por grupos tácticos Este punto, debidamente estudiado, decidirá de la latitud que puede tener la táctica de combate, o sea la maniobra; pues, si nos aferramos a los principios mas o menos teóricos, los combates no podrán realizarse sino en formaciones paralelas, no sólo por lo dicho, sino porque los Jefes influenciados por las ideas preconcebidas en tiempo de paz, vacilarán para asumir posiciones que puedan ser condenadas por el parecer general, aunque los fundamentos de éste no sean mas que simples conjeturas.

— Armamento secundario —

En Marzo de 1910 decía Sir William White, ante el Instituto de los Arquitectos Navales, que:....."deseaba que constase que en ningún caso es recomendable colocar mas de ocho cañones principales en un sólo buque; y que estos cañones estarían mejor dispuestos en cuatro posiciones y deberían ser secundados por un armamento auxiliar poderoso y bien protegido".

Por algún tiempo Inglaterra no admitió en sus unidades otro armamento que el anti-torpédico de 4" y en los buques construídos hasta 1913,era ése el límite máximo q' recomendaba el Almirantazgo que no se excediera. Esa decisión, sin embargo, hubo de ser revocada, pues, desde 1913 los miembros del mismo Almirantazgo resolvieron adoptar, sin razones nuevas, el calibre de 6" para los acorazados por construir. La opinión era vana, pues no estaba justificada, ni por las conclusiones de la guerra ruso-

japonesa, ni por los buques construidos por Rusia despues de dicha campaña, ni siquiera, por el criterio adoptado en otras marinas europeas.

La utilidad de la artillería de 6", abordo de los grandes buques, parecía ignorada en Inglaterra, no obstante conservarla los japoneses, y, a pesar, también, de la opinión de algunos profesionales de ese país, que la recomendaban, basandose en los hechos de la guerra pasada y en las posibilidades de los combates futuros.

Repentinamente, cambia de opinión el Almirantazgo y adopta la artillería de 6" para armamento anti-torpédico de sus grandes uninades. Comprobamos, pues, el hecho de estar reconocida la necesidad de un calibre mayor que el de 4" en el armamento de los acorazados,cualquiera que sea la denominación que se le dé. Por consiguiente,tenemos que considerar la existencia de dos armamentos en un mismo buque y para fines diferentes.

Esta artillería, llamada antes secundaria y antitorpédica, en un buque de combate debe estar instalada en posiciones tales que permitan su utilización eficiente en cualquier instante. No nos ocuparemos de la cooparticipación de este armamento en el combate principal,porque, para ello, tendríamos que reproducir argumentos demasiado conocidos y cuya evidencia se ve en las narraciones del Comandante Semenoff.

La artillería anti-torpédica, en los buques mas modernos, que es de 5 a 6 pulgadas, debe situarse en posiciones bastante elevadas sobre el mar, con el fin de que no se repita lo que sucedió en la guerra de Oriente, en la cual los cañones no podían tirar debido a su poca altura sobre el mar, que cuando estaba algo agitado, invadía las baterías.

Estos cañones deben estar distribuídos en el buque en número suficiente para proteger los diversos sectores contra los ataques de torpederos.Parece que en esto no hay divirgencias; pero, tratándo de la protección a dárseles, el desacuerdo es completo. Unos juzgan que deben estar protegidos por el máximo de coraza existente en el buque, a

fin de que se pueda contar con la artillería en el momento oportuno. Otros, los americanos por ejemplo, creen, por los argumentos expuestos, en nuestra conferencia anterior, que esa artillería no debe tener coraza de ninguna clase.

Es verdad que el problema de dar a los cañones anti-torpédicos una protección capaz de conservarlos en perfecto estado, en todo momento del combate, complica grandemente el otro problema del acorazamiento del buque, puesto que la elevación, sobre la línea de agua, de los cañones, obliga a elevar mucho la coraza. Por este motivo, los americanos han preferido aprovechar el peso de esa coraza como refuerzo de la principal, dejando sin protección los cañones anti-torpédicos.

Cualquiera que sea la dificultad del problema para el constructor naval, lo que interesa al oficial de marina es poder disponer, en cualquier fase del combate, de los medios de repeler un ataque de la flotilla enemiga.

En conclusión, si tal armamento debe existir en los buques de línea, es preciso que esté protegido por una coraza suficiente, o, en caso contrario, debe estar en otras unidades especiales que formen la escolta de los grandes buques, para su guardia diurna y nocturna.

El emplazamiento o, en otros términos, las posiciones de esos cañones abordo, deben ser tales que no interfieran con la exactitud de la puntería de los cañones gruesos. Es un hecho comprobado que el tiro de las baterías de 6 pulgadas, cerca de los cañones grandes, produce, debido a la temperatura de los gases, un estado tal de refracción atmosférica que puede imposibilitar, por un tiempo apreciable, la utilización de los instrumentos telescópicos de las alzas de puntería de las torres.

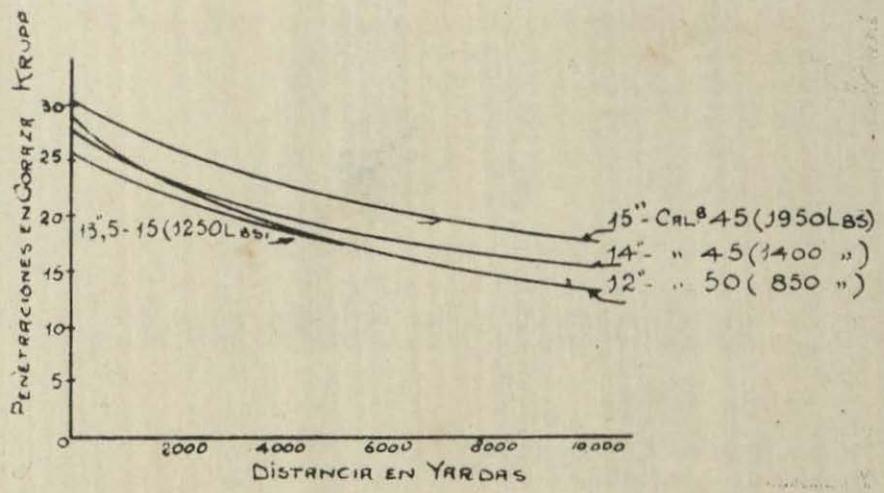
Resumiendo, se puede decir para nuestro modo de ver que los cañones de 6 pulgadas deben estar abrigados por la mayor coraza del buque; estar montados de modo de garantizar el máximo de fuego en caza y en retirada; tener el mayor ángulo de elevación posible; estar colocados a altura suficiente para ser utilizados en las condiciones

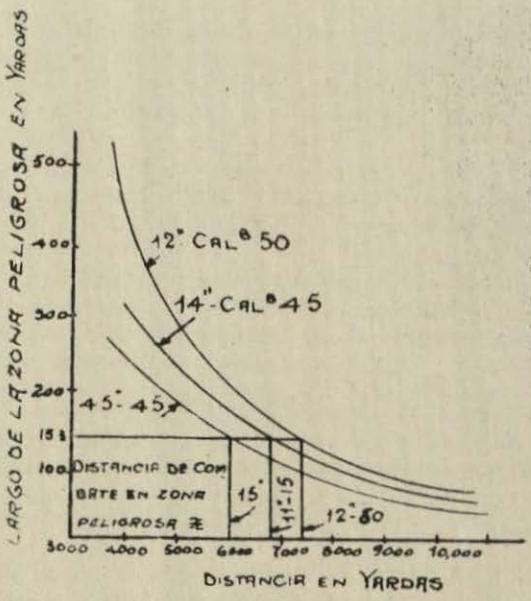
ordinarias de mar y estar en el mayor número posible y permitible por las condiciones de espacio y peso disponible.

Por la traducción

Víctor Escudero
Teniente 1o.







igual a la de la guerra ruso-japonesa



ESTADO MAYOR GENERAL DE MARINA
BIBLIOTECA

Breves apuntes sobre Termodinámica

Por el Ingeniero Inspector Doctor
D. Pedro Valladares.

1.—Consideraciones.—Cuando se considera la manera como actúa un motor térmico se ve, que cualquiera que sea su disposición y el conjunto de mecanismos que lo constituyen, su funcionamiento da lugar a que se transforme una cierta cantidad de calor en trabajo.

Esta transformación es esencial para que el motor llene su misión y llega a realizarse,porque todos los cuerpos se dilatan bajo la influencia del calor, produciéndose entonces un trabajo que es el que puede ser aprovechado.

Eso si, conviene recordar, que si bien todos los cuerpos cambian de volumen cuando aumenta en ellos la temperatura y son aptos para poder efectuar la transformación a que acabamos de hacer referencia, no todos la realizan en idéntico grado puesto que la dilatación varía en ellos notablemente según su estado. Los sólidos y los líquidos poseen un coeficiente de dilatación muy pequeño; y por otra parte, carecen de la propiedad característica de los gases de ser eminentemente dilatables; de manera que por este motivo solo los gases y vapores son los que se emplean en las máquinas para llegar a convertir en trabajo parte del calor que se les suministra.

Por otra parte, puede observarse, que si tomamos un gas, el aire por ejemplo, y tratamos de comprimirlo, para realizar esta disminución de volumen se gasta un cierto trabajo, ocasionando un aumento de temperatura que crece a medida que es mayor la energía mecánica gastada en la disminución de volumen del gas empleado. Hay pues una producción de calor que se relaciona con la

energía mecánica suministrada y que prueba la reciprocidad de transformación entre el calor y el trabajo.

Debiéndose tener en cuenta, que numerosos hechos físicos encaminan a hacer ver que existe una cierta relación entre el calor gastado y el trabajo producido, puesto que no es solo el trabajo de las máquinas que acabamos de considerar lo que nos hace ver que existe esa relación; sino también el frotamiento, el choque, etc; los que nos hacen ver también la transformación del trabajo en calor.

Las experiencias realizadas para hallar la relación existente entre el calor y trabajo han conducido a establecer la unión íntima entre los distintos fenómenos naturales. En esta concepción, comprobada, y que es orgullo de los tiempos modernos, se ha llegado a encontrar la relación que liga a la mayor parte de las fuerzas que actúan en la Naturaleza, unificando de este modo su origen, y admitiendo una sola causa para las transformaciones que de ellas se realizan.

Antes de llegar a esta explicación aparentemente sencilla y racional de las evoluciones realizadas en la materia, merced a las fuerzas físicas, los hombres de todas las edades se contentaron con admitir que los distintos fenómenos de la Naturaleza dimanaban directamente de la voluntad soberana de Dios, Fuente Eterna de las creaciones que se realizan en el Universo; llevando así a su espíritu, la satisfacción, o mejor dicho la comprobación fácil de todos aquellos hechos que manifestándose a sus sentidos, ocultan a la Causa primera que los produce.

Prescindiendo aparentemente de la Divinidad para elevarla aun más si es posible en sus concepciones, la Ciencia moderna ha llegado a admitir que las distintas manifestaciones naturales se derivan de una causa única, reflejo perfecto de esa Eternidad, en la cual un instante son los siglos y un infinitamente pequeño los grandes esfuerzos que el hombre realiza moral y materialmente a través de las edades.

Esa causa, que según sus modalidades en el Universo, metamorfosea a la materia, la modela y la transforma para originar desde un mundo hasta los más pequeños objetos que existen sobre él, que en una palabra es luz, calor, electricidad, magnetismo, afinidad química, y fuerza mecánica, y que podemos decir que es vida aunque no conozcamos su equivalencia con las anteriores manifestaciones, esa causa como decimos, ha sido designada por Young con el nombre de Energía; y debe la comprobación de su existencia no solo a las elevadas abstracciones sino a las medidas exactas realizadas por Joule, Fabre, Hirn, etc; en sus experiencias sobre la transformación recíproca del trabajo y del calor, con el fin de demostrar el principio enunciado por Mayer de Heilbronn, en Mayo de 1842, sobre la equivalencia de esas fuerzas naturales.

Este principio, sentado claramente en la Ciencia por vez primera, fué establecido por dicho sabio diciendo: "*que todas las ve-*

ces que se realiza un trabajo desaparece una cierta cantidad de calor, y que la cantidad de calor desaparecido es proporcional al trabajo realizado; este es el primer principio de Termodinámica, ciencia de la cual nos vamos a ocupar debido a su importancia en el estudio de los motores térmicos.

El primer principio a que hacemos referencia viene a ser complementado por este otro principio enunciado en 1821, por Sadi Carnot, diciendo que: *todas las veces que se produce un trabajo por la evolución de un cuerpo, se realiza un paso de calor de un cuerpo caliente a un cuerpo frío, y la cantidad de trabajo producido corresponde a la cantidad de calor trasportado. Esta cantidad no depende de la naturaleza del cuerpo que evoluciona sino solamente de las temperaturas del cuerpo caliente y del cuerpo frío entre los cuales se realiza la evolución.*

Célebres son las experiencias iniciadas por Joule, ejecutadas luego por un gran número de físicos entre los cuales se hallan Fabre, Hirn, Claussives y Zeuner, para encontrar la relación exacta entre el calor suministrado y el trabajo realizado.

Esta relación que se designa por A, cuyo valor todo el mundo sabe que es aproximadamente $\frac{1}{425}$, puede ser expresado analíticamente, como en las experiencias de Hirn por

$$A = \frac{Q-(Q'+Q_r)}{\mathcal{E}}$$

cuando Q nos representa la cantidad de calor P $(606'5+0.305\ t)$ contenida sobre 0° por un peso P determinado de vapor de agua antes de realizar un trabajo $\mathcal{E}$, siendo Q' el calor cedido al refrigerante y Q_r el calor radiado. La diferencia entre la cantidad de calor total y las que corresponden a las pérdidas en la refrigeración y radiación, es precisamente la parte de calor transformada en el trabajo $\mathcal{E}$. Estableciendo la relación entre el calor transformado y el trabajo realizado se tiene el valor A que es el equivalente calorífico del trabajo, el cual es igual a $\frac{1}{425} = 0'002353$; es decir que un kilogramento corresponde a la fracción de caloría que se acaba de indicar.

Reciprocamente, las cifras encontradas por Joule y después por un gran número de experimentadores del siglo pasado varían entre 423 y 460 kilogrametros por caloría. Después de un gran número de experiencias se ha admitido 425 kilogrametros como *equivalente mecánico del calor.* Lo que quiere decir que siempre que se produce una cantidad de calor igual a una caloría, desapa-

recen 425 kilogrametros. Hay que tener en cuenta, pues que $E = 425\ kgs$ y $\frac{1}{E} = A$.

Dado el primer paso, realizada la comprobación experimental de la unión íntima entre el calor y el trabajo, se ha podido de igual modo hacer lo mismo con otras fuerzas naturales, y a mérito, por decirlo así, de un estrecho parentezco hallado, se ha admitido, como se sabe, que la energía puede presentarse bajo las formas principales de *calor*, *trabajo*, *electricidad*, *afinidad química*, etc. En una palabra, cada una de estas manifestaciones es una forma de esa *Causa única* que llamamos Energía, puede cada una de ellas ser creada por una transformación como en el caso del trabajo realizado por una máquina de vapor; o también por varias transformaciones como sucede para producir la luz en una lámpara eléctrica de arco alimentada por una dinamo que es movida por una máquina térmica cualquiera; pero la energía, de la cual éstas no son sino modalidades, es indestructible.

Al considerar de esta manera los fenómenos que acabamos de hacer referencia, llegamos a la concepción de que en un sistema completamente aislado, la energía puede aparecer bajo sus diversas formas, sin variar absolutamente su valor total; de tal modo, que si una de las formas experimenta un acrecentamiento solo podrá éste realizarse como consecuencia de un debilitamiento de las otras.

Preséntase ante el espíritu esta concepción en toda su grandiosidad y siéntase en el mundo de la energía un principio idéntico al que rige la materia y que como sabemos, es el *principio de conservación*. Como brotan los sentimientos del alma para dar inspiración infinita a la Poesía y a la Música; así también de cada una de las formas de la energía se derivan infinitas gradaciones y matices,los cuales tienen como principio la única causa, Fuente Eterna en la cual ha encontrado, encuentra y encontrará un manantial inagotable la observación e inventiva de la humana inteligencia; es allí, por ese afán del espíritu de ir en pos de lo desconocido, en donde la Ciencia, sedienta siempre de saber, enlaza sus conocimientos y sus esfuerzos para avanzar en pos de infinitas sorpresas.

Galvani, por ejemplo, al observar las contracciones de la rana muerta al tocar los fierros de la ventana a que estaba colgada, no imaginó que esto iba a ser luego generalizado por Volta en su ley de los contactos, para seguir desarrollándose el conocimiento de semejantes fenómenos, gracias a la investigación y el estudio de numerosos sabios, hasta llegar a la Ciencia Eléctrica actual con sus portentosas aplicaciones.

Todos los motores que se emplean aplican el principio de transformación que hemos indicado. Los motores térmicos que motivan estas consideraciones sobre el calor,son,como sabemos,aparatos que para funcionar se necesita hacer arder un combustible a fin

de aprovechar el calor resultante de esta reacción química para hacer dilatar un gas o un vapor; la tensión que en este caso adquiere el fluído al actuar sobre una pared móvil que es el émbolo del cilindro, lo hace desplazarse realizando un trabajo.

Cuando el movimiento del émbolo llega al estado de movimiento uniforme, la resistencia que opone éste por unidad de superficie es igual a la presión media efectiva; pudiendo entonces deducirse fácilmente el trabajo efectivo realizado por el desplazamiento del émbolo.

En el caso que estamos considerando nos hace ver que para tener un trabajo continuo, puesto que el émbolo no puede desplazarse dentro del cilindro sino en una cierta longitud, se hace necesario que el émbolo vuelva hacia atrás y pueda por lo tanto realizar un movimiento rectilíneo alternativo; y para poder conseguir esto, es preciso producir un descenso de presión donde antes ésta era elevada, a fin de expulsar el fluído.

Es decir, habrá necesidad, para producir una evolución completa de calentar el fluído valiéndonos de un manantial de calor y luego producir su enfriamiento al contacto con un cuerpo frío que en este caso toma el nombre de refrigerante.

Si se designa por $\tilde{e}$ el trabajo realizado; éste según la definición sabemos que es el producto de la fuerza por el camino recorrido. La fuerza es la presión media unital p por la sección S del émbolo, y el camino es la carrera C del émbolo en el cilindro. De este modo se tiene:

$$\tilde{e} = p \times S \times C.$$

Pero hemos dicho que $\tilde{e}$ es a su vez

$$\tilde{e} = \frac{Q-(Q'+Q_r)}{A} = E\,[Q-(Q'+Q_r)]$$

De modo que siempre que sepamos que Q es la cantidad de calor absorvido por el cuerpo y $(Q'+Q_r) = q$ la cantidad cedida al refrigerante estamos en condición de medir el trabajo.

Este trabajo se realiza desde que establezcamos, por lo tanto, paso de calor de un cuerpo caliente a un cuerpo frío y se hará tanto más grande cuanto mayor sea el calor desaparecido.

Las máquinas térmicas tiene su fundamento teórico en los dos principios que hemos mencionado, su estudio así como las múltiples deducciones que de ellos se han hecho constituyen la ciencia que vamos a estudiar ligeramente.

2.—Termodinámica.—Teniendo en cuenta las ligeras consideraciones que acabamos de hacer podemos definir la Termo-

dinámica diciendo que es la ciencia que se ocupa de las leyes que rigen la transformación del calor en trabajo; así como de las propiedades que caracterizan a los cuerpos empleados en esta transformación. Se ve pues que su estudio tendrá como finalidad establecer la equivalencia del trabajo mecánico y del calor.

3.—Energía mecánica y sus formas.—La energía mecánica a la cual vamos a determinar su equivalencia con la energía térmica, se sabe que es la capacidad de producir un trabajo mecánico. Ella la podemos considerar bajo dos formas: una en la cual la energía permanece en estado latente; es decir que no opera, pudiendo permanecer así disponible por un tiempo más o menos largo y también indefinidamente y la cual forma constituye lo que se designa con el nombre de *energía potencial*, tal es por ejemplo el vapor de la caldera cuando aun no se ha abierto la válvula de toma de vapor para enviar este fluído a la máquina; en cuanto a la otra forma es aquella que se verifica cuando la energía pasa del estado potencial a producir un trabajo; entonces del estado de inactividad pasa al de movimiento en el cuerpo considerado y se llama *cinética*.

En este último caso, esta forma de la energía puede medirse por el trabajo que podría suministrar hasta agotarse completamente y su valor en la práctica se mide en kilogrametros.

4.—Trabajo de una fuerza suponiéndola constante en magnitud y dirección.—Cuando se trata de llegar a determinar la equivalencia entre el calor y el trabajo, los principios estudiados y establecidos en mecánica son esenciales.

Consideremos un punto material sometido a la acción de una fuerza F constante en magnitud y dirección, cuando se desplaza una longitud l en el mismo sentido de la fuerza; entonces decimos que el punto material realiza un *trabajo* que, como se ha estudiado en mecánica es el producto de la fuerza F por el camino recorrido; debiendo este producto Fl afectarse del signo $+$ si el punto material se mueve en el mismo sentido de la fuerza y del signo $-$ en el caso contrario.

La fuerza F obrando sobre el punto material cuya masa llamaremos M le comunica como sabemos una aceleración a tal que se tiene $F = M.a$; es decir que la fuerza queda definida por el producto de la masa M por la aceleración a, que como se sabe, es a su vez el cociente $\frac{dv}{dt}$ del acrecentamiento de la velocidad por el incremento del tiempo.

Según lo que acabamos de decir fácil es fijar la unidad de trabajo cuando se ha fijado la de fuerza.

En el sistema CGS, la unidad de fuerza es la fuerza que apli-

cada una masa de un gramo, le comunica la aceleración de un centímetro en un segundo. Esta unidad ha recibido el nombre de *dina*, como se sabe. En la práctica la unidad de fuerza es el kilogramo que equivale a 978×10^3 dinas.

Entonces diremos que se realiza la unidad *CGS* de trabajo, *cuando un punto material, sometido a la acción de una fuerza constante igual a la unidad de fuerza se desplaza en la dirección de dicha fuerza a la unidad de longitud.*

La unidad de trabajo recibe el nombre de *erg*, y corresponde a la unidad de fuerza trasladada a un centímetro de distancia, la cual fácilmente tiene su equivalencia con las unidades prácticas de trabajo empleadas; así el kilogrametro está expresado, en el supuesto que el gramo vale exactamente 978 dinas, por

$$978 \times 1.000 \times 100 = 978 \times 10^5 \, erg^5.$$

Si ahora, según lo que hemos definido tomamos una fuerza constante en magnitud y dirección cuyo punto de aplicación siga una trayectoria cualquiera; siendo ésta por ejemplo, la pesantez; y a_0 y a_1 son las alturas de dos puntos A_0 y A, encima del plano horizontal. El trabajo $\tilde{e}$ efectuado por la pesantez para desplazar el punto material se obtendrá multiplicando la fuerza por la suma de las proyecciones de los elementos de la curva $A_0 A$ recorrida según la dirección de la fuerza,

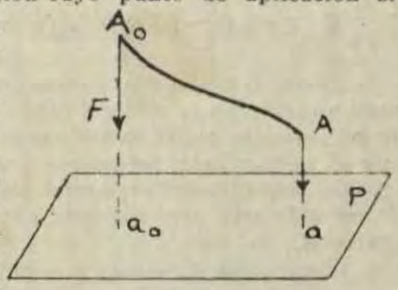


Fig. 1

suma que no es otra que la diferencia $a_0 - a$ de las alturas de los puntos A_0 y A con relación al plano P; es decir que se tendría:

$$\tilde{e} = F \, (a_0 - a)$$

Pero si la masa del punto material considerado es m y g es la aceleración de la gravedad en lugar en donde está situado el cuerpo, la expresión de $\tilde{e}$ estará dada por

$$\tilde{e} = mg \, (a_0 - a)$$

puesto que la fuerza $F = mg$.

Según la expresión que acabamos de indicar, el valor de $\tilde{e}$ no cambia mientras permanezcan fijos los puntos A_0 y A, cualquiera que sea las modificaciones que sufre la trayectoria en el intervalo que media entre ellos. Pudiéndose entonces expresar, *que el tra-*

bajo $\tilde{c}$ es independiente de las posiciones intermediarias por las cuales pasa el punto material cuando se desplaza de A_0 a A.

5.—Trabajo de las fuerzas aplicadas a un sistema.—Consideremos un cierto número de puntos materiales, constituyendo un sistema, cuando se desplaza y se deforma bajo la acción de fuerzas que solicitan esos diversos puntos, el trabajo efectuado entonces por esas fuerzas, será por definición, la suma de los trabajos efectuados en el desplazamiento de sus diversos puntos materiales.

Si suponemos que este sistema de puntos materiales se desplaza y se deforma bajo la acción de la pesantez, y designamos por m, m', m''..... las masas de dichos puntos que componen el sistema; siendo a, a', a''.....las alturas sobre el plano horizontal al principio del desplazamiento; mientras que a_1, a_2, a_3, etc; son sus alturas sobre el mismo plano al fin del desplazamiento, se tendrá que el trabajo total realizado por el sistema estará expresado por

$$\tilde{c} = mg\,(a-a_1) + m'g\,(a'-a_2) + mg\,(a''-a_3) + ...$$

Ahora, si se tiene en cuenta que, el momento de cada uno de estos puntos con relación al plano, considerado cada uno de ellos en su posición inicial, estará expresado respectivamente por $mg\ a$, $m'g\ a'$, $m''g\ a''$, etc; tendremos que la suma de estos momentos es igual al momento del peso total del sistema con relación al plano P, estando este peso aplicado a la posición inicial del centro de gravedad.

Entonces si se designa por M la masa total del sistema o sea $m+m'+m''$..... y por A_0 la altura inicial del centro de gravedad sobre el plano, se tendrá

$$mg.\ a + m'g\ a' + m''g.\ a + ... = Mg\ A_0$$

Del mismo modo si se designa por A la altura final del centro de gravedad sobre el plano, se tendrá:

$$mg\ a_1 + m'g\ a_2 + m''g\ a_3 + ... = Mg\ A$$

Teniéndose entonces, por consiguiente, como expresión del trabajo

$$\tilde{c} = Mg\ (A_0-A)$$

Pudiendo entonces enunciarse lo siguiente: *cuando un sistema material se desplaza y se deforma de una manera cualquiera;*

el trabajo efectuado por la pesantez es el producto del peso del sistema por la altura de caída del centro de gravedad, y es independiente de la forma de trayectoria seguida por su centro de gravedad.

6.—Trabajo producido por un sistema cualquiera.—Consideremos el trabajo $\mathcal{E}'$ igual y de signo contrario al trabajo $\mathcal{E}$ realizado por la pesantez sobre el sistema precedente y tendremos

$$\mathcal{E}' = -\mathcal{E} = Mg\,(A_0 - A)$$

Este trabajo $\mathcal{E}'$, es, como se ve, el trabajo que es suceptible de producir el sistema material pesado cuyo centro de gravedad pase de A a A_0.

Generalmente se llama *trabajo efectuado por un sistema*, el trabajo igual y de signo contrario al trabajo de las fuerzas aplicadas a este sistema.

La expresión que antes hemos indicado está lejos de ser general, pues como se sabe, se demuestra en mecánica, que *cuando un sistema sometido a ciertas fuerzas sufre una modificación determinada, en general, para conocer el trabajo producido por el sistema, no es suficiente conocer el estado inicial y el estado final entre los cuales se ha realizado la modificación, sino que es preciso conocer toda la serie de estados intermediarios por los cuales ha pasado el sistema.*

Así pues, habrá por consiguiente, condiciones en las cuales el trabajo realizado no depende sino de los estados inicial y final, como sucede cuando un gas permanece a presión constante p y evoluciona pasando de un volumen v_0 a v_1 que se tendrá

$$\mathcal{E} = p\,(v_1 - v_0)$$

Pero en el caso en que las presiones se modifican a la vez que los volúmenes el valor del trabajo $\mathcal{E}$ dependerá de los estados intermediarios por los cuales el volumen v, pasa de v_0 a v_1 y estará dado por

$$\mathcal{E} = \int_{v_0}^{v_1} p\ dv.$$

expresión de la cual nos ocuparemos oportunamente.

7.—Potencial externo.—Cuando las fuerzas que solicitan un cuerpo son tales, que para conocer el trabajo efectuado

durante una modificación, basta conocer el trabajo inicial y el estado final, se puede hacer corresponder una cierta magnitud a cada uno de los estados límites, y entonces el trabajo efectuado a través de una cierta modificación estará simplemente expresado por el exceso del valor final de esta magnitud sobre el valor inicial.

Es decir que si A_1 es el valor final y A_0 el valor inicial de esta magnitud A el trabajo $\tilde{\sigma}$ estará expresado por

$$\tilde{\sigma} = A_1 - A_0$$

Se dice entonces que el cuerpo admite un potencial externo representado por esta magnitud A.

Así en su cuerpo sometido a la acción de la pesantez el potencial externo será $Mg\ A$. Del mismo modo, un cuerpo sometido únicamente a la acción de una presión uniforme y constante p, admitirá como potencial pv.

8.—Fuerza viva.—Consideremos un sistema constituído por puntos materiales cuyas masas son m, m', m''..... al cual supondremos en movimiento; las velocidades de sus respectivos puntos en un instante dado, podrán ser v, v', v''..... y la cantidad de energía o sea su fuerza viva sabemos que estará expresada por

$$W = \tfrac{1}{2}\,(mv^2 + m'v'^2 + m''v''^2 + ...)$$

Como se ve pues, la fuerza viva del sistema será una cantidad esencialmente positiva, y solo será nula en el caso de que el sistema esté inmovilizado.

Si ahora consideramos el sistema cuando pasa de un estado inicial para el cual la energía es como W_0, hasta un estado final tal como W_1, sabemos por el teorema de las fuerzas vivas que dice: *si se considera, durante un período de tiempo cualquiera, un sistema en movimiento, la pérdida de fuerza viva durante este tiempo es igual al trabajo realizado por el sistema;* que el trabajo $\tilde{\sigma}$ estará expresado por

$$\tilde{\sigma} = W_0 - W_1$$

9.—Trabajo externo y trabajo interno.—Vamos a definir que viene a ser el *trabajo interno* y el *trabajo externo* en un sistema. Cuando se considera un sistema de cuerpos sometido a la acción de otros, por ejemplo, se puede tener en cuenta que el trabajo producido por dicho sistema se compone de dos partes; el *trabajo externo* y el *trabajo interno*. El primero de éstos es el producido por el sistema para resistir a las fuerzas que ejercen sobre

él los cuerpos exteriores; en cuanto al segundo, es el trabajo realizado por el conjunto de cuerpos que forman el sistema para ejercer acciones unos sobre otros.

Fácilmente podemos darnos cuenta de la clasificación que acabamos de hacer si consideramos, por ejemplo, la *tierra* y la *luna* como formando un sistema, sobre el cual el *sol* y los demás planetas ejercen una serie de atracciones. En este caso el trabajo externo será el trabajo producido por la tierra y la luna para resistir estas atracciones. En cuanto al trabajo interno serán las atracciones recíprocas que ejercen entre sí la luna y la tierra.

10.—Pérdida de la fuerza viva y desprendimiento de calor en un mecanismo abandonado a sí mismo; su equivalencia.—Si ponemos un mecanismo en movimiento, sus diversas partes adquirirán velocidades diferentes de cero, lo que hará que su fuerza viva tome un valor positivo que podemos hacer igual a W_0. El conjunto de cuerpos que constituyen el mecanismo debería permanecer invariable mientras tanto dure el funcionamiento.

Si ahora, lográsemos desprender el mecanismo de toda acción, es decir que pudiera moverse sin que ninguna fuerza obrase sobre él; cabe aquí preguntar ¿se movería indefinidamente?

Si para responder a esta cuestión aplicamos el teorema de las fuerzas vivas; llegaríamos a la conclusión de que el mecanismo considerado conserva su movimiento indefinidamente. En efecto, siendo nulas las fuerzas que obran sobre el sistema, este sistema no produciría trabajo y puesto que el primer miembro de la expresión

$$\mathcal{E} = W_0 - W_1$$

es nulo, el segundo también lo sería. La fuerza viva del sistema conserva, por consiguiente, siempre un valor invariablemente positivo, lo que exige que en el sistema haya siempre una de sus partes en movimiento.

Pero la respuesta hallada es contraria a lo que muestra la experiencia, la cual nos enseña, que todo mecanismo abandonado así mismo, se detiene al final de un tiempo más o menos largo.

La fuerza viva del sistema en lugar de permanecer constante, disminuye sin cesar; de modo que si se quiere hacer permanecer el mecanismo en movimiento y que la fuerza viva permanezca invariable, será preciso suministrarle trabajo.

En resumen, como consecuencia, el trabajo producido por el mecanismo es seguramente negativo; pero no es esto únicamente.

Los cuerpos que componen los mecanismos *reales* no están en estado invariable, experimentan una modificación, puesto que al calentarse su temperatura se eleva. Para mantenerlos en un estado invariable, para que su temperatura pueda tener un valor constante, se deben enfriar, lo cual les obliga a ceder una cierta cantidad de calor a los cuerpos extraños.

Siendo preciso reconocer que en un sistema de cuerpos que guardan un estado invariable; pero que están animados de un cierto movimiento, poseen las propiedades siguientes:

1º. El trabajo $\tilde{c}$ producido por el sistema durante un lapso de tiempo determinado es inferior a la disminución $W_0 - W_1$ que experimenta la fuerza viva en el mismo tiempo y por lo tanto

$$\tilde{c} - (W_0 - W_1) < 0$$

2º. El sistema emite durante el mismo período de tiempo una cierta cantidad de calor. Designando esta cantidad de calor por Q, y admitiendo como positiva las cantidades de calor absorvida, y como negativas las cantidades desprendidas; se tendrá en el caso que estamos considerando que $Q < 0$.

Es así pues como puede admitirse que las dos cantidades Q y $\tilde{c} - (W_0 - W_1)$, que tienen el mismo signo están en una relación constante, es decir que se tiene el valor

$$\frac{\tilde{c} + W_1 - W_0}{Q} = E$$

que es el equivalente mecánico del calor.

Haciendo $Q = 1$ resultará $E = \tilde{c} + W_1 - W_0$ es decir que el equivalente mecánico del calor es el trabajo que corresponde a la unidad de calor, cuyo valor antes hemos indicado.

Y reciprocamente para

$$\frac{Q}{\tilde{c} + W_1 - W_0} = \frac{1}{E} = A$$

si hacemos $\tilde{c} + W_1 - W_0 = 1$ resultará $Q = A$ que nos dice que el equivalente calorífico del trabajo es la cantidad de calor que corresponde a la unidad de trabajo.

(*Continuará*).

DE LAS NOTAS

Se impone con toda urgencia orientar nuestro criterio en lo referente a los calificativos, puesto que con ellos—se ha demostrado en las últimas promociones—está en nuestras manos la suerte de los Oficiales de la Armada.

En esta cuestión, lo que estimamos necesario es que en la provisión de ascensos hay a un regulador que,lógicamente, y a semejanza de lo que hacen otras naciones, sea el *ejecutivo*, podemos decir; aquél que norma toda evolución teniendo por base la proporcionalidad adecuada de derechos y deberes cumplidos, junto con conocimientos y capacidad intelectual, coeficientes que actualmente arrastran entre nosotros un marcado déficit muy nocivo a la satisfacción interna.

Para el estudio general de este tema hay que desarrollar tres puntos principales, procuraremos hacer lo mas amplia y claramente para ver si al fin hemos conseguido lo propuesto.

De los Exámenes

a) *Concepto del examen.*—El examen como nosotros lo aplicamos e interpretamos en nuestras promociones, no es mas que una oportunidad de entrenar provechosamente las inteligencias de nuestros Oficiales, no cabiéndonos por consiguiente el derecho, por ningún motivo, de califi-

car otra cosa que la precisión, fina observación, discernimiento, percepción, profundidad, penetración, etc., datos todos que manifiestan el espíritu analítico y capacidad intelectual del individuo y que jamás deben pasar desapercibidos por el Jurado examinador quien, menos aún, pondrá sus calificativos influenciado por pasiones o teniendo en cuenta otras condiciones del calificado.

En este concepto, puede un Oficial bien preparado, obtener hasta el calificativo de 20 si resuelve satisfactoriamente las proposiciones dadas.

b) *Examen de concurso.*—El concurso está definido por la oposición que por medio de ejercicios científicos, artísticos, literarios, de méritos etc., se hace para obtener cátedras, premios pecuniarios, ascensos etc.

Entre nosotros, los programas para cada jerarquía son tan amplios que en el momento de examen se procede a señalar a cada Oficial, ya por medio de balotas o con preguntas sueltas y *rebuscadas* o ya al capricho del Jurado, temas, que muchas veces cojen de sorpresa al Oficial mejor preparado.

El examen se convierte así, en un juego a las escondidas, traducido en un mutuo engaño dependiendo el que el Oficial salga o no aprobado, de un coeficiente, que después estudiaremos.

Para esta clase de examen, se ha presentado el caso, últimamente, de llamar a tres promociones contra todo principio equitativo. Algunos de la 3a. promoción, por suerte, o por los motivos *a* o *b*, sacaron mejor nota que otros Oficiales de la 1a. promoción y se nos ha presentado a la vista—sin llegar a nuestra comprensión—el descubrimiento de un raro caso "que el examen llevado en la forma que dejamos anotado ha tenido la mente de ser de concurso".

Hacemos una pregunta ¿Cabe en tales condiciones de examen el establecer concurso? Nó.

Pero aprovechemos de esta oportunidad para exponer nuestra idea respecto a la conveniencia de establecer el examen de concurso, única forma de poder apreciar la capacidad y preparación de un Oficial en todo orden que se conside-

re: redacción, disertación, preparación etc., concurso que debe ser público y notorio, porque ante la publicidad de los trabajos resultaría difícil la postergación del mérito y el avance de la ineptitud; pero repetimos, dando a conocer siempre,—en esta Revista por ejemplo—los trabajos de unos y otros, quedando asegurada así la justicia, ante el gran tribunal colectivo. Sólo ésta es la garantía primera de las debilidades de los hombres—que no dejan de existir en la marina—y solo así puede ahogarse, ante la evidencia de los hechos, toda protesta del inepto, mientras se dá al meritorio, justo galardón de gloria, manjar honroso que constituye sin duda la mas alta y pura recompensa.

Decimos, pues, que debe establecerse el concurso reglado y para el caso, debe procederse de la siguiente manera:

Se señalará con toda anticipación, los temas que va a comprender el concurso, temas que deben ser mas o menos amplios según sea la gerarquía del examinado. [1]

Me circunscribo tan sólo a la orientación general, pues las materias por gerarquía están definidas o pueden definirse fácilmente.

Supongamos que se necesitan llenar 5 vacantes de Capitanes de Corbeta.

Se llamará a examen de concurso a la mas antigua promoción de Tenientes 1os. que supongamos conste de 8 oficiales.

Llegado el día del examen señalado por el Jurado, todos los candidatos ocupan una carpeta—para el caso, el local apropiado es la Escuela Naval—. El Secretario sacará en suerte el tema que debe desarrollarse cuyos enunciados los dictará en alta voz.

---

(1) Este concurso no debe comprender sino a los Tenientes Primeros para la clase inmediata superior.

Las clases de Alféreces de Fragata y Tenientes Segundos deben considerarse sólo de tránsito y como una consagración al aprendizaje profesional, antes de empezar a cubrir el verdadero servicio de Oficiales de Cargo.

Al cumplir, pues, con su tiempo de ley y llenado el requisito de salir aprobados en sus exámenes deben ser ascendidos sin *esperar vacantes*.

Cada candidato debe sacar de una ánfora, una balota que le indicará la firma o seudónimo único que debe emplear en su trabajo, para de esa manera destruír pasiones favorables o adversas en el momento de la calificación.

Completamente aislados procederán los candidatos a la resolución y desarrollo del tema en un plazo determinado, por ejemplo, dos horas.

Terminado su trabajo, doblará en cuatro las hojas de papel y personalmente en presencia del Jurado lo depositará en una ánfora, retirándose enseguida de la sala. El Jurado no deberá sacar los temas depositados en el ánfora, mientras no hayan sido depositados todos y previamente mezclados.

El candidato guardará la balota de su pseudónimo como comprobante de su autenticidad.

Después de leída su nota por el Jurado examinador, le queda el derecho al candidato de guardar el secreto de su nombre devolviendo la balota directamente a la ánfora sin pasar por el Jurado. (2)

Dentro de estos examinados, unos por la mas alta nota y los otros por antiguedad---según determine el Estado Mayor---llenan las cinco vacantes de Capitanes de Corbeta, siempre, desde luego, que hayán sido aprobados.

El exámen escrito, ya lo hemos dicho, deberá ser publicado y el oral, puede ser o del mismo tema o de cualquiera de los otros que han quedado pendientes dentro del ánfora, esto ya, a voluntad del Jurado.

Llenadas las 5 vacantes, los otros tres, si han salido aprobados, conservan sus notas para el próximo concurso, para el cual deben ser llamados nuevamente, junto con la promoción siguiente que tambien por ley tiene el mismo derecho.

Esta es la única forma en que pueden quedar englobadas dos promociones.

---

(2) El Secretario del Jurado debe quedar completamente prohibido de calificar, porque por razones propias de su cargo puede llegar a conocer a quien pertenece tal o cual trabajo y compensar los calificativos a voluntad—casos que se han presentado frecuentemente—.

Se entabla entonces el concurso nuevamente entre estos tres y la otra promoción para llenar las nuevas vacantes que se declaren, y así sucesivamente.

Esta es en resumen la forma lógica del examen y que al señalarla no nos guía otro deseo que el de justicia y método que debe haber tratándose de un asunto en que está de por medio el porvenir de un Oficial.

Tampoco se hace con la pretensión de que al ser leída sea aprobada la idea, nó; pero si queremos cooperar con un grano de arena sobre el asunto, junto con los llamados a reglamentar.

2o. *Coeficientes de simpatía o de adversión.*—Los hombres y las sociedades humanas como colectividades de hombres, no pueden substraerse a las pasiones que, combatiéndonos o a apoyándonos sin cesar, ponen a diario de relieve todas las debilidades y todas las miserias de nuestra flaca naturaleza.

Y si estos coeficientes no excluyen a ninguna raza ni nación de las que pueblan el Orbe, con mayores razones se patentizan entre nosotros que por múltiples motivos no sólo no hemos llegado a la mayor edad en nuestra educación social, política y administrativa, sino, que somos por especialísimo sello psicológico, mas propicios quizá que otros, a la impresión momentánea, sin método, sin estudio, sin meditación, desinterés y frialdad con que debe resolverse todo aquello que en el futuro, forzosamente ha de arrastrar escuela inevitable de rencor o simpatía, traducido en adulación.

Y con esa impresión momentánea del concepto de un Oficial, haciendo abstracción completa del examen a que ha sido sometido; pero tomando como pretexto este examen e influenciado por la simpatía o adversión, el candidato obtiene alta o baja nota, sin concordancia con el examen rendido.

Estos coeficientes son actualmente, entre nosotros, temibles enemigos de quienes debemos preservarnos, apesar de que reconocemos de que con esta protección, o reprobación arbitraria así como se ha dotado al Cuerpo de buenos y dignisimos Jefes y Oficiales, también han salido

pospuestos otros sin un motivo justificable dentro de nuestro régimen y situación actual.

3o. *Nota de concepto.*—Por concepto, en la acepción que nosotros debemos tomarlo, se entiende, la estimación, consideración y valia de un individuo, formado en la mente del superior, después de haber sido examinado en todas las circunstancias.

Disputan los filosófos, si los conceptos pueden llamarse o no verdaderos, y como en todas estas disputas filosóficas sucede, unos están por lo negativo y otros por el afirmativo.

Tomemos nota del detalle de la disputa entre filósofos y dejémosles que sigan tranquilos en sus discusiones y solamente copiemos los siguientes conceptos que nos anotan:

1o.—Por su valor objetivo:—*Verdaderos y falsos.*

2o.—Por la perfección de la representación.

a) *adecuados* e *inadecuados.*

b) *claros* y *oscuros.*

c) *distintos* y *confusos.*

3o.—Por razón del modo como la persona o el objeto se ofrece a la mente:

a) *concretos* y *abstractos.*

b) *intuitivos* y *abstractivos.*

4o.—Por razón de su extensión: *individual, particular, universal* y *trascedental.*

5o.—Atendiendo a su comprensión: *simples* y *complejos.*

Y cierran su variedad de conceptos estos señores, diciéndonos que "no habiendo en el concepto o simple aprensión ninguna afirmación ni negación, no se puede decir del entendimiento que no hace mas que concebir, ni que se equivoca ni que acierta, y, por tanto, tampoco puede atribuirse al concepto verdad o falsedad lógica."

Corremos traslado y seguimos nuestra discertación.

Para poner una nota de concepto, habrá necesariamente que reglamentar y unificar los conceptos en todos los superiores llamados a calificar, lo cual es imposible y se ha visto que mientras en un buque un Oficial obtiene

como nota de concepto 20, este mismo Oficial en otro buque apenas si alcanza 14 o 15, habiendo trabajado y dado quizá mayores motivos y circunstancias para llevar mejor nota y ser mejor estudiado.

Es cuestión de concepto del superior solamente.

El sistema de simple examen, el de concurso, el de influjo y aún el de la intriga son preferibles porque todos tienen defensa; pero el del concepto arbitrario influyendo decisivamente en el ascenso, resulta demasiado cruel y no le deja otro camino a uno que el de la muda protesta y santa resignación.

Ya lo dijimos antes: la ley que hoy nos rige no marca otra línea de conducta a que sujetar las preferencias de los ascensos que la de salir aprobado en los exámenes a *granel.*

Todos los de la Armada, tenemos un mismo origen profesional y nuestros conocimientos son, puede decirse, iguales.

En tales circunstancias de personal, mejor dicho habiendo casi homogeneidad, se intercala sorpresivamente el factor concepto como nota, no debiendo entrar como tal para ser promediado con la de examen, sino como informe conciso, reducido a pocas cosas y éstas terminantes, tales, que en pocas palabras den la idea precisa de si el sujeto merece o desmerece real y verdaderamente en lo relativo al cumplimiento de sus obligaciones. Las notas de hechos positivos, malos o buenos, como por ejemplo, los faltamientos a la disciplina, abandono de sus obligaciones, el haber sido arrestado, castigado o reprendido por tal o cual causa, el haber hecho tal servicio importante de especial recomendación, el carácter que manifiesta etc., son las únicas que merecen algún aprecio y en lo demás, es menester atenerse a sus antecedentes arrastrados desde la Escuela y también a la opinión común que es lo mas probable y la que por lo tanto merece tomarse en cuenta.

Ahora bien, estos conceptos, jamás deben ser secretos como lo son actualmente, porque los conceptos secretos, máxime cuando puede no tener—y en muchos casos no tiene el que los estampa—otro fundamento que el cri-

terio juzgador mas o menos exacto, son nocivos.—"La luz, en un agente microbicida y debe siempre llevarse por delante".—El bueno debe ser bueno en público y saberse en todos los ámbitos que es *bueno y porqué es bueno* y el malo otro tanto.

Nada de informes ni calificativos ocultos, que lo tenebroso repugna y lo diáfano tonifica y atrae. Son preferibles pocas cosas: pero claras y concisas. Fulano es malo por esto y sutano es bueno por lo otro.

Pero en nuestro sistema en que de un hombre depende *oficialmente* la aptitud o ineptitud de otro ¿qué garantías de juicio restarían?

Creemos, pues, que las notas de concepto, no deben entrar como un factor decisivo, a promediarse con las notas de examen.

Pero sí creemos conveniente el que el promedio de las notas de concepto que haya obtenido el Oficial durante todo el tiempo que ha permanecido en una clase, si este promedio llega a 13 por ejemplo le dé derecho a ser llamado para el concurso, terminando allí su importancia.

Tomás M. Pizarro.

Capitán de Corbeta



Crónica Nacional

El día 3 del mes próximo pasado, se reunió el jurado formado por la Redacción de esta Revista para examinar y determinar cual de los artículos presentados al concurso promovido y cuyas bases han tenido oportunidad de ver nuestros lectores en números anteriores, era acreedor al premio señalado.

Después de examinar detenidamente los trabajos presentados, el señor Director consultó al jurado y por unánime votación se declaró digno del premio acordado el artículo titulado "La importancia del poder Naval" signado con el seudónimo Saturno.

Procediose entonces a abrir el sobre correspondiente que se halló firmado por el teniente señor don Manuel F. Jimenez.

El tema del artículo en referencia no podía haberlo escogido mejor el teniente Jimenez puesto que no solo es de palpitante actualidad en la gran conflagración que conmueve al mundo hacen tres años y medio; sino que también es una voz de alerta para que propendamos a aumentar y mantener nuestros elementos navales en condiciones de completa eficiencia. Tenga todas las felicitaciones y la voz de estímulo que se merece nuestro compañero y amigo, por el trabajo realizado.

Todos los demás sobres correspondientes a los artículos presentados, fueron quemados sin abrirse en presencia del jurado. Vaya también nuestra felicitación a los autores de esos trabajos, de quienes esperamos siempre la más decidida colaboración en la tarea que se ha impuesto la Revista.



Revista de Marina

Año III Marzo y Abril de 1918 No. 2

ESTADO MAYOR GENERAL DE MARINA BIBLIOTECA

Las nuevas bases de nuestro poderío marítimo

La apertura del Concurso de la Revista Naval, acaba de demostrar que este anhelo latente de los que amamos la profesión porque hemos hecho de élla nuestra vida toda, estas ansias exquisitas de verla mejorar y crecer a la par de nuestros deseos, todo este aspirar de vida fuerte, ha encontrado, al fin, la válvula de escape por donde, generosa, saldrá la libertad del pensar, para decir lo que cada uno de nosotros considera como necesario e imprescindible para el resurgimiento de la Marina.

No hubiera establecido un premio, que a pesar de éllo estaríamos, como hoy, seguros de que este Concurso será para nuestros jóvenes marinos un acicate para su trabajo y sobre todo el exponente de una era de libertad y de honradez profesionales.

Modesta, pero sinceramente convencidos de hacer buena labor, escribimos estas líneas. Nada en éllas dirá un "fiat lux" creador de verdades nuevas. Nada asombrará a nuestros profesionales; pero la eterna y vieja verdad, que parece hoy olvidada, volverá a través de estas líneas para repetirnos una vez más: nuestro porvenir está en el mar.

Que no se espere de este trabajo, la árida sesudez de un viejo filósofo dogmatizador. La vida de mar, nuestra vida intensa, vivida a prisa entre las "guardias" y el bre-

gar diario, por un lado, y nuestra juventud por otro, no lo permitirían. Queremos solamente, lejos de todo cientificismo, que no cabe en la materia de que vamos a tratar, basar nuestro estudio en razones de la más inconmovible lógica.

Nuestro predominio marítimo. Orígen y pérdida de él.

El espíritu aventurero y quijotesco de los conquistadores españoles, dejó en nuestra alma, al través de centurias, el gérmen de todos los arrestos innatos en aquellos hombres del país en cuyos dominios "no se ponía el Sol".

Ese gérmen, hizo nacer nuestra escuadra y con élla se inició en Sud-América el poderío marítimo del Perú.

De los tiempos en que nuestrs naves tremolaron el pabellón de la independencia desde Abtao al Callao, en que hicieron respetar nuestra soberanía con un ultimátum al Japón y en que sellaron la libertad del Perú y con la de él la de Sud-América, el 2 de Mayo, no queda mas que el recuerdo de un pasado glorioso.

Después, nuestra propia inercia, atávica tambien,nos hizo dormir sobre esa gloria, hasta que el recio retumbar de los cañones araucanos nos despertó anunciando que su país reclamaba para sí la supremacia naval cuyo cetro retenía hasta entonces el nuestro.

Y la perdimos.

Y con élla parecieron morir nuestras energías, ya que durante treinta y ocho años, hemos visto pasar nuestro poderío, sucesivamente, al segundo, tercero, cuarto y último lugar entre las contables o apreciables marinas sudamericanas.

Y es que nos ha faltado—aunque parezca inverosímil decirlo—un Plan Naval, a base de nuestra futura política naval, de nuestras necesidades y de nuestros recursos.

Nuestra Política Naval, como inspiradora de nuestro Plan Naval.

Es la Política Naval de los demás países en cuyo con-

cierto se mueve el Perú, la que debe orientar nuestra Política. Y de la del mas fuerte, o el mas interesante de entre ellos, es de donde debemos partir.

Chile, es sin duda alguna este país.

Teniendo los Andes como valla infranqueable al Este, hacia el Norte, áridos y temibles arenales, y hacia el Sur toda la inclemencia de los mares australes, es hacia el mar al que había de volver los ojos buscando un porvenir que mejorase su presente.

Este objetivo que a toda costa debía alcanzar Chile, es, ha sido y será el pertubador constante del equilibrio en Sud-América.

Y este equilibrio, imprescindible para la paz sudamericana es el que debe informar nuestra política naval.

Por no haber seguido este rumbo, un nuevo problema ha venido a ensombrecer nuestra tranquilidad: la aspiración boliviana de una salida al mar.

Los intereses de estos dos países, Chile y Bolivia, tienen un punto común que visa nuestros intereses. Lógicamente se deduce que destruir ese punto, anular ese objetivo, o hacerlo inofensivo ha de ser el espíritu de nuestra política naval.

Para conseguirlo, sería necesario una superioridad numérica e intrínseca de unidades navales, que, en lo que a Chile se refiere, estamos muy lejos de alcanzar, y que aún en tiempo que no puede calcularse, por lo lejano, no alcanzaremos.

Y de esta segunda necesidad, deducimos también que es preciso buscar el medio de sustituir la superioridad numérica, imposible de alcanzar contra la muy apreciable fuerza naval chilena, por la superioridad de una nueva arma que, ofensiva y defensivamente, resuelva satisfactoria y ampliamente el problema, si nó de nuestro predominio marítimo, sí de nuestra seguridad en el mar, que a su vez, garantiza la de nuestros intereses en general y la integridad de nuestro territorio.

Nuestro Plan Naval.

Ya hemos visto qué razones deben presidir a la formación de nuestro Plan Naval en lo relativo a nuestra Política y a nuestros recursos.

Si examinamos estos, veremos que una escuadra moderna, de superficie, está fuera de nuestros medios económicos.

Pero la aparición del arma submarina, que en los momentos actuales está dando la prueba más palpable de su gigante poder, nos señala de la manera más elocuente el camino que seguir.

Sumergibles. He aquí el arma por excelencia que debe ser la base de nuestro plan de construcciones.

Demostradas están hasta la saciedad, su importancia, la necesidad de su adquisición y su eficacia como arma ofensiva y defensiva para los países débiles. Nosotros no lo repetiremos.

Bastará mirar hacia la gran tragedia mundial que hoy ensangrenta el suelo de la vieja Europa. Si la secular Inglaterra, la omnipotente del Mar, no hubiera puesto de por medio su colosal contingente, único en el mundo, para ser sacrificado a cambio de un plazo de espera que favoreciera a la Entente, Francia la generosa, la eterna sembradora de ideales, sería hoy un informe montón de cenizas sobre cuya soledad planearía triunfal y trágica el águila bicéfala de los Hohenzollern.

Ninguna nación que no fuera Inglaterra, habría soportado la merma hecha a sus barcos de comercio y aún de guerra, por los sumergibles alemanes y perdido entonces el dominio del mar, la Francia, como cualquier otro país, habría sido aplastada por la superioridad material de Alemania.

Constitución de nuestro Plan Naval.

Entremos de hecho en materia.

Creemos que los elementos navales que actualmente

posee el Perú, constituyen por su heterogeneidad un conjunto inapropiado para ser clasificado como una Escuadra.

Dentro de la concepción moderna de la Guerra, nuestra defensa naval debería iniciarse de este modo: adquisición de Sumergibles, Torpederos, Trasportes e hidroaviones.

Decimos "iniciarse" porque estamos convencidos que nuestros recursos solo nos permitirían iniciar en la escala que enunciamos, este Plan. Pasado cierto tiempo, con nuevos recursos, podriamos extender el número de unidades y defender nuestras costas sembrándolas de estaciones diversas.

Los Sumergibles y Torpederos constituirían la *Defensa móvil.*

Los Trasportes, el *Servicio de movilidad o trasporte.*

Los hidroaviones, el *Servicio de informaciones y seguridad.*

La 1a., podría contar con 8 Sumergibles de 800 tons., y 4 Destroyers de 500. Tendría,adscritos a élla, 2 "Mothers Ships" o Estaciones flotantes para Sumergibles.

El 2o., constaría de 4 Trasportes de 4000 tons. c/u.

Y el 3o., de seis hidroaviones, cuando menos.

Si examinamos nuestro litoral y sus puertos capaces de abrigar una fuerza naval, tendríamos al Callao como el mas indicado para amparar una escuadra y una Estación Naval bajo el fuego de sus baterías. Luego, deducimos de aquí que será éste el primer puerto en que ubicaríamos una Estación para Sumergibles.

Teniendo además una mansa bahía para el amerisaje de los hidroaviones y hallándose próxima a los diversos centros industriales, queda indicada como la *1a. base principal de operaciones.*

Continuando nuestro exámen, precisa hallar hacia el Sur, cerca de nuestra frontera austral, otra base principal de operaciones, y el único Puerto que puede escogerse es Ilo. Pero careciendo éste de las ventajas que ofrece el Callao, sería necesario establecer en él una Estación de Minas que permitiera el abrigo en la rada de uno de los dos

"mother-ships" para sumergibles. Además, se impone la defensa con baterías de costa, de grueso calibre.

La distribución de nuestras fuerzas sería la siguiente, en caso necesario:

Puerto de Ilo.—Defendido militarmente como se ha indicado.—2a. Base Naval.

Estación de Minas y Depósito para hidroaviones.
(El minado lo harían los mismos Sumergibles)
1 Mother-Ship o Estación Flotante.
4 Sumergibles.
2 Destroyers.
3 Hidroaviones.

Puerto del Callao.—1a. Base Naval.
Factoría, Dique, Arsenal.

El resto de las fuerzas navales.

Los Trasportes harían desde aquí el servicio necesario protegidos por los Destroyers e hidroaviones, o por los mismos Sumergibles.

Una tercera Base Naval al Norte, la creemos poco necesaria. Ya hemos visto que nuestra Política Naval nos señala el Sur como objetivo que atender. Sin embargo, fácilmente podría trasladarse al Norte un "mother-ship" y el número de unidades necesarios en caso de un conflicto. Además,en tal caso, la 2a. Base Naval, tendría libres sus fuerzas y de éllas podría disponerse oportunamente.

Los puertos de Paita y Chimbote,presentan condiciones especiales para convertirse en bases excelentes de operaciones.

El Presupuesto de la Marina en relación con el Plan que estudiamos.

Si pasando la vista por el Presupuesto General de la República detenemos un instante nuestra atención sobre las cifras que allí se asignan para la Marina, tenemos que convenir que se impone una seria reforma en él.

En efecto, nuestro Presupuesto en 1916, vigente, ascendía a 30.970.290 soles. De ellos se distrae para Guerra y Marina 5.995.930 soles,es decir, menos de 1/5 del total, y de este quinto toma la marina, incluyendo todos sus servicios [Ministerio, Escuela Naval, Estado Mayor, Escuadra, Capitanías &] 1.126.421 soles.

¿Podrá creerse que un País que aspira a ser considerado en el mar, tenga para fomento y desarrollo de su Marina una tan exigua parte del Presupuesto General?

Con suma tal, no cabe Plan Naval Posible.

Ahora bien, uno solo de nuestros "Scouts", absorbe anualmente de ese Presupuesto, para su mantenimiento: 133.178 soles

Un Sumergible 27.430

y un Torpedero 43.026

(Anotamos, de paso, que en la cifra del Sumergible, está comprendida una cantidad apreciable para combustible, capaz de mantenerlo en servicio activo por buena parte del año).

Si reparamos en que poseemos 2 Scouts y una Cañonera y que entre los tres absorven 330.268 soles, tendremos que por tal suma podríamos mantener sobradamente: 12 Sumergibles,

o 7 Torpederos.

u 8 Sumergibles y 2 Torpederos iguales a los en uso, simultáneamente, con un sobrante apreciable que mejoraría su entretenimiento.

Sólo hemos anotado los gastos de los dos Scouts y la Cañonera, de modo que aún podemos agregar a esto, los dos Sumergibles y el Torpedero que poseemos, y tendríamos así una Flotilla de Defensa móvil compuesta de:

10 Sumergibles y

3 Destroyers, cosa que nos acerca bastante a la iniciación del Plan que preconizamos.

Posibilidad de su realización.

Nuestro Presupuesto para 1918 posiblemente alcance los cuarenta millones de soles. Esta cifra que dice de

nuestro progreso, predice una mejoría económica que debe reflejarse en la Marina como en el Ejército, ya que estas dos instituciones son la mas sólida base sobre la que descansan los derechos soberanos de un País.

Chile espera actualmente seis sumergibles para su Base Naval de Talcahuano. En sus Cámaras se habrán aprobado ya los proyectos tendentes a la implantación de Fábricas para Munición, manufactura del hierro y del acero y muchas otras que facilitarán la provisión de elementos bélicos.

¿Por qué en el Perú no habría de dejarse sentir la misma onda vivificadora que en Chile? ¿Es que hay acaso en nuestro país menos energías o menos amor patrio que en Chile?

Examinando la posibilidad de mantener una escuadra como la enunciada, todo parece favorecer este proyecto.

Los Trasportes parecen de difícil adquisición y mantenimiento, pero basta pensar que al igual que Chile y la República Argentina, podríamos emplearlos en tiempo de paz, alternativa o simultáneamente en el Comercio y tendríamos así positivo beneficio en el órden económico y en el de la práctica de mar del personal.

No se habrá olvidado que el "Chaco", el "Rancagua", el "Maipo" y otros más, hacen este servicio con incalculables ventajas para sus respectivos Gobiernos.

En cuanto a los hidroaviones, precisa tener en cuenta estas dos cosas: personal y material. Aquél, va a ser reforzado por los profesionales que en breve terminarán su instrucción y práctica en la Escuela de Aviación del Palomar, abierta generosamente a nuestro Gobierno por el de la República Argentina. Y el material, que es el menos caro de los elementos modernos de combate, tiene en el Perú un brillante porvenir, casi asegurado con los trabajos que el "Aéreo-Club del Perú" lleva a cabo en la actualidad.

Hasta las condiciones hidrográficas de nuestros puertos, favorecen el plan que defendemos. Ilo, Callao, San Nicolás, San Juan, Independencia, Ancón, Pisco, Huacho, Supe, Samanco, Chimbote, Santa, Paita y Tumbes, tienen

excelentes condiciones para el amerisaje de los hidroaviones, no necesitando por tanto ingentes gastos para campos de aviación, necesarios e imprescindibles solamente para el Ejército y su servicio aéreo.

Ya hemos visto que la partida asignada a los barcos de superficie en el Presupuesto basta para el sostenimiento de 10 Sumergibles y 3 Destroyers, sin tocar partida alguna del ramo.

La adquisición de esas unidades tendrá que representar evidentemente un desembolso para el Erario, pero toda escuadra tiene que representarlo.

En lo que se refiere a las Estaciones de Torpedos, Minas y Sumergibles, apenas si con un pequeño gasto podrían establecerse, especialmente la primera.

Nuestro material de torpedos reunido, podría ponerse bajo el cuidado directo del personal de Oficiales y subalterno desembarcado de la Escuadra, en la que, pletórico, se mueve dificilmente.

Ninguno de nuestros Cruceros utilizará jamás uno solo de sus torpedos en una acción, puesto que la distancia inicial en los combates modernos, en superficie, no les permitiría su uso. Por tanto, las 4 compresoras al servicio en ambos Scouts, podrían reducirse a 2 y utilizar las restantes con sus respectivas botellas en la Escuela de Torpedos. La adquisición de unos pocos e indispensables aparatos para la regulación, lanzamientos, medición y apreciación de distancias &. sería de costo insignificante.

La Estación de Sumergibles, imprescindible para el mantenimiento y conservación de estos barcos, podría tener—ubicada en el Callao—anexa la Estación de Torpedos y Minas.

La formación del Ministerio de Marina.

Consecuencia lógica de este Plan, como de la creación de cualquier Plan Naval, de su realización, medios de obtenerla, organización y sostenimiento, es la idea de una entidad técnica, capaz de afrontar la responsabilidad

de su ejecución. Ella no puede ser otra que el Ministerio de Marina.

Creado éste, se verá que la Marina dispone de un poco mas de un millón de soles, de los casi seis con que cuenta Guerra y Marina. La convicción de que es imposible tener Marina en estas condiciones, se impondrá entonces y se dará a élla lo que en justicia le corresponde.

Defender la creación de un Ministerio de Marina para un país que aspira a tener una, es obvio. El léxico mas reducido y el criterio menos informado abarcan seguramente esa creación como una verdad axiomática, y como tal, indiscutible.

Nuestros profesionales, con mucha mayor razón sabrán ver en ello una verdad.

No ha sido nuestro propósito sentar cátedra de infalibilidad. Si hemos expuesto aquí ideas nuestras sobre un Plan Naval y la posibilidad de su ejecución, no creemos que los medios preconizados, el número de unidades, su distribución y ubicación sean precisamente los enunciados y nó otros. Sincera y simplemente creemos que nuestra Marina, puede y debe reformarse esencialmente de cara al progreso, de acuerdo con los dictados de una nueva concepción.

Los viejos moldes de la Táctica y Estrategia Navales, caducaron a la aparición del Sumergible. El complicado edificio del mismo Derecho Internacional ha mostrado hondos vacíos en los que naufragaron todos los derechos.

En esta revolución universal, no nos abstengamos. O quedaremos rezagados en el montón inerme de los países condenados a no ser jamás respetados sino compadecidos.

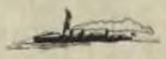
Que sea el Sumergible la base de una nueva orientación para la Marina. Que sean las nuevas armas, los tor-

pedos, las minas y los hidroaviones, las que hagan revivir el espíritu de los indomables marinos que fueran otrora gloria y orgullo nuestro y ejemplo venerado de todos. Distintos, el número, tonelaje, &. &. de las nuevas unidades, nada de éllo modifica esencialmente nuestro Plan. La idea generatriz subsiste.

Como finalidad, este Plan no lleva la idea de un ataque de nuestra parte a nación alguna, lejana o vecina. No sería pues, causa de alarma para ninguno de estos, ya que él constituiría un pobre bagaje para embarcarse en la aventura de un ataque.

Pero sí sería el talismán poderoso que contuviera los ímpetus seculares de conquista, los desbordantes y naturales afanes de supremacía, los arrestos bélicos destemplados—por basarse en la fuerza bruta—de cualquier nación que, desconociendo los principios de la confraternidad, de la justicia y del derecho, trajera a nuestras costas el espectro de la Guerra, perdido yá para nosotros en la inútil, dolorosa y humilladora tragedia del 79.

COLLINGWOOD.



Breves apuntes sobre Termodinámica

Por el Ingeniero Inspector Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

11.—Ecuación de Mayer. Expresión del trabajo interno y externo, y del calor interno y externo.— La expresión que acabamos de determinar conviene por lo tanto a un cuerpo cuando se le suministra calor, siempre que el estado físico del cuerpo no sufra alteración.

Si se tiene en cuenta que todo cuerpo contiene calor, o lo que es lo mismo energía; consideraremos en ésta una parte formando la energía cinética de las moléculas que se manifiesta como temperatura y la otra la energía potencial de las moléculas que es antagonista de la cohesión.

Si ahora suministramos calor a un cuerpo cualquiera una parte se empleará en elevar la temperatura, lo cual constituye el calor sensible; una segunda parte se empleará en producir un cierto trabajo interno destinado a modificar las fuerzas moleculares de cohesión; constituyendo estas dos partes la *energía interna*. En fin, una tercera parte del calor trasmitido se traduce en la dilatación del cuerpo estudiado que puede ser empleada útilmente y que constituye lo que se llama el *trabajo externo* que ya hemos definido.

Cuando se trata de los gases perfectos hay que tener en cuenta que en ellos las fuerzas de agregación son nulas y que entonces la energía interna solo se compondrá del calor sensible.

Si se considera la unidad de peso del cuerpo estudiado, cuando se le suministra una cierta cantidad de calor dQ, tendremos que en él se producirá una variación de temperatura que corresponderá a una variación $d\,\tilde{\omega}_t$ de la energía cinética molecular, otra $d\,\tilde{\omega}_m$ que corresponde a una modificación de las moléculas, y por fin, otra $d\,\tilde{\omega}_e$ que corresponde a la dilatación que se realiza a pesar de la presión exterior.

Se puede evaluar el trabajo total realizado puesto que se co-

noce el equivalente E y por lo tanto se tendrá que será igual según el principio de Mayer a

$$E \cdot dQ = d\,\tilde{e}_t + d\,\tilde{e}_m + d\,\tilde{e}_e$$

ecuación que correspondiendo al primer principio de termodinámica se designa con el nombre de ecuación de Mayer

La ecuación de Mayer puede también escribirse del modo siguiente

$$dQ = \frac{1}{E}(d\,\tilde{e}_t + d\,\tilde{e}_m + d\,\tilde{e}_e) = A\ (d\,\tilde{e}_t + d\,\tilde{e}_m + d\,\tilde{e}_e)$$

Como el trabajo exterior se puede medir, puesto que resulta proporcional a la variación de volumen dv, si la presión permanece constante, puede ser representado por

$$p\,dv = d\,\tilde{e}_e$$

y la cantidad de calor que habrá absorvido será $A\,p.\,dv$.

Por otra parte, como no se conocen por separado los valores $d\,\tilde{e}_t$ y $d\,\tilde{e}_m$, la cantidad de calor que ellos absorven se representa por la letra U y se le llama calor interno.

De esta manera el término $A.\,d\,\tilde{e}_t$ que corresponde al estado térmico y el $A\,d\,\tilde{e}_m$ que corresponde al estado molecular quedan expresados por

$$d\,U = A\,(d\,\tilde{e}_t + d\,\tilde{e}_m)$$

y entonces el valor de la variación de calor se puede escribir

$$dQ = dU + \frac{p\,dv}{E}$$

Expresión que se conoce con el nombre de ecuación de Clausius, siendo en ella dU el *calor interno* y $\frac{p\,dv}{E}$ el calor externo.

El valor del calor interno será por lo tanto

$$dU = dQ - \frac{p\,dv}{E}$$

Hay que tener en cuenta, que si el cuerpo toma, después de la

transformación del trabajo en calor, un estado final igual al estado inicial, se tendrá fundados en el principio de equivalencia que

$$dQ = \frac{p\,dv}{E}$$

y entonces

$$dQ - \frac{p\,dv}{E} = 0 = dU$$

puesto que el cuerpo vuelve al estado inicial y en nada resulta alterada la energía interna; pero si el cuerpo no vuelve al estado inicial, puede comprobarse experimentalmente que la variación de energía interna no es nula.

La variación de energía interna será nula por ejemplo, si se lleva una masa gaseosa desde la temperatura de 0° y presión atmosférica hasta la temperatura de 100° y 5 atmósferas; se podrá hacer esta transformación por ejemplo, haciendo variar la presión hasta que valga las 5 atmósferas, manteniendo constante la temperatura, para luego hacer variar ésta, manteniendo las 5 atmósferas de presión hasta que pasa de 0° a 100°.

También se podría realizar esta transformación haciendo variar primero la temperatura de 0° a 100°, para luego, permaneciendo constante ésta, hacer variar la presión desde una a 5 atmósferas.

La cantidad de calor suministrada en ambos casos es diferente; pero el valor del calor interno U es el mismo.

Cosa que queda demostrada si suponemos primeramente, que por una cierta transformación intermediaria un sistema pasa del estado inicial al estado final; entonces la variación de energía interna es

$$dU = dQ - \frac{p\,dv}{E}$$

y si en seguida se conduce al cuerpo del estado final al estado inicial se tendrá una nueva variación de energía interna cuya expresión estará dada idénticamente por

$$dU' = dQ' - \frac{p'\,dv'}{E}$$

Ahora, sumando ordenadamente las dos ecuaciones que acabamos de establecer, tendremos:

$$dU + dU' = dQ + dQ' - \frac{[p\,dv + p'\,dv']}{E} = 0$$

puesto que el cuerpo vuelve al estado inicial. Siendo pues, $dU + dU'$ el calor empleado para hacer volver al cuerpo al estado inicial, y $\frac{p\,dv + p'\,dv'}{E}$ el trabajo realizado con el mismo fin, tendremos por lo tanto

$$dU = -\,dU'$$

Supongamos ahora que se realice una tercera transformación intermediaria diferente de la anterior, entonces el sistema pasará del estado inicial al estado final, y que luego, por medio de idéntica transformación pase el cuerpo nuevamente al estado inicial, tendríamos

$$dU'' = dQ'' - \frac{p''\,dv''}{E}$$

y por lo tanto

$$dU'' = -\,dU' = dU$$

Esta propiedad importante en la que se refiere al estudio que hacemos, nos hace ver pues, que la *variación de energía interna es independiente de las transformaciones intermediarias y solo dependerá de los estados inicial y final.*

En cambio cuando pretendamos considerar el trabajo exterior, se tiene, como se verá más adelante,

$$\tilde{e} = \int_{v_0}^{v} p\,dv$$

expresión que no solo depende de los estados inicial y final, sino también de todos los estados intermediarios por los que pasa un cuerpo.

12.—Estado de un cuerpo y de un gas en particular.—Evolución.— Hemos enunciado cuáles son los dos principios esenciales sobre las cuales está fundada toda la teoría de las máquinas térmicas.

Para poderlos cumplir es entonces preciso valernos de un cuerpo en el cual se tenga variaciones de presión, volumen y tem-

peratura. En este concepto, se admite en general, que para todos los cuerpos existe una relación tal como

$$f(v.\ p.\ t) = 0$$

entre el volumen específico, presión y temperatura.

Esta función se considera en lugar de otra de tres variables también, que son la presión, la temperatura y la densidad; debido a que en termodinámica se considera el volumen específico que como se sabe es el volumen de la unidad de peso.

Hay que tener en cuenta de este modo, que cuando se conocen dos de los elementos se puede determinar el tercero y por lo tanto el estado de un cuerpo. Como de dichas tres variables las dos primeras son independientes, la tercera será función de las otras dos.

De este modo podemos definir el *estado* de un cuerpo cualquiera y en particular el de un gas, diciendo que está caracterizado por su *volumen*, su *temperatura* y su *presión*. Para los cuerpos sólidos o líquidos la relación es desconocida; pero para los gases perfectos se puede deducir de las leyes de Mariote y Gay Lussac. Merced a esto, la ley según la cual una variable toma valores con los valores que tomen las otras dos depende del estado físico del gas y podrá representarse entonces bien por una ecuación que será la ecuación del estado de un gas o también geométricamente mediante ejes coordenados.

No acontece lo mismo si nos referimos a un cuerpo sólido, por ejemplo, por que entonces las propiedades que llegan a tener los cuerpos no son únicamente funciones de dos variables. Ejemplo de lo que estamos diciendo, puede ser el acero; puesto que se sabe que si a este cuerpo se le calienta hasta ponerlo al rojo y luego se le enfría bruscamente en el agua fría y a la presión atmosférica adquirirá una dureza y elasticidad particular que constituye lo que llamamos el temple; inversamente, si este mismo metal se le calienta hasta el rojo y luego se le deja enfriar lentamente a la temperatura y presión atmosférica, llegará a ponerse muy blando se le podrá doblar y limar fácilmente y se tendrá el acero destemplado. Y así como se comporta el acero proceden casi todos los metales.

Y no es únicamenfe lo que acabamos de mencionar lo que no corresponde a la condición de $f\ (v.\ p.\ t) = 0$; hay muchos otros casos en que no bastan dos variables independientes para definir el estado de un cuerpo; como por ejemplo el caso del vapor o de un gas en movimiento en donde la presión y el volumen específico cambian a cada instante; el que se refiere al punto crítico de un cuerpo, etc.

Para definir el estado de un gas tengamos en cuenta las leyes de Mariote y Gay Lussac.

Según la ley de Mariote si la temperatura es constante se tiene

$$v.\,p = v'\,p'$$

Ahora, según la primera ley de Gay Lussac, cuando se eleva a partir de 0° la temperatura de un gas bajo presión constante, se tiene que el gas aumenta de volumen y experimentalmente se muestra que dicho aumento de volumen es proporcional a la elevación de temperatura y al volumen inicial v_o del gas, a la temperatura de 0°.

De esta manera, si v_o es el volumen del gas a 0°, cuando la temperatura se eleve y pase a ser t, su volumen v estará dado por la expresión

$$v = v_o\,(1 + a\,t)$$

Gay Lussac admite que para todos los gases perfectos el coeficiente de dilatación es igual, es decir, que es una constante cuyo valor es

$$a = 0.003665 = \frac{1}{273}$$

Si ahora, la misma masa gaseosa la llevamos a la temperatura t', tendremos:

$$v' = v_o\,(1 + a\,t')$$

Lo que nos permite establecer la relación

$$\frac{v'}{v} = \frac{1 + a\,t'}{1 + a\,t}$$

de donde se tiene

$$\frac{v'}{1 + a\,t'} = \frac{v}{1 + a\,t}$$

Expresión que como se sabe, permite definir la primera ley de Gay Lussac que se enuncia diciendo: *Los volúmenes ocupados a diferentes temperaturas por una misma masa gaseosa, a presión constante, son proporcionales a los binomios de dilatación.*

Establecido esto, consideremos la acción que realiza el calor sobre un gas que permanece con su volumen invariable; entonces podrá demostrarse experimentalmente que la fuerza elástica del fluído aumenta progresivamente.

Sábese que Gay Lussac ha demostrado que el aumento de fuerza elástica es proporcional al aumento de temperatura y a la presión inicial p_o de la masa gaseosa a 0°; de aquí se sigue, que existe un coeficiente de elasticidad β para la evolución de un gas a volumen constante.

Por consiguiente, cuando se quiera averiguar la fuerza elástica o presión p que ejerce un gas en la envuelta que lo contiene, se tendrá aplicando el binomio de elasticidad, análogo al de dilatación:

$$p = p_o (1 + \beta t)$$

Si ahora pasamos a averiguar el valor de p' cuando la temperatura es t' tendremos:

$$p = p_o (1 + \beta t)$$

Y estableciendo la relación entre estas dos últimas igualdades tendremos expresada analíticamente la segunda ley de Gay Lussac o sea

$$\frac{p}{p'} = \frac{1 + \beta t}{1 + \beta t'}$$

que nos dice que *las presiones ejercidas a diferentes temperaturas, por una misma masa gaseosa, son proporcionales a los binomios de elasticidad.*

Si tenemos en cuenta el enunciado de la ley de Mariote o sea que

$$\frac{v_o}{v} = \frac{p}{p_o}$$

podemos aplicarla al gas que está sujeto a ella.

Si la masa de gas tiene un volumen v_o a 0°, calentándola hasta la temperatura t, a volumen constante, su presión llegará a ser $p = p_o (1 + \beta t)$, y a presión constante tomará siendo su volumen v_o un valor $v = v_o (1 + \alpha t)$ y podrá tenerse para el estado de la masa a volumen constante

$$v_o p_o (1 + \beta t)$$

y para el estado a presión constante

$$p_o\, v_o\ (1 + \alpha\, t)$$

o sea

$$v_o\, p_o\, (1 + \beta\, t) = p_o\, v_{,,}\, (1 + \alpha\, t)$$

Lo que en el caso de esta igualdad podemos escribir

$$\frac{v_o\, p_o\, (1 + \beta\, t)}{p_o\, v_o\, (1 + \alpha\, t)} = 1$$

pero si el gas no sigue la ley de Mariote α no es igual a β y por lo tanto la relación anterior es distinta de 1.

En nuestro estudio vamos a considerar la masa gaseosa lejos de su punto de liquefacción, en este caso los dos coeficientes α y β los consideramos como iguales. Esto es aplicable a los gases llamados perfectos, es un caso límite, y en él, el valor de α ya hemos dicho que es igual a 0.003665.

Admitido esto, si ahora, en el estudio que hacemos, el gas estudiado cambia a la vez de volumen, temperatura y presión será preciso que busquemos una expresión que involucre las leyes de Mariote y Gay Lussac. Sea entonces t_c la temperatura inicial y v_o, p_o; el volumen y presión que entonces tiene el gas estudiado; y cuando pasa el gas a la temperatura t, su volumen será v y su presión p.

Para encontrar una relación entre las seis cantidades dadas vamos a suponer que el gas conserva la temperatura t_o, cuando su presión es p, entonces el volumen que ocupará será v'. Comparando los estados del gas cuando la temperatura es la misma t_o, se ve que puede aplicarse la ley de Mariote y por lo tanto escribir

$$(a) \qquad p_o\, v_o = v'\, p$$

y cuando la presión sea la misma p se podrá aplicar a los estados del gas la primera ley de Gay Lussac, es decir que se tendrá

$$(b) \qquad \frac{v}{1 + \alpha\, t} = \frac{v'}{1 + \alpha\, t_o}$$

Si ahora despejamos de (a) el valor de v' se tiene:

$$v' = \frac{p_o\, v_o}{p}$$

y sustituyendo este valor en (*b*) tendremos:

$$\frac{v}{1+\alpha t} = \frac{p_o v_o}{p(1+\alpha t_o)}$$

de donde se saca

$$\frac{p_o v_o}{1+\alpha t_o} = \frac{p v}{1+\alpha t}$$

Esta expresión se puede escribir de la siguiente manera:

$$\frac{p v}{p_o v_o} = \frac{1+\alpha t}{1+\alpha t_o}$$

y a su vez en la forma

$$\frac{p v}{p_o v_o} = \frac{\frac{1}{\alpha}+t}{\frac{1}{\alpha}+t_o}$$

y como ya hemos dicho que α es el coeficiente de dilatación de todos los gases y que tiene por valor 0.003665; $\frac{1}{\alpha} = 273$ y se tendrá

$$\frac{p v}{p_o v_o} = \frac{273+t}{273+t_o}$$

y haciendo

$$273+t = T \qquad \text{y} \qquad 273+t_o = T_o$$

la expresión que nos dará el estado será

$$\frac{p v}{p_o v_o} = \frac{T}{T_o}$$

En esta igualdad p es la presión en kilogramos por metro cuadrado; v, el volumen en metros cúbicos de un kilogramo de gas a t_o centígrados; en cuanto a p_o y v_o son las mismas constantes

ESTADO MAYOR GENERAL DE MARINA BIBLIOTECA

tomadas a $0^{o}\,C$ y a la presión de 0'76 de la columna barométrica. En cuanto a T y T_{o} serían las temperaturas contadas a partir de un cero ficticio llamado *cero absoluto*, que en este caso, se hallaría a 273 grados más abajo del cero centígrado.

Vamos a explicarnos como puede llegarse a este valor. Como se sabe, el cero del termómetro centígrado es un punto convencional y los físicos para llegar a la noción de un sistema absoluto de medir las temperaturas se han basado en el termómetro de gas. Hemos visto que cuando un gas es perfecto y se calienta a volumen constante el valor de su fuerza elástica es

$$p = p_{o}\,(1 + \beta\, t)$$

y como hemos hecho en este caso que $\beta = \alpha$

$$p = p_{o}\,(1 + \alpha\, t)$$

Si ahora suponemos que p llegue a ser igual a cero se tendrá

$$p_{o}\,(1 + \alpha\, t) = 0$$

Cuando $p_{o} = 1$, entonces $1 + \alpha\, t = 0$ o $1 + \frac{1}{273} \times t = 0$ de donde se saca

$$t = -\ 273^{o}$$

De este modo, la temperatura en la cual la presión de un gas perfecto llega a ser nula, corresponde según esta hipótesis a $-\ 273^{o}$; o sean 273° bajo el cero del termómetro centígrado punto que se escoge como *cero absoluto* de las temperaturas.

Ahora, continuando con la ecuación $\frac{p\, v}{p_{o}\, v_{o}} = \frac{T}{T_{o}}$ que da el estado de un gas, si δ es el peso específico, o peso de la unidad de volumen, el volumen específico v_{o} será $\frac{1}{\delta}$, y si se supone que $t_{o} = 0$ y que la presión p_{o} corresponda a la presión de $0.^{m}76$ o sean 10,334 kgs. por metro cuadrado; la expresión puede escribirse de este modo:

$$\frac{p\, v}{p_{o} \times \frac{1}{\delta}} = \frac{273 + t}{273}$$

de donde

$$p\,v = \frac{p_0}{273 \times \delta}\,(273 + t)$$

y como $\frac{p_0}{273 \times \delta}$ es una cantidad fija y conocida para cada gas, puesto que no es sino función de la densidad de este gas, se le puede escribir

$$\frac{p_0}{273 \times \delta} = R$$

y como se ha designado a $273+t$ por T, resulta que el estado de un gas dado por las leyes de Mariote y Gay Lussac, se puede escribir bajo la forma de

$$p\,v = RT$$

Como hemos dicho R es un coeficiente especial para cada gas de los que llamamos perfectos y tiene los siguientes valores que son:

Para el	Hidrógeno.....	423
„	Oxígeno	26.475
„	Azoe.....	30.134
„	Acido carbónico..	19. 15
„	Aire.....	29. 27

La fórmula que acabamos de establecer, se puede, pues aplicar a los gases que se encuentran lejos del punto de liquefacción, y no es aplicable al ácido carbónico.

Tiene interés poder hallar gráficamente el volumen o peso específico del vapor o gas estudiado. Para esto, si como se ve en la fig. 2, tomamos una magnitud CB igual al volumen específico v del gas o volumen de la unidad de peso, y en el extremo B del segmento de recta así medido, a la escala escogida, levantamos la perpendicular BD, a la misma escala y que nos represente la unidad de volumen, y se hace pasar por los puntos C y D una circunferencia cuyo centro esté en CB, se tendrá por una propiedad geométrica que conocemos, que la porción

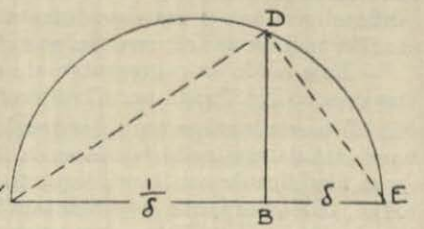


Fig. 2

BE representará el peso de la unidad de volumen, que será el peso específico δ del gas estudiado.

En efecto, puesto que BD es media proporcional entre los segmentos BC y BE se tiene:

$$\frac{BE}{BD} = \frac{BD}{BC}$$

y por lo tanto

$$BE \times BC = \overline{BD}^{2}$$

pero $BD = 1$, $BE = \delta$ y $BC = \frac{1}{\delta} = v$ entonces:

$$\delta \times v = 1$$

13.—Representación gráfica del estado térmico de un cuerpo.—Puesto que las tres cantidades p, v y t están ligadas por una relación fundamental, el estado de un gas puede ser determinado cuando se conocen dos de sus elementos, p y v por ejemplo, que en este caso son las variables independientes. Si se trazan dos ejes coordenados rectangulares ox y oy, (fig. 3), y se miden los volúmenes en abscisas y las presiones en ordenadas, la serie de modificaciones que el gas experimenta en lo que llamaremos su evolución podrán ser representadas gráficamente.

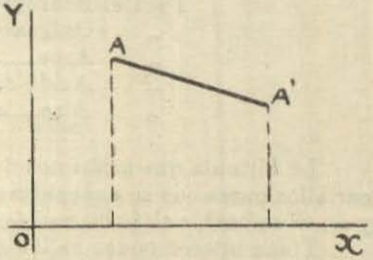


Fig. 3

Este modo de representar el estado o estados por los que pasa un cuerpo fué ideado por Clapeyron.

De esta manera para dos estados v y p corresponde un estado que está determinado por A en la figura. Cuando el estado A varía y se modifica de continuo, el punto A se desplaza según una curva AA', cualquiera, que representará gráficamente en este caso la evolución del gas. Esta curva toma el nombre de *ciclo* o *diagrama*, y en este caso diremos que la evolución se ha hecho siguiendo el ciclo AA'.

Entre los infinitos ciclos que de este modo pueden obtenerse, hay algunos que tienen particular importancia, los cuales son:

Cuando variando p y v, T se mantiene constante, en este caso el ciclo se llama *isotérmico*, y la línea representativa de esta evolución para los gases perfectos cuya ecuación acabamos de ver que es $p\,v = RT$, será una hiperbola equilátera.

Cuando el cuerpo evoluciona sin aumento ni disminución de calor, es decir, cuando el calor es constante, la curva representativa se dice que es una *adiabática* y su ecuación, será, como veremos más adelante, $p\,v^{\gamma} = Cte.$

Si el gas evoluciona y se mantiene constante la presión, la línea representativa será una paralela al eje de las x o de los volúmenes y entonces la curva se llama *isobárica*.

En cambio, cuando el volumen permanece constante y la presión es la que varía, la curva representativa será una paralela al eje de las y y se le llama también curva *isométrica*.

Hay que tener en cuenta, que cuando evolucionando un cuerpo, éste no aumenta ni disminuye su energía interna, habrá realizado un ciclo que se le llama *isodinámico*.

14.—Transformaciones reversibles.—Ciclo cerrado y expresión del trabajo realizado en éste.— Considerada de una manera general, una transformación reversible de un cuerpo será aquella que puede realizarse indiferentemente en uno u otro sentido, del estado inicial al estado final y viceversa. En este caso el cuerpo vuelve a pasar por los mismos estados intermediarios por los cuales antes había pasado.

Así por ejemplo, la caída, el choque y el rebote o reacción que experimenta un cuerpo en el caso de caer sobre un plano perfectamente elástico constituirían una operación reversible; pero para que esto se pudiera realizar sería preciso que en el choque no se transformara una parte de la energía mecánica en calor. Se tiene pues, que la reversibilidad puede admitirse aquí como un caso ideal puesto que exige la elasticidad perfecta.

Este ejemplo basta para hacernos ver que una transformación reversible no puede producirse físicamente; pero que ella caracteriza el límite común hacia al cual tienden dos transformaciones realizadas en sentido inverso.

En una palabra, un cuerpo que evoluciona no puede recorrer los mismos estados por los que ha pasado, devolviendo la misma cantidad de energía que se le ha suministrado, porque para ello se opone la irreversibilidad del calor que no puede pasar de un cuerpo frío a un cuerpo caliente. Todos los fenómenos naturales están lejos de poder ser reversibles puesto que siempre van acompañados de fenómenos caloríficos. Así los frotamientos, choques, etc; dan lugar a fenómenos caloríficos; de este modo, si tomamos el ejemplo anterior de un cuerpo que choca sobre un plano, podremos observar que da lugar a un desprendimiento de calor, que es impo-

sible vuelva a transformarse para devolver el trabajo realizado inicialmente.

Para explicarnos gráficamente el caso de la evolución que estamos mencionando supongamos los dos ejes coordenados rectangulares que indica la fig. 4, y consideremos un cuerpo en el estado *A*, el cual después de haber recibido una cierta cantidad de calor haya aumentado en volumen, variando de presión y realizando un trabajo exterior.

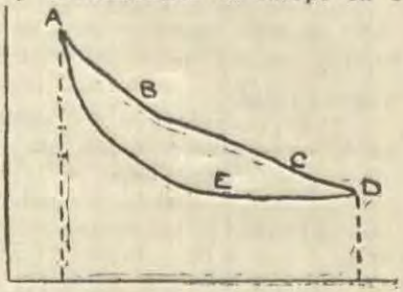


Fig. 4

En estas condiciones sabemos que el cuerpo evolucionará pasando por una serie de estados que determinarán el ciclo *ABCD*, en el cual, *D* representa el estado final del cuerpo. Si ahora el cuerpo así dilatado, se le vuelve al estado inicial *A*, haciéndolo recorrer en sentido contrario un ciclo *DUBA*, se tendrá que en cada instante el valor de la presión es igual y de signo contrario al que había tenido en el ciclo primitivo; en una palabra, el cuerpo en su evolución al disminuír de volumen, por efecto de la compresión que se le debe someter, va pasando por valores tales que corresponden a las coordenadas sucesivas y la nueva línea de transformación se superpone entonces a la primera. En este caso el trabajo externo es nulo puesto que se habrá gastado una cantidad de trabajo igual al trabajo que produjo la primera transformación.

Con todo, una transformación reversible o ciclo reversible resultara, como hemos dicho, ideal completamente; puesto que todos los fenómenos naturales se alejan de la reversibilidad y cualquiera de ellos, sean choques, frotamientos, etc; van siempre acompañados como se sabe de fenómenos caloríficos. Para que semejante transformación pudiera realizarse serían precisas las condiciones principales siguientes: que en la evolución considerada no se realice rozamientos de ninguna clase que den lugar a fenómenos caloríficos que no son reversibles; que en todos los estados por los cuales pasa el cuerpo que evoluciona no se realice una diferencia de temperatura entre el cuerpo y el manantial; es decir que la temperatura ha de ser constante; y por último que entre la presión interna y la superficial que experimentan las moléculas haya también equilibrio, condición única para que en ellas no se produzcan choques, que ocasionarían trabajo y producción de calor.

Ya hemos dicho que el choque, el rozamiento, la conductibilidad, las explosiones, de las cuales acabamos de dar un ejemplo, etc; son operaciones irreversibles.

Pero si se considera una evolución como el ciclo adiabático o

el isotérmico que hemos definido pueden cumplir un ciclo reversible, asimismo el agua al vaporizarse absorve una cierta cantidad de calor por su dilatación, realiza un trabajo y devolvería la misma cantidad de energía calorífica si al licuarse lo hiciera en las mismas condiciones caloríficas y de temperatura.

Se puede también volver el cuerpo al estado inicial A haciéndolo seguir una evolución DEA. En este caso el trabajo externo es igual a la diferencia de superficie entre las áreas que determinan las curvas $ABCD$ y DEA; es decir igual al área que determinan o encierran estas líneas.

En efecto, si consideramos lo que acabamos de decir, particularmente para un gas, podemos imaginar un cilindro, como indica la fig. 5, en el cual se mueve un émbolo sometido a una presión exterior p por unidad de superficie. Si d es el diámetro interior del cilindro, su área será $\frac{d^2\pi}{4}$ y la presión total será $p.\frac{d^2\pi}{4}$. Ahora, como esta fuerza si se desplaza producirá un trabajo; imaginémonos un desplazamiento elemental dx del émbolo, entonces el trabajo será

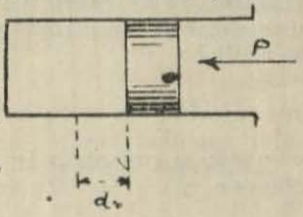


Fig. 5

$$d\tilde{o} = p\,\frac{d^2\pi}{4}\;.\;dx$$

y como el producto $\frac{d^2\pi}{4}.dx$ sería el aumento infinitamente pequeño de volumen que resultaría del desplazamiento dx que hemos considerado en el émbolo; podría escribirse

$$\frac{d^2\pi}{4}.dx = dv$$

y por lo tanto, el trabajo elemental estaría expresado por

$$d\tilde{o} = p.\,dv$$

de donde se obtiene integrando

$$\tilde{o} = \int p\,dv$$

Si ahora consideramos el método gráfico y admitimos que MN represente la evolución de un cuerpo (fig. 6) esta curva será el ciclo recorrido por dicho cuerpo cuando pasa del estado M cuya presión supondremos p_o y su volumen v_o, al estado N de presión p y volumen v; y el área $v_o\ MN\ v$ será la representación gráfica del trabajo realizado. Si dv es el volumen elemental desplazado ya se ha dicho

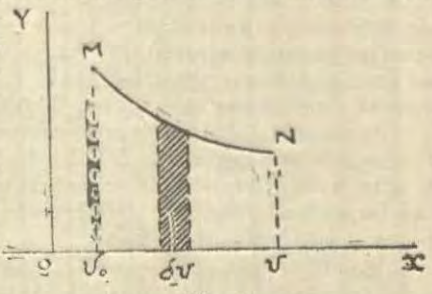


Fig. 6

$$d\tilde{c} = p\ dv$$

y cuando se conozca la ley que rige la evolución entre los volúmenes v_o y v, o también de una manera general, se tiene:

$$\tilde{c} = \int_{v_o}^{v} p\ dv$$

Se ve pues, que un ciclo cerrado estará determinado por una curva térmica cerrada, y que puede definirse de una manera general diciendo que el cuerpo o cuerpos después de una serie de transformaciones vuelve a tener la magnitud, forma y propiedades físicas y químicas que poseía al principio de la evolución; pero no así la velocidad.

Eso sí, hay que tener en cuenta, que a una curva térmica cerrada no siempre corresponde un ciclo cerrado, porque puede realizarse que el fluído considerado cambie de naturaleza durante la transformación. Así por ejemplo, si consideramos una mezcla homogénea de hidrocarburos y aire, que en el estado inicial contenga una masa m de hidrocarburos y una masa m' de aire y que ocupe un volumen v_o a la presión p_o y temperatura T, solo podremos decir que ha recorrido un ciclo cerrado a partir de su estado inicial, cuando después de una serie de transformaciones, la mezcla gaseosa formada de hidrocarburos y aire, vuelve a ocupar el volumen v_o, a la presión p_o y a la temperatura T, conteniendo la misma masa de hidrocarburos m y la misma masa m' de aire; pero si la mezcla la suponemos en un cilindro en el cual se le hace explotar al volver a las mismas condiciones de volumen, presión y temperatura no recorrerá un ciclo cerrado por que se habrán producido reacciones químicas que han alterado la naturaleza de dicha mezcla.

Para terminar diremos que el sentido de la evolución dependerá del sentido en que se establezcan las diferencias de presiones y temperaturas. En estas condiciones si un cuerpo evoluciona a una presión o temperatura inferior a la que corresponde a los cuerpos que lo rodean, diremos que el cuerpo se comprime o recibe calor. Cuando la presión del medio exterior o la temperatura es inferior a la del cuerpo considerado diremos que el cuerpo se dilata o cede calor.

Según esto puede decirse que un *trabajo es positivo* cuando se produce originando un gasto de calor, y será negativo cuando se produce para transformarse en calor.

Más adelante trataremos del ciclo que tiene una importancia particular en el estudio de que nos ocupamos y que fué imaginado por Carnot.

15.—Equivalencia entre el calor y el trabajo en un ciclo cerrado.—Si consideramos el ciclo cerrado que indica la figura 4, ya hemos visto que el trabajo tiene por expresión

$$\tilde{e} = \int p \, dv$$

que será en este caso la diferencia de las áreas que encierran las curvas que forman dicho ciclo y las ordenadas límites correspondientes.

Podemos observar, como lo hemos dicho antes, que al realizar un cuerpo un ciclo cerrado vuelve al estado primitivo en magnitud, forma, propiedades físicas y químicas que poseía antes; pero esto no quiere decir que tenga la misma velocidad; quiere decir que la fuerza viva del cuerpo así considerado puede no volver a alcanzar su valor inicial en el momento en que el ciclo termina su encierro.

El principio de equivalencia se realiza también en este caso y puede tomarse como una hipótesis verificada por el conjunto de sus consecuencias experimentales.

La ley de Mayer se cumple aquí de la misma manera, de modo, que si Q es la cantidad de calor absorvida, $\tilde{e}_e$ el trabajo externo producido y $W_1 - W_0$ la variación de fuerza viva podemos decir que la *suma del trabajo externo y de la variación de la fuerza viva en un cuerpo es proporcional a la cantidad de calor absorvida por el equivalente mecánico del calor* E. De esta manera se tiene:

$$\tilde{e}_e + W - W_0 = Q\,E$$

CAPITULO II

Calor absorvido en una transformación elemental cualquiera de un gas.

16.—Calores específicos de los cuerpos y de los gases en particular.—Comunmente se suele definir con el nombre de calor específico de un gas al número de calorías que debe suministrarse a un kilogramo de este gas para que su temperatura experimente una variación de un grado centígrado. Mas exactamente aún, el calor específico puede definirse como igual a la relación $\frac{dQ}{dt}$ entre el calor cedido y la variación de temperatura producida.

Bajo el punto de vista del estudio que hace la termodinámica esta definición no resulta completamente exacta, pues se sabe que el calor produce en el cuerpo otros efectos a más de la variación de temperatura; pero es definido, como acabamos de hacerlo, teniéndose en cuenta la condición de la substancia durante la variación de temperatura.

Como el modo de calentar un cuerpo puede variar al infinito, es indudable que existe un número infinito de calores específicos. Sin embargo, ordinariamente se consideran el *calor específico a presión constante y el calor específico a volumen constante.*

En cuanto a los cuerpos sólidos y líquidos es imposible establecer diferencia apreciable entre lo que es el calor específico a presión constante y el calor específico a volumen constante por lo cual no se puede hacer distingo de ninguna clase en sus capacidades caloríficas en esos estados.

El calor específico de un gas a presión constante se hace $C = \left(\frac{dQ}{dt}\right)_p$ y el calor específico a volumen constante $c = \left(\frac{dQ}{dt}\right)_v$

C es mucho más grande que c, porque en el calentamiento de

un gas a presión constante, se tiene que suministrar el calor necesario para la producción del trabajo externo.

Las principales experiencias realizadas para medir el calor específico de los gases a presión constante son debidas a Regnauld. Este físico comprobó qué los gases tienen un calor específico propio cuando la presión es constante, el cual difiere de un gas a otro; pero es independiente de la presión y de la temperatura cuando el valor de esta última no pasa de 200°.

C es pues conocido; pero c es difícil de medir directamente y se deduce de la relación $\frac{C}{c} = \gamma = 1.41$, cuyo valor puede tomarse como constante para los gases perfectos. Merced a este valor es, como hemos dicho, que se puede deducir c.

Los calores específicos a presión constante y a volumen constante son según Regnauld independientes de la temperatura; pero Berthelot y Le Chatelier han establecido, que para temperaturas elevadas el calor específico a volumen constante es proporcional a la temperatura y los valores que entonces se encuentra para él son mayores que los encontrados por Regnauld.

Los calores específicos a que acabamos de referirnos corresponden a la cantidad de calor que absorve la unidad de peso del gas estudiado según que se considere la presión o el volumen constante y son pues calores específicos referidos al peso; pero si en lugar de considerar la unidad de peso pasamos a considerar la unidad de volumen, la cantidad de calor para hacer variar en un grado la temperatura de esta unidad de volumen será el calor específico *volumétrico del gas estudiado* que designaremos por la letra K.

De esta manera cuando se quiera hallar la relación entre el calor específico *densimétrico* c y el calor específico volumétrico K; como el volumen específico $v_c = \frac{1}{\delta}$ del gas estudiado corresponde un calor específico C, se podrá escribir

$$C : v_c :: K : 1$$

de la cual proporción se puede deducir el valor

$$K = \frac{C}{v_c} = \frac{C}{\frac{1}{\delta}} = C\,\delta$$

de modo que puede decirse que el calor específico volumétrico de un gas está dado por el producto del calor específico densimétrico por la densidad específica del fluído considerado.

Naturalmente según que consideremos la presión o el volumen constantes, diremos que el calor específico volumétrico es a presión o a volumen constante.

Cuando se quiera representar gráficamente la curva que da las variaciones de temperatura y de calor de un gas; tomaremos sobre dos ejes coordenados (fig. 7) estos valores, midiendo sobre *oy* los valores de las temperaturas absolutas alcanzadas por el fluído en función de las calorías Q suministradas en la transformación y que mediremos sobre *ox*; teniéndose de este modo la curva TB.

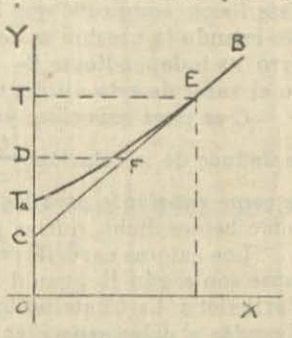


Fig. 7

Si ahora en un punto de esta curva trazamos la tangente EC, y desde el punto C en el eje de ordenadas se toma una magnitud igual a la unidad CD, levantándose en el punto D una perpendicular DF que vaya a encontrar a la tangente EC en el punto F: se llamará *calor específico actual* del cuerpo en el punto E a la longitud

$$DF = tg\ \widehat{DCF}$$

puesto que podemos fundarnos en la definición de calor absorvido por un cuerpo, que como se sabe es el producto de la variación de temperatura por el calor específico; pero DF es el calor absorvido, para la variación CD de temperatura y como en el triángulo rectángulo FDC

$$DF = DC \times tg\ \widehat{DCF}$$

siendo $DC = 1$

$$DF = tg\ \widehat{DCF}$$

Observando el diagrama puede notarse que en una transformación adiabática, como la variación de calor es nula, y el trabajo externo se realiza a costo de la energía interna se tiene que la línea

$$T = f\ (Q)$$

se confunde con el eje OT y el valor del calor específico es nulo.

Por otra parte, si se considera una evolución isotérmica, la línea que da el valor de la temperatura es una paralela al eje de las x y el valor del calor específico será infinito.

Además, es evidente que el valor del calor específico se mantendrá constante durante una transformación si la temperatura del cuerpo varía proporcionalmente a la cantidad de calor Q tomada o cedida.

Los valores para los calores específicos densimétricos a presión constante y a volumen constante se encuentran tabulados a mérito de experiencias realizadas y son los siguientes para los gases que a continuación se indican

	C	c
Aire	0.2375	0.169
Nitrógeno	0.2438	0.173
Oxígeno	0.217	0.154
Hidrógeno	3.43	0.4122

17.—Ley de Joule.—Este físico enunció, después de comprobarla experimentalmente, la siguiente ley: *La energía interna* de una masa gaseosa no depende de su volumen, ni de su presión, sino únicamente de su temperatura.

Como consecuencia de esta ley puede deducirse, que cuando un gas se dilata adiabáticamente sin efectuar un trabajo exterior, su temperatura no variará y por lo tanto que su energía interna es nula.

En efecto en la ecuación de Mayer se tiene entonces $dQ = 0$ y $p\,dv = 0$ de donde

$$dU = dQ - A\,p\,dv = 0$$

La ley de Joule tiene una importancia semejante a la que tiene la ley de Mariote; es por lo tanto exacta solamente para el caso de un gas perfecto; siendo en todos los demás casos aproximada.

El físico a que estamos haciendo referencia siguió el siguiente procedimiento para comprobar esta ley: Tomó dos recipientes iguales y unidos por medio de un tubo en el cual iba interpuesta una llave o grifo que servía para interrumpir o establecer la comunicación entre ellos. En seguida dispuso cada uno de estos recipientes entre un calorímetro, cuyo recipiente o cuba en cada uno de estos aparatos venía entonces a contener una cantidad pequeña de agua.

En estas condiciones, listo todo para la experiencia, cerró el grifo de unión de los dos recipientes, y procedió a comprimir aire a 22 atmósferas en uno de ellos después de haber hecho el vacío en el otro.

Hecha la compresión, abrió el grifo de comunicación, y el aire pasó de un recipiente a otro por el hecho de la diferencia de presión.

Entonces pudo constatar que el agua del calorímetro en que se hallaba el recipiente de compresión experimentaba un descenso de temperatura y que el líquido del otro calorímetro se calentaba; pudiendo entonces constatarse que el calor cedido por el aire al agua del segundo calorímetro era igual al calor perdido por el agua en el primer calorímetro.

Por otra parte, tomó después los dos recipientes en uno de los cuales estaba hecho el vacío mientras que el otro estaba lleno de aire a presión y los colocó en el recipiente de un mismo calorímetro; pudiendo entonces comprobar, al abrir el grifo de comunicación, que la temperatura del agua del calorímetro no experimentaba variación de ninguna clase. En esta experiencia el enfriamiento que resulta de la expansión del gas quedaba anulado por la transformación de fuerza viva y por el calor a que daba lugar el choque de las moléculas.

18.—Calor absorvido en una transformación elemental cualquiera de un gas.—La cantidad de calor que contiene un gas se conoce cuando se tiene dados su volumen, presión y temperatura, esta cantidad de calor es la que hemos llamado calor interno, designándola por U y sabemos que se puede escribir

$$U = f\ (v.\ p.\ t)$$

Aún más, esta expresión puede expresarse bajo la forma

$$U = f\ (v.\ p.)$$

puesto que t viene a estar determinada por la presión p y el volumen v.

Cuando el cuerpo y en particular el gas que consideremos experimenta una variación elemental de calor, la cantidad dQ de calor que es precisa para efectuar dicha transformación elemental, es decir para pasar de los valores p, v y t a los infinitamente próximos que entonces resultan, está dada por la ecuación de Mayer

$$dQ = dU + A\ p\ dv$$

Si consideramos la evolución de un cuerpo y suponemos que este pasa del estado inicial a un estado infinitamente próximo, y hacemos su representación gráfica, podemos admitir que dicha evolución está formada por una evolución a presión constante y por una evolución a volumen constante.

En esta evolución la cantidad de calor que es precisa por unidad de temperatura y de peso, para producir una variación de temperatura a presión constante, la representaremos por C, que es como sabemos el calor específico a *presión constante*. En cuanto a la cantidad de calor que es necesaria en las mismas condiciones para la variación de temperatura a volumen constante, sabemos que es c, que designa el calor específico a volumen constante.

Si de una manera general suponemos que se realiza en el ciclo elemental así considerado, para la evolución a volumen constante se tendrá $dv = 0$ y por lo tanto en la ecuación de Mayer

$$dQ' = dU = c\,dt$$

es decir

$$dU = c\,\frac{dt}{dp}\,dp$$

puesto que como sabemos Q en este caso función de p y de t.

Si ahora suponemos que la evolución se hace a presión constante tendremos

$$dQ'' = dU + A\,p\,dv = C\,dt$$

y como en este caso Q resulta función de v y t, podremos escribir

$$dQ'' = C\,\frac{dt}{dv}\,dv$$

pero la evolución comprende una evolución a presión constante y una volumen constante luego:

$$dQ = C\,\frac{dt}{dv}\,dv + c\,\frac{dt}{dp}\,dp$$

Esta es una de las ecuaciones de equivalencia llamada de Clausius.

Vamos a expresar esto mismo con respecto a los gases que hemos llamado perfectos y en los cuales la ecuación que define su estado es

$$p\,v = RT$$

Si se diferencia esta ecuación, puesto que R es constante, se tiene:

$$R\,dT = p\,dv + v\,dp$$

que entonces puede escribirse

$$dT = \frac{p\,dv}{R} + \frac{v\,dp}{R}$$

expresión en la cual puede notarse, como se ve, que a una variación de temperatura corresponde una variación de volumen dv y una variación de presión dp; para esta variación de temperatura corresponde una variación total de calor dQ que será la suma de las variaciones parciales de calor a presión constante y a volumen constante.

Considerando la variación de temperatura a presión constante

$$dt = \frac{p\,dv}{R}$$

se tiene:

$$\frac{dt}{dv} = \frac{p}{R}$$

la cantidad de calor, puesto que C es el calor específico a presión constante, será $\frac{C\,p\,dv}{R}$ y en cuanto a la variación de temperatura a volumen constante

$$dt = \frac{v\,dp}{R}$$

se tiene

$$\frac{dt}{dp} = \frac{v}{R}$$

y la cantidad de calor, puesto que c es el calor específico a volumen constante, será

$$\frac{c\,v\,dp}{R}$$

(*Continuará*).

Operaciones Navales

Cuarta Conferencia

El torpedo a bordo de los buques grandes.

Por el Capitán de Fragata
D. R. Marques de Azevedo.

Traducido de la Revista Marítima Brasilera

No perderemos tiempo en investigaciones sobre la necesidad del torpedo como parte del armamento de los grandes buques. Todos los acorazados de las grandes potencias navales disponen de esa arma entre sus medios de ataque y, principalmente, de defensa, no obstante opiniones, como la del Almirante Bride, sosteniendo, en 1914, que: "El torpedo del día tiene, se supone, una velocidad que le permitiría alcanzar un objeto a 6500 yardas de distancia en poco más de cuatro minutos. Un proyectil disparado por un cañón de 12" (50) llegaría a un objetivo situado a esa distancia en nueve segundos. El cañón en cuestión puede dispararse de modo de permitir que sus proyectiles toquen el objetivo seis veces, cuando menos, antes que el torpedo, sin empezar el tiro del cañón antes que se haya realizado la descarga del torpedo. El buque descrito tendría tres tubos por banda y no un solo cañón, sino ocho, de grueso calibre. Por consiguiente, si se dispara con los tres tubos, habría tiempo para disparar también 48 proyectiles de cañón, todos capaces de tocar el objetivo antes que

cualquiera de los torpedos. Supongamos que se pierda el 66% de los tiros de cañón, habría simpre 16 impactos a los cuales, ni la cintura acorazada, ni la protección de los cañones, proporcionarían defensa eficaz, y **cuando los torpedos hayan llegado, encontrarán que la obra a que estaban destinados se ha realizado sin su concurso.** Este es el punto digno de tomarse en consideración".

Este argumento dió lugar a la siguiente observación, muy natural,del Sr. John Biles (Vice-Presidente del Instituto de Constructores Navales): "..... De ese modo llegamos a la cuestión de la concentración y dispersión que Sir Cyprian Bridge ha tratado con nosotros y a las terribles andanadas, a que hace referencia Sir Trevor Dawson (1) y, con las cuales las dos flotas, o por lo menos una, serían destruídas completamente en cinco minutos".

La existencia del torpedo, en las grandes unidades, se explica por razones de órden muy superior al de lasopiniones preferenciales, en materia de armamento. La primera es la que se refiere a los medios de que se debe disponer en el combate, en el cual todas las armas tienen su momento de utilización oportuna, y principalmente, porque no se debe estar deprovistos de elementos de ataque idénticos a los que el enemigo pudiera emplear contra nosotros.

La segunda pertenece al dominio de la táctica, esto es, —la influencia del arma en el desarrollo de una acción naval.

Los progresos realizados en los últimos torpedos, no sólo con relación a la velocidad sino, tambien, respecto a los aparatos de *control* de la trayectoria, reduciendo el desvío lateral, hacen perfectamente justo decir que: "tanto en alcance como en exactitud, el torpedo moderno, se compara, muy ventajosamente, con el cañón, en las posibles distancias de combate"...

....El Anuario de Brassey dice: "Es un hecho que el alcance efectivo del torpedo Whitehead iguala, si no excede,al del cañón. El hecho de que el torpedo mantenga durante todo su recorrido una profundidad determinada, elimina las probalidades de errar el objetivo por causa de las

(1) Conferencia anterior.

variaciones en la trayectoria; y como lo ha demostrado reciente práctica, en 1911, un torpedo disparado, supongamos, al centro de una línea de buques en línea de fila, orden natural, tiene dos probabilidades contra una de tocar a algún buque, aún a la distancia de 10.000 yardas.

Juzgamos innecesario traer, a presencia de nuestros colegas, tablillas relativas a las características de los torpedos actuales. Basta citar que los ingleses de 21", con 330 libras de carga explosiva, alcanzaron la velocidad de 27 nudos a distancia de 8000 yardas y, según consta, el torpedo alemán con una carga de 286.6 libras de T. N. T., desarrolló 29 nudos a 7000 metros; y todo nos induce a creer que hoy (1915), en distancias de 9000 yardas, las velocidades exceden las cifras indicadas. Conviene notar que todavía hay un gran margen para el perfeccionamiento del torpedo, mientras que el cañón naval parece haber llegado a la cúspide de su desarrollo, en velocidad y alcance.

Por eso, cualquiera que sea el valor actual del torpedo, comparado con el del cañón, se puede afirmar que no es ya el arma incierta de pasados años y que entonces como hoy, el hecho de su presencia en la línea de batalla contribuirá, más que cualquier otro elemento de combate, a regular las distancias entre los adversarios. Antes de llegar al perfeccionamiento moderno, el torpedo, había eliminado ya la utilidad del espolón.

Actualmente, la posibilidad de su empleo es tal que ya se prevé la intervención de los destroyers en la táctica de combate diurno, utilizando el lanzamiento a grandes distancias.

Napoleón dijo que: "La táctica debería reformarse cada diez años" y por los hechos comprobamos que lo ha sido mucho más rápidamente, por la influencia siempre creciente de aquél y de otros medios de ataque.

Según Bernotti, "Las concepciones fundamentales que deben inspirar, conjuntamente, las maniobras tácticas, son las siguientes:

1o. Poner en acción el mayor número de cañones;

2o. Conseguir una posición táctica ventajosa.

Los tipos de *posiciones ventajosas* pueden reducirse a dos: "colocar parte de la fuerza enemiga en condiciones de no poder tirar" o "que su fuego sea menos efectivo, por ser ejecutado a mayor distancia que el nuestro". [El primer objetivo queda satisfecho por la posición en T; el segundo, por la posición equidistante de la parte mas próxima de la línea enemiga]".

En un reciente estudio, sobre los torpedos en los buques de línea, llega Bernotti a las siguientes conclusiones: 'Por tanto, el torpedo, en grandes distancias, producirá el efecto de obligar a los adversarios a conservarse recíprocamente por los sectores de popa".

La imposibilidad de tal situación es clara, si se trata de combates decisivos, pero sirve para demostrar, como dice muy bien el referido autor, que: "a fin de provocar una batalla decisiva, sería necesario que uno de los adversarios desarrollara el máximun de su potencia ofensiva durante el período de aproximación, es decir, acercarse en formación de frente, teniendo en cuenta que un buque de proa, o próximamente, tiene más probabilidad de no ser tocado por un torpedo. Tal consideración nos lleva a pensar que la importancia del tiro de caza aumenta con el progreso del torpedo. Sin embargo, no parece necesario que se sacrifique el uso del cañón en la gran escala que requiere la aproximación de proa"..... "Si uno de los adversarios no quiere que el torpedo participe en la lucha, le es muy fácil conseguirlo; sólo necesita navegar en la misma dirección general que el enemigo y luchar, tomando en cuenta únicamente el cañón; esto es, sin correr ningún riesgo, mientras la distancia no baje de los límites dentro de los cuales el torpedo tiene probabilidades de ofender.
(Límites de posibilidad de lanzamiento simple o multiple)

Menos de 10000 metros

M	distancias
30°	siempre
60°	siempre
90°	6500 metros
120°	4200 „
150°	3300 „

Por tanto, reflexionando maduramente en las razones expuestas, concluíremos que la evolución, en distancias inferiores a 10.000 metros, está ya limitada por la interferencia del torpedo, bien se trate de lanzamientos simples, o bien se considere el lanzamiento múltiple.

De una manera general, se puede afirmar, que la disposición de los buques en línea de fila, no debe permitir el combate en distancias inferiores a las referidas y, por consiguiente, que la fase decisiva deberá establecerse de otro modo, esto es, con la maniobra. Salvo que se admita que los resultados sean definitivos en las distancias extremas, lo que, en vista de las conclusiones a que hemos llegado en otras conferencias, parece poco probable, el combate futuro tendrá al torpedo como elemento muy preponderante, no sólo para establecer el equilibrio táctico, sino también para contrarestar los movimientos del enemigo, creando situaciones favorables al desarrollo de nuestros planes, mayormente si poseemos unidades provistas de mayor volúmen de fuego en los sectores de proa o si disponemos de una división de maniobra, de cruceros de combate, armados con torpedos.

Es relativamente fácil concebir varias situaciones de un combate naval en que la utilización conveniente de una salva de torpedos sobre la extrema línea enemiga, cause al adversario la pérdida de alguna de sus unidades o lo obligue a procurar en la maniobra un medio de salvación; por consiguiente, si esto se realiza, habremos impuesto nuestra voluntad, colocando al enemigo en una posición que no es la que más le convendría para la realización de sus fines.

Habrase aplicado así uno de los principios fundamentales de la guerra "imponer nuestra voluntad al enemigo, obstaculizando sus planes".

Por el trazado de los buques construídos hasta época reciente, y de acuerdo con los autores de más renombre en cuestiones de Táctica Naval, parece que la formación típica para un combate a cualquier distancia, entre unidades mas o menos iguales en potencialidad de artillería, era

la "línea de la fila", conservándose en rumbos paralelos las escuadras adversarias.

Estudiemos ahora, las consecuencias resultantes de esta formación extensa, no tomando como punto de partida el tiro de la artillería, sino considerando los medios de realización práctica y efectiva del tiro del torpedo. Para esto, aprovecharemos de los estudios hechos por técnicos de marinas extranjeras, cuyo conocimiento del asunto no es objeto de duda, sobre todo, tratándose de los Srs. P. Alger en los Estados Unidos y R. Bernotti en Italia.

Para los fines de esta conferencia utilizaremos un estudio analítico del tiro de torpedos hasta 3000 yardas, publicado por el profesor Alger (Proceedings. Marzo 1909) y un trabajo del Comandante Romeo Bernotti (Proceedings. Diciembre 1914) sobre los torpedos en los grandes buques.

Del interesante trabajo del profesor americano aprovechamos una de las tablillas, la que había sido calculada para una distancia de 2000 yardas, adaptándola a las condiciones actuales, esto es, hasta 10000. La representación gráfica anexa, de los valores correspondientes a algunos ángulos de posición, proporciona mejor idea, de las posibilidades de lanzamiento, que una tablilla numérica.

El trabajo del profesor Alger se refiere al tiro simple y en el caso de nuestro gráfico, la relación entre las velocidades de torpedo y blanco se ha considerado igual a 2. Es posible que todavía, esta relación, no pueda establecerse en las distancias máximas; pero esto no importa para nuestro estudio, destinado a poner de relieve el papel, cada vez más activo, del torpedo en la táctica moderna.

Otra ventaja del gráfico es la de permitir considerar el caso del lanzamiento contra cualquier número de buques, tomando como longitud del blanco la de la línea enemiga.

En cuanto a las condiciones que rigen el empleo del torpedo en los combates de escuadras, emplearemos los del Comandante Bernotti. El ilustre oficial italiano, empieza por un exordio para "probar que el cañón tadavía es arma preponderante en el combate naval", lo que en esta épo-

ca, nadie pone en duda, máxime cuando todavía no se ha realizado la idea del General Cuniberti, del buque "All Torpedoes", tal vez capaz de trasformar enteramente el aspecto de la guerra marítima.

Dice el Comandante Bernotti: "disparando un torpedo contra un blanco cuya eslora es L, para herirlo, el error debe ser igual o menor que ½ L. Si se hiciere un lanzamiento múltiple, de dos torpedos, el máximo error, a partir del centro del blanco, para que éste sea alcanzado, es L; y, de un modo general, para *n* torpedos, podrá ser n/2×L. Esto hace evidente que el *lanzamiento múltiple de n torpedos, con una dispersión L, entre dos sucesivos, tiene una probabilidad de impactos igual a la probabilidad de un lanzamiento simple, contra un buque de eslora nL*".

Después de estudiar las diversas probabilidades de impacto, en diferentes ángulos, dice el Comandante Bernotti: "Un examen de los límites dentro de los cuales varios buques pueden ser mirados como un solo blanco, sustituyendo un buque L, por un blanco ficticio de eslora nL, nos muestra que, dos o mas buques de 200 metros de eslora, en línea de fila y separados 500 metros, forman un blanco continuo para un lanzamiento múltiple, de seis torpedos".

"De hecho, en tal caso, los blancos ficticios se superponen de modo de formar uno continuo".....Más adelante dice: "el problema del lanzamiento múltiple no puede ser resuelto por el sistema de salvas y, por consiguiente, el único medio es el lanzamiento sucesivo".

El lanzamiento múltiple—por salvas—no es posible, en las condiciones actuales, por estar fuera de cuestión el empleo de ángulos de dispersión, entre dos torpedos, por cuanto los tubos submarinos de los acorazados, no pueden establecerse sino en posiciones fijas y, tambien, por no ser práctico el uso del aparato giroscópico de deflexión, por que sería necesario sacar el torpedo del tubo para cambiarle el ángulo, coforme a las necesidades de la ocasión, variables en cada instante del combate.

....."Resta el lanzamiento a intervalos de tiempo su-

cesivos, siendo suficiente, entonces, tener un puesto de dirección central, con un aparato que dé los datos para el lanzamiento del primer torpedo, lanzándose los siguientes [n–1] torpedos a iguales intervalos de tiempo, correspondientes a los valores del ángulo de marcación del blanco.

Este método es, practicamente, idéntico al recomendado para el lanzamiento en los destroyers y consiste en "aplicar correcciones variables a los ángulos de mira de los tubos, colocados paralelamente". En vista de lo que precede, concluye el Comandante Bernotti respondiendo a la pregunta: "¿Cuál será la influencia del torpedo en la maniobra táctica?"....."Con el empleo del cañón, en igualdad de armamento, estamos obligados a entrar dentro del alcance del cañón del enemigo, a fin de tenerlo bajo el fuego de los nuestros; con el torpedo, al contrario, es posible [y por consiguiente lógico] maniobrar, con relación al enemigo, de tal forma que le sea imposible hacer el lanzamiento, de acuerdo con la tablilla" [reproducida al principio de la conferencia].

"El torpedo producirá pues, a gran distancia, el efecto de obligar a los adversarios a mantenerse, uno respecto de otro, por los sectores de popa. La representación mental, de un combate en esas condiciones, deberá ser, por los motivos expuestos, la de una acción indecisa, en que los adversarios huirían uno de otro, en cuanto estuviesen dentro del alcance del torpedo".

Bastan para nuestro propósito, los argumentos del ilustre oficial italiano incluídos directa o implícitamente en nuestro estudio de hoy y, como conclusión final, diremos que: solamente en el tablero del Juego de la Guerra, se conseguirá sacar consecuencias realmente más positivas y más aproximadas de la verdadera influencia que sobre la táctica ejerza el torpedo, ya por su simple presencia en los buques de línea, ya por su intervención efectiva en el combate de escuadras.

Por la traducción

Victor Escudero.

Teniente 1º.

Sobre Aviación Militar y Artillería Antiaérea

Por el Teniente 2º
Dn. Manuel F. Jiménez.

Vamos a exponer algunas ideas relativas a la conveniencia del establecimiento y organización de estos servicios entre nosotros, refiriéndonos también a la parte de la aviación directamente relacionada con la marina.

Es indiscutible que en la guerra moderna no puede ya prescindirse de semejantes servicios.

El gran desarrollo y notable progreso que en nuestros días ha logrado alcanzar la aviación, han permitido no sólo utilizarla para el mero servicio de exploración, sino que la han convertido en arma ofensiva y defensiva a la vez, de cierta eficacia, dando origen, como consecuencia, al nacimiento y aplicación de la artillería antiaérea.

En efecto, siendo cada aeroplano o dirigible, susceptible de trasportar determinada cantidad de explosivos poderosos [aparte de su artillería propia], y perfeccionados suficientemente su estabilidad, medios de propulsión, etc., se han convertido por este hecho, en armas de combate, con las cuales es indispensable contar para el mejor éxito en la conducción de las operaciones de la guerra.

Los innumerables ejemplos que a diario nos ofrece la guerra actual, comprueban la utilidad y eficacia de la aviación, tanto bajo el punto de vista de los reconocimien-

tos, como para el ataque de los objetivos designados y defensa de los mismos.

Si en tierra coopera con notable utilidad práctica a los movimientos y acciones de los ejércitos, en el mar, sus observaciones no son menos valiosas; y su concurso puede obligar, en determinados casos, a ejecutar modificaciones estratégicas o tácticas de caráter decisivo que varíen el desarrollo y hasta el resultado de una acción, con ciertas ventajas positivas para quien sepa servirse mejor de la aviación, y tenga mas amplio y mas organizado este ramo.

Para el adversario mas débil, tiene sobre todo, una importancia muy grande, pues la batalla de Jutlandia, por ejemplo, nos muestra la magnifica utilización que los alemanes hicieron de su flota aérea.

El desarrollo de la guerra actual viene poniendo de manifiesto continuamente, la importancia relativa de cada una de las armas de combate, y hace ver que todas se complementan entre sí.

Y por eso, si están bien organizadas y se emplean juntas y con habilidad, necesariamente habrá mas probabilidades de obtener con ellas el éxito deseado.

Es indudable que el valor militar de un aeroplano o de cualquiera otra unidad aérea, dependerá del conjunto mas o menos perfecto de sus diversas cualidades, tales como: velocidad, facultad de remontarse a mayor o menor altura, poder ofensivo, etc.; valor militar que será aumentado por la habilidad y destreza mas o menos grande del piloto que la maneje.

Y teniendo en cuenta el valor militar de cada uno, y segun las exigencias, se les agrupará o dividirá desde luego, en escuadrilas, mas o menos homegéneas; de manera que se consiga asegurar con eficacia los servicios que deben prestar.

En cuanto a la artillería antiaérea, se conocen muy bien los resultados obtenidos con ella; y creemos inútil citar los múltiples casos en que ha actuado con éxito, tanto derribando zepelines en Inglaterra y Francia por una parte, como aeroplanos de los aliados, por otra.

Tambien, sabemos que la mayor parte de las cons-

trucciones navales modernas van provistas de cañones especiales, para contribuír a la defensa de los buques contra los ataques de uno o mas aeroplanos; observación que no debemos perderla de vista y ponerla en práctica, en cuanto las circunstancias nos ofrezcan la oportunidad para ello.

No necesitamos reforzar mas nuestros argumentos en favor de la gran valía, universalmente reconocida a la aviación, pues se sabe que una de las preocupaciones constantes de los países beligerantes en la actualidad, la constituye el conseguir por todos los medios posibles, la supremacía en el aire.

Pero a este respecto, y como datos ilustrativos consignamos aqui los que siguen, extractados de una información traducida, de "Science Monthly".

En los comienzos de 1916, con iminente posibilidad de verse los Estados Unidos comprometidos en la guerra mundial se mandó construír 366 aeroplanos, los que no fueron entregados en su totalidad.

Este hecho resulta muy curioso—dice—sobre todo si se tiene en cuenta que Bulgaria, por ejemplo, poseía en tiempo de paz, una cantidad tres veces mayor de aparatos que los disponibles en EE. UU., cuando el gobierno de este último país declaró la guerra a las potencias centrales.

Con el objeto de salvar los inconvenientes de semejante situación, los EE. UU. se han propuesto la construcción inmediata de varios miles de aeroplanos para los diversos fines militares.

En cuanto al gasto que ocasionará esta medida, puede deducirse aproximadamente, apreciando que la cantidad invertida en 1917 por los Estados Unidos, para construcción de varios tipos de máquinas, alcanzó a 50.000,000 de dólares.

Las principales dificultades con que se tropezará en este asunto, son las relativas a la construcción adecuada y revisión final de tan enorme número de motores; cons-

trucción y revisión que deben ser muy prolijas, a fin de que la influencia de las grandes alturas sobre ellos, les reste lo menos posible sus indispensables cualidades; y tambien, la elección del material necesario para las demas partes de los aeroplanos, como alas, etc., todo lo que indudablemente tiene que distraer gran cantidad de tiempo y de trabajo.

También, como ilustración, reproducimos algunos datos referentes a la "Aeronautic Station" de Pensacola (EE. UU.), en donde en Agosto de 1917, obtuvieron su título de aviadores navales, tres oficiales de la marina argentina.

En dicha escuela de aviación naval, los alumnos existentes hasta la citada fecha, llegaban a 1200.

Los aparatos empleados para la instrucción, son del modelo americano Curtiss No. 9. El peso del hidroavión es de 1850 libras; su motor, de 100 HP., y su velocidad, a 1400 revoluciones, en vuelo horizontal, alcanza a 85 millas por hora.

Las pruebas a que son sometidos los alumnos para obtener el título correspondiente, son:

1a. De altura. Subir a 6000 piés; luego descender a los 1000 en cualquier forma, y desde esa altura aterrizar a menos de 200 pies de una señal determinada.

2a. Espirales. Subir a 3000 pies y a esa altura detener el motor y descender en espirales, tocando agua a menos de 200 pies de una señal determinada.

3a. De distancia. Volar 40 millas de distancia en línea recta, con viento de través, no menos de 25 millas por hora. Este vuelo debe hacerse a compás, estando prohibido guiarse por tierra.

4a. Demostrar capacidad para gobernar el aparato en muy malas condiciones atmosféricas y mar con olas no menores de seis pies de altura.

El Perú, por lo general, ha tenido casi siempre ini-

ciativas felices, adelantándose muchas veces a las demás naciones de la América del Sur.

Así por ejemplo, es el primer país de esta parte del continente que mandó construír y trajo sumergibles para el servicio de su marina.

En cuanto a la aviación, podemos decir, que a nuestro país tambien le ha cabido su parte en el desarrollo y fomento de la navegación aérea; y algunos de sus hijos han conseguido, con sus triunfos, enaltecer el nombre de la patria.

Fuera de las manifiestas inclinaciones y estudios, dignos de alabanza y estímulo, de varios peruanos (1), tanto en la época del virreynato, como años después, puede citarse---de entre los muchos--- como otro ejemplo a Bielovucic; cuya estadía y vuelos en Lima en 1911, lograron despertar gran entusiasmo, que nos hizo pensar con cierto convencimiento serio, en la necesidad de dedicar mas atención a este problema,y preocuparnos por el anhelo de un futuro y probable poder aéreo, de solidez tal que robusteciera y completase gradualmente nuestro escaso poderío militar.

Y por último, pocos meses antes de este acontecimiento---en Setiembre de 1910---Jorge Chavez, al perder la vida a consecuencia de un accidente, despues de llevar a cabo su gloriosa hazaña de remontar los Alpes, rindió el tributo de sangre y de martirio que las grandes cosas imponen a la humanidad, acaso por haber sido el primero que se atrevió a realizar tan audaz empresa.

Chavez, con su hazaña, había enaltecido el nombre de su patria, y la noticia de la conquista de su arrojo, la Fama la esparció por todas partes.....

A pesar de todo, es un hecho curioso pero cierto, que muchas de las iniciativas han tenido la fatalidad de perecer del todo en los comienzos de su realización o quedar postergadas en su progreso, por falta de entusiasmo; por falta de acción constante, y tambien por razones o dificultades de orden económico.

Tal cosa sucede tambien con la aviación.

Estas últimas dificultades, como en todo, a decir ver-

dad, han podido y pueden sin embargo salvarse, mediante una previsora distribución proporcionada al objeto; y en todo caso, el sacrificio quedaría compensado siempre con creces, con la utilización provechosa de los servicios que en el debido momento, rendirían los ramos o instituciones que lo originen.

En la actualidad hay oficiales de la marina y del ejército, que pronto terminarán sus estudios en la Escuela de Aviación Militar de la República Argentina. Y es de desear que cuando regresen, puedan disponer, a la brevedad posible, de los elementos necesarios para que con su concurso y el de los oficiales que ya han hecho su practica en Europa, pueda establecerse formalmente, una Escuela de Aviación Militar y Naval entre nosotros, con los respectivos talleres mecánicos anexos, para reparaciones y repuestos que puedan ejecutarse sin el auxilio exterior.

Decimos tan pronto como nos sea posible, puesto que naturalmente, por las dificultades de todo orden con que en la actualidad se tropieza, por efecto de la guerra, acaso nos veremos obligados a retardar hasta despues de su terminación, el ansiado momento de darle forma real y práctica a tan lógico y patriótico deseo.

Sabido es que en el Brasil y en Chile, aparte de la Argentina, existe mucho mas interés por todo lo que se refiere a cuestiones aéreas, y en Bolivia, se trabaja igualmente, por conseguir la implantación de ese servicio.

¿Nosotros nos retrasaremos?

Nuestros antecedentes en lo que se refiere a la aviación, nos obligan a no permanecer estancados; y creemos con fundamento, que se le ha de dispensar especial atención en lo sucesivo, en las medidas de nuestras posibilidades financieras.

La importancia de la aviación ya no puede ser discutida.

Y no solo hay que considerarla bajo el punto de vista de su eficacia militar, como a toda arma; sino tambien —por la relativa o completa impunidad con que puede actuar en determinados casos—bajo el punto de vista de su efecto moral, terrorífico, sobre la población civil o no

combatiente, desde que jamás se respetarán las leyes y convenciones naturales a que debe sujetarse la guerra.

En efecto, los ataques aéreos a poblaciones indefensas o no fortificadas y desprovistas, por consiguiente, de los respectivos medios de defensa contra tales incursiones, ejercen una gran influencia moral, que, en países de organización y disciplina internas defectuosas, puede amenazar seriamente la cohesión y unidad de criterio, y producir, acaso, con la repetición, en un momento dado, graves disenciones de carácter tal que, entorpeciendo las operaciones, comprometerían el resultado final de una guerra.

Conviene, por lo tanto, pensar en todo ello y organizar, en cuanto sea posible, un servicio de tal naturaleza que, aunque no lo supere desde los primeros momentos, pueda cuando menos, contrarrestar con eficacia, el poder aéreo del enemigo probable; preocupándonos asimismo, para complementar, por supuesto, la defensa aérea de nuestros mas importantes puertos y ciudades, de establecer el correspondiente servicio de artillería antiaréa.

Por lo demás, estando ligadas íntimamente las operaciones aéreas con las de las otras armas, según lo demuestra en la mayoría de los casos, la experiencia de la guerra actual, es preciso que no nos descuidemos, para que, los acontecimientos, en lo futuro—si desgraciadamente se repiten—no nos sorpredan sin preparación, en ningún sentido, pues creemos que, como alguien ha dicho: "*Parece seguro que en el pornenir, el dominio del aire será el complemento necesario para el dominio del mar.*

Marzo 10 de 1918.

NOTA 1.—Santiago Cárdenas fué el primer peruano que inventó una máquina de volar por la idea que le sugirió el estudio del vuelo de un ave marina a la que él llamaba *tijereta*; máquina que debía reunir las condiciones que designaba en un libro escrito por él en esa época.

En 1761 presentó un memorial al virrey don Manuel Amat y Juimet, dando cuenta de la máquina para volar que había inventado; pero para cuya construcción le faltaban los recursos necesarios. El virrey puso el asunto en conocimiento de la Real Audiencia, pero ésta no le concedió a Cárdenas el apoyo que solicitaba. Murió en 1766, sin haber logrado realizar sus proyectos.

Algunos años antes de la guerra del Pacífico, el Teniente Coronel don Pedro Ruiz hizo detenidos estudios sobre navegación aérea y publicó en 1878, un libro que condensaba las audaces teorías que preconizaba, siguiendo el ejemplo de Cárdenas.

Ruiz inventó tambien varios aparatos, que manifestaban que logró perfeccionar los conocimientos que hasta esa época se tenían. Solo hacía cinco años en esa fecha que se había ensayado un máquina para volar, en Alemania, por un ingeniero de este país, ensayo que resultó poco práctico por la reducida fuerza del motor y no poder cargar sino muy poco combustible.



Contribución al aprovechamiento de la Industria Nacional por la Armada y el Ejército.

Reproducimos a continuación el artículo "Contribución al aprovechamiento de la industria nacional por la Armada y el Ejército de X. Y. Z", que tomamos de la Revista de Marina Chilena, por que creemos que las ideas en él expuestas se amoldan a nuestras necesidades.

La necesidad más apremiante de la marina, relacionada con el desarrollo de la industria nacional y que es, al mismo tiempo, la más difícil de satisfacer en la situación actual, es el apertrechamiento de explosivos y municiones.

No creemos que a los estadistas y a los profesionales haya necesidad de probar lo necesarios que son a la fuerza armada del país los elementos indicados, de suerte que daremos por admitida la urgencia de instalar en el país las fábricas que deben elaborarlos.

Para la manufactura de municiones y explosivos la marina tiene estudios preliminares que datan desde años atrás, en que se recibieron las primeras ideas concretas sobre la materia.

Con motivo de la dificultad de proveernos de elementos de guerra, la Dirección de Artillería pidió a los oficiales comisionados en Europa y Estados Unidos estudiasen e informasen sobre la fabricación de pólvoras en sus respectivos países.

De Europa no ha sido posible obtener nada, lo que es fácilmente explicable a causa del estado de guerra.

De Estados Unidos se recibieron algunos estudios interesantes, que unidos a los hechos en el país en otras épocas, han permitido hacer las siguientes observaciones:

1º. Que la instalación de una fábrica de explosivos es bastante compleja, como se expone enseguida.

Las pólvoras usadas en la Armada son a base de nitro-glicerina y nitro-celulosa; estos explosivos necesitan como materia prima para su preparación el ácido nítrico que se extrae del nitrato de soda, tratándolo por el ácido sulfúrico, que habría que prepararlo en una planta especial, aprovechando las solfataras de Arica.

En el país existen dos fábricas de ácido sulfúrico, ambas paralizadas, y hay motivos para creer que no vuelvan a funcionar nuevamente; talvez sería posible su restauración, o en caso contrario, su adquisición en forma económica, si se las encontrara adecuadas al objeto que se tiene en vista.

El algodón necesario para la nitro-celulosa se obtendría de Tacna.

La cordita, explosivo a base de nitro-glicerina, requiere por su parte la fabricación de glicerina que se extraería de las substancias grasas hoy no aprovechadas, que produce el país en cantidades enormes, creándose con su implantación una nueva industria que aumentaría la riqueza pública.

De modo que para la fabricación de las dos pólvoras principales se tendría que producir como auxiliares: ácido sulfúrico, ácido nítrico y glicerina.

Hay además otras dos clases de explosivos que se obtienen tratando los resíduos del alquitrán, y son el trotyl y el ácido pícrico, compuesto de toluol el primero, de benzol y fenol el segundo.

Habría que estudiar qué cantidades de fenol, benzol y toluol podrían elaborar nuestras fábricas de gas y ver la manera, de que esas instalaciones respondiesen a las necesidades de la fábrica de explosivos; en caso contrario, se tendría que proceder a instalar una destilación de carbón que produciría además coke utilizable en la metarlugía.

La pólvora negra se hace en el país, en varias fábricas. Se tendría que estudiar si son capaces de producir, con sus medios actuales, las pólvoras que necesita la Armada; en caso negativo, se vería qué modificaciones se le podrían hacer a esas instalaciones para adaptarlas a las exigencias del servicio.

Los anteriores son los principales explosivos en uso en la Armada; quedan algunos otros que se emplean en menor cantidad, tales como el fulminato de mercurio y el azoturo de plomo.

Hay también varios productos que también sería necesario elaborar, sea para los explosivos antedichos o como artículos destinados a aprovechar todo el poder de la instalación y son: el éter, ácido acético, acetona, soda cáustica y sulfato de soda.

Las instalaciones y elementos que se necesitarían para producir en el país los explosivos que usa la Armada y el ejército, podrían condensarse en el siguiente resumen:

1º. Los explosivos usados;

2º. La materia prima o elementos que requiere su confección;

3º. Mínimun de producción diaria compatible con la mayor economía; y

4º. Valor de cada instalación actualmente en Estados Unidos, a la cual habría que agregar el valor de los fletes y otros gastos no fáciles de prever.

El total de gastos que habría que hacer, ascendería a 1.260,000

dólares americanos. Posiblemente el costo pueda reducirse a la mitad después de hechos los estudios que se proponen más adelante.

Sin duda esta es una cifra bastante considerable; pero no debe considerarse improductiva, pues es la única manera de asegurar la eficiencia del ejército y Armada en caso de guerra. Inútil sería que se gastase mucho dinero en buques, cañones y armamentos, si al mismo tiempo, no se les procurase los elementos necesarios para el uso eficaz de ellos.

Por otra parte la gran mayoría de los productos de esa fábrica servirían para el desarrollo de nuestras industrias, que en el año que termina el 30 de junio de 1916, importaron de Estados Unidos por valor de 1.062,603 dólares.

Si la fábrica de explosivos proporcionara al país una suma igual, el interés comercial sería bastante bueno para dicha fábrica.

Quedaría todavía una abundante cantidad de explosivos que podría exportarse a las naciones vecinas. El Perú importó de Estados Unidos durante el mismo año explosivos por valor de 315,449 dólares; la Argentina por valor de 454,639 dólares; si nosotros exportásemos a esas naciones productos por valor de la mitad de esa suma, la fábrica chilena contaría entonces desde antes de su instalación con un consumo probable anual de 1.447,646 dólares, cantidad que como se ha dicho anteriormente, significaría que la instalación de una fábrica de explosivos en Chile constituye una buena inversión.

Otro punto de vista desde el cual se debe mirar ese gasto, es también el de que los productos de esa fábrica servirían para implantar en el país numerosas industrias que necesitan importar por ahora, elementos que no se elaboran en el territorio y que los manufacturaría a más bajo precio la fábrica de nuestra referencia.

A lo anterior se puede agregar que Chile es el único país en el cual se producen o encuentran reunidas todas las materias necesarias a la elaboración de los explosivos y por consiguiente es este país el que debe ser el proveedor de las demás naciones.

Una fábrica de municiones no se presenta a un examen de una manera tan complicada como la de explosivos, o al menos no se compone de un número tan grande de secciones diferentes.

Para su fabricación se puede dividir a los proyectiles en dos clases: grueso calibre y pequeño calibre. Los primeros son los mayores de ocho pulgadas, los segundos comprenden los de ocho pulgadas e inferiores.

La elaboración de los proyectiles de grueso calibre pasa por los procesos de fundición, torneo, temple, operaciones que corresponderían a otras tantas instalaciones.

En los proyectiles de pequeño calibre se omite la fundición cortándose los trozos de barras de acero forjado, por medio del torno.

En resumen, una fábrica de proyectiles se comprendía de hor

nos de fundición de acero, talleres para tornear, hornos para el recocido y estanques para el temple.

3º. La adquisición del material y personal para instalar las diferentes secciones de una fábrica de explosivos no puede obtenerse sino en Europa o EE. UU., pero dada la actual situación mundial, quedaría sólo el último país como posible proveedor de esos elementos. Desde luego, es dable anticipar que los precios serían prohibitivos para el material que se puede encargar y desmesuradas las exigencias de los técnicos que podrían venir a Chile.

Terminada la guerra, quedaría en Europa numeroso personal preparado técnicamente para dirigir la fabricación de municiones y explosivos. Idéntica cosa sucedería con la maquinaria y demás instalaciones actualmente en uso, que paralizarían su trabajo, pudiendo obtenerse a bajo precio.

4º. Al hacer la anterior reseña de los elementos que habría necesidad de tener pronto para instalar una fábrica de municiones y explosivos, no ha sido con el ánimo de producir desaliento, por el contrario, sería de desear que cada uno se posesione de las dificultades de la operación, a fin de que aunando los esfuerzos pueda llevarse a feliz término y de una manera práctica la realización de una cuestión tan importante.

Con este propósito se pueden proponer las siguientes medidas:

1º. Pedir al Supremo Gobierno consulte una suma alzada, más o menos de 30,000 dólares, con el objeto de contratar un técnico que venga al país a hacer los estudios necesarios para la erección de una fábrica de explosivos, debiendo presentar en un plazo prudencial, planos, presupuestos y especificaciones necesarias a la ejecución de la obra.

2º. Enviar a EE. UU. un grupo de oficiales de la Armada—10 a lo menos—para que se preparen en el manejo de las futuras instalaciones.

3º. Con el objeto de disminuír las instalaciones que deben hacerse, solicitar el nombramiento de una comisión que se encargue de estudiar los explosivos en uso en el Ejército y Armada e informe sobre la manera de uniformarlos. De esta manera se reduciría sensiblemente el costo de erección de una fábrica, pues se suprimirían instalaciones al adoptarse las mismas pólvoras.

4º. Estudiar las fábricas existentes en el país y ver las que se podrían utilizar, tanto desde el punto de vista del personal, como del material.

5º. Estudiar las materias primas que se producen o puedan producirse en el país relacionadas con la producción de explosivos.

6º. Buscar el mejor lugar para hacer la instalación de la fábrica de explosivos y municiones; en un lugar que reúna, más o menos, las siguientes condiciones:

a) Fácil defensa contra tropas, aeroplanos, bombardeos, etc.

b) Conexión con la red de ferrocarriles.

c) Caídas de agua para fuerza motriz, capaces de producir 4,000 caballos a lo menos; además, agua suficiente para la manufactura de los explosivos.

d) Facilidad para obtener la mano de obra, o lugar para proporcionar viviendas a los obreros que se lleven de otra parte.

Para preparar la implantación de una fábrica de municiones se tendría que estudiar la posibilidad de obtener en el país el acero fundido y sus diferentes combinaciones con el níquel, el cromo, etc., obteniendo de este estudio un resultado favorable, sería el caso de proceder a la instalación de hornos eléctricos capaces de producir 900 toneladas mensuales de proyectiles de los calibres de 14, 12, 11, 10 y 9.2 pulgadas.

Para la munición de menor calibre se obtendrían las barras directamente de los altos hornos, pasando a los talleres de tornear.

Si no fuese posible obtener de la producción nacional el acero necesario convendría entonces importar los proyectiles de combate de grueso calibre, fabricando en el país los de ejercicio, operación que se está efectuando en la marina, aunque con algunas dificultades, a causa de que estos trabajos, se llevan a cabo sólo con los recursos ordinarios; de modo que para el futuro, sería preciso ampliar la situación actual.

Para los proyectiles de combate de pequeño calibre convendría traer del extranjero las barras de acero forjado y tornearlas en el país; la operación conducida en esta forma tendría estas ventajas:

1º. Que sería relativamente fácil importar en cualquier tiempo la materia prima;

2º. Que el valor de la mano de obra quedaría en el país.

Una medida que facilitaría grandemente al aprovisionamiento de municiones consistiría en adoptar para el Ejército y la Armada cañones de igual calibre, con idéntico proyectil, a fin de que el mismo taller los elaborara para ambas instituciones.

No sería despreciable la ventaja que se obtendría con este acuerdo, pues el consumo de municiones en los cañones de pequeño calibre es muy considerable. Se puede calcular que para entrar a campaña, se necesitan 1,000 tiros por cañón, a lo menos, cantidad que, dada la rapidez de tiro, no alcanzaría para una hora de fuego, haciéndose necesario tener considerables depósitos para reemplazar los proyectiles consumidos.

Los estudios hechos en la Dirección de Artillería hacen ascender a medio millón el costo de la instalación de un taller de proyectiles. En esta suma se incluyen los hornos eléctricos de fundición para preparar las diferentes aleaciones del acero, los talleres de tornear, etc.

No hay duda que, como para la fábrica de explosivos, habría conveniencia en esperar el fin de la guerra con el objeto de llevar a la práctica la elaboración de municiones en Chile.

Como un comprobante de la carestía de precios y de la mala calidad de los elementos construídos por las fábricas de Norte América, se puede expresar que las comunicaciones de la prensa y otras han dejado de manifiesto que Inglaterra y Francia no están satisfechos con el material de guerra construído en aquella nación. Se puede citar el siguiente hecho curioso: La marina norteamericana solicitó propuestas en EE. UU. para proveerse de municiones y las publicó también en Inglaterra. Las fábricas americanas pidieron £ 300.00 por cada proyectil de grueso calibre y las inglesas sólo £ 60.00. En tal emergencia, el Gobierno americano colocó la orden en Inglaterra con grande estupefacción de todo el mundo; ya que EE. UU. construía material para las naciones aliadas, y como éstas últimas estaban recargadas de trabajo, era de esperar de su parte un valor mucho mayor.

Los oficiales ingleses, inspectores del material en construcción en Estados Unidos, han protestado enérgicamente a causa de las dificultades opuestas por los constructores y por el desprecio que a éstos les merecían las especificaciones de Gobierno extranjero.

Como consecuencia de semejante estado de cosas, Estados Unidos no recibe hoy órdenes de material para Europa.

En Chile se tienen datos concluyentes y oficiales respecto al modus-operandi de los fabricantes norteamericanos, con ocasión de ciertas negociaciones recientes y sin temor de exagerar puede decirse que no se sujetan a reglas ni aceptan la intervención de inspectores, entregando el material como resulta y no como hay derecho a exigirlo.

Mientras tanto, y para no perder el tiempo, se debe adelantar los estudios de los puntos siguientes:

1º. La manera de llevar a cabo la producción del acero en Chile.

2º. Que una comisión se encargue de indagar la posibilidad de unificar los calibres de la artillería del Ejército y de la Armada; este trabajo podría hacerlo la misma comisión encargada de uniformar sobre las pólvoras.

3º. Adelantar los estudios que se hacen actualmente en Estados Unidos para lo cual convendría contratar los servicios de un técnico que informara sobre la mejor solución práctica de esta idea.

4º. Enviar algunos oficiales, diez más o menos, que estudien en Estados Unidos la preparación y fundición del acero para proyectiles.

5º. Estudiar las fábricas del país y ver lo que se pueda obtener en ellas actualmente y las modificaciones que convendría hacerles.

* * *

Hasta aquí solo se ha tratado de la posibilidad de fabricar en el país el alimento para las bocas de fuego, sin entrar a tratar de la

fabricación de esas armas; queremos ahora, en unas pocas líneas, hacer ver la necesidad en que está el país de construír todo su material de guerra, incluso los cañones.

Hasta la fecha, y con razón, nadie se ha preocupado en la marina de calcular el número y calibre de los cañones que necesitaríamos en tiempo de guerra; se ha dicho "con razón", que el número de piezas que se necesitarían para fortificar la costa y armar los transportes y vapores mercantes excederían de nuestros recursos ordinarios, así es que se ha preferido proceder de una manera contraria; ver el dinero que se puede obtener y emplearlo en el mayor número de cañones, para destinarlos al armamento de los transportes. Por este motivo pequeño sería el número de transportes que podríamos armar en tiempo de guerra con un regular material.

Fuera de ciertos y determinados puertos no se ha tratado de fortificar otros y más vale así, porque es preferible acumular en dos o tres el mayor número de elementos, donde nuestra escuadra encuentre abrigo y protección, que distribuírlos en muchos puertos mal armados y peor artillados.

Para formarse idea del número de cañones que se necesitaría en tiempo de guerra, bastará recordar que Inglaterra se ha visto obligada a armar todos sus vapores pequeños, remolcadores, pesqueros, etc. Pasa de 5,000 el número de las embarcaciones destinadas a la pesca de submarinos. No serán menos de 1,000 los vapores de alta mar que también llevan armamento; de modo que suponiendo 6,000 los vapores armados por la Gran Bretaña con dos cañones cada uno, habría empleado 12,000 cañones de pequeño calibre para montar a bordo, (en este número no se incluyen los destinados a fortificar la costa y a defender las ciudades contra ataques de aeroplanos).

Entre nosotros, además de las fortificaciones de la costa y del armamento de nuestros vapores, habría que pensar en la fortificación permanente de los pasos de la cordillera, de modo que aplicando a nuestro país el sistema de defensa de Inglaterra, no sería exagerado el suponer que se necesitaría por lo menos 1,000 cañones de pequeño calibre para estar regularmente armados, sin contar en ese número los que necesitarían el Ejército y la Armada, ni los actualmente en uso.

¿De dónde se sacaría este armamento? No sería posible pedirlo en la forma ordinaria a los presupuestos, porque eso sería aplicar a nuestro país un remedio de peores efectos que una sangría al cuerpo humano, cuando lo que se necesita es vigorizar y robustecer el organismo nacional. Encontrar ese remedio no es un problema; bastaría seguir el ejemplo de la Alemania en donde la paz armada, en lugar de haber sido un tratamiento debilitante fué un tónico que llevó nueva vida a las industrias y a las artes, permitiéndole, como prueba final, resistir a sus enemigos.

Lo mismo que hizo Alemania debemos hacerlo nosotros: fabri-

car nuestro armamento, desarrollar nuestras industrias y organizar para la guerra a nuestro Ejército y Armada.

No es un problema difícil la fabricación de cañones de pequeño calibre hasta 6 pulgadas inclusive; ahora bien, el mayor número de cañones sería de 3 pulgadas (talvez las tres cuartas partes del número que hemos indicado); quedarían los cañones de mediano y menor calibre para el cuarto restante.

Con las líneas anteriores se ha visto la necesidad que hay de proceder cuanto antes, tan pronto como termine la guerra europea, a echar las bases en nuestro país de la construcción de la artillería que se necesita.

Para allegar un argumento más a favor de estas ideas, nos bastará citar el hecho ya olvidado entre nosotros, que hasta el año 67 la maestranza de Limache fabricaba la artillería del Ejército y fortificaciones, habiéndose mantenido hasta el último día a la altura del progreso en esa arma; oportunamente introdujo el rayado de los cañones y la artillería de bronce fué retubada con ánimas de acero. Pues bien, lo que hacíamos hace 50 años ¿por qué no podríamos hacerlo ahora con mayores elementos?

La Italia y el Japón, cuando principiaron a reconstituir su Ejército y Armada y a fortificar sus costas, contrataron con talleres de algunos países europeos la fabricación de su artillería. La condición impuesta fué que se elaborara en el territorio de la nación contratante, no empleándose otro personal extraño que los directores y maestros que tenían además el deber de enseñar a los operarios nacionales.

La Italia hizo ese contrato el año 1884 y hoy día la industria de la fabricación de cañones en ese país, es enteramente nacional.

El Japón ha llegado a formar una industria semejante en menos tiempo aún.

Lo que hicieron los italianos y japoneses ¿no lo podemos llevar a cabo los chilenos?

Tanto la fabricación de proyectiles como la de cañones han menester como materia prima, el acero abundante y barato. Es tan notoria la necesidad de obtener este material que nos bastará sólo enunciarla, sin entrar a estudiar la mejor manera de estimular su industria, base de todas las demás que se pueden implantar en el país, en relación con la marina de guerra.

***

Es menester discutir ligeramente la mejor manera de llegar a la fabricación de explosivos, municiones y cañones.

El único consumidor que tendrían las fábricas de municiones, cañones y explosivos, sería el Estado.

El consumo anual de explosivos de guerra en el país, sería reducido, comprendiendo el del Ejército y Armada. Comparando este

consumo con la producción mínima de una fábrica tipo, habría una apreciable sobreproducción anual.

Para que el capital particular se interese en instalar una fábrica semejante, necesitaría recargar en el total, el valor de los explosivos que entregara a las instituciones armadas; o bien que éstas le tomaran toda la producción anual, aunque no hubiese cómo emplearla.

No es recomendable ninguno de estos dos procedimientos, pues en ambos casos habría una pérdida de un ciento por ciento.

Quedaría otro medio y sería el de garantizar un interés o prima sobre el capital invertido; pero ya existe una experiencia práctica de lo que vale este sistema en el contrato con los altos hornos de Corral. Más aún, si este sistema no hubiera fracasado, habría sido siempre desventajoso, pues habría que pagar los explosivos muy caros para que la empresa particular obtuviera el interés del capital, o pagar la prima y más probablemente las dos cosas a la vez: pagar caro y pagar la prima.

Se presenta otra consideración de gran peso. En una fábrica de elementos de guerra (explosivos y municiones), regentada por particulares habría dos intereses en pugna: el del Estado, que querría obtener los mejores productos, y el de la fábrica que por todos los medios a su alcance trataría de aumentar sus entradas a expensas aún de la calidad de los materiales entregados, tratando de burlar a los encargados de la inspección y recepción de los mismos.

Para evitar esto y garantizar en todo caso una buena producción es preferible que el país sea el fabricante de sus propios productos. Indudablemente que el costo de instalación y producción de los elementos no es barato; pero al hacer esos gastos cumple el Estado con su principal deber, que es el de asegurar la vida de la patria como nación libre e independiente.

En una fábrica de explosivos de la naturaleza indicada, quedaría un sobrante de reactivos que el Estado entregaría a la industria particular ya creada o a las que se crearán, desarrollarán o prosperarán a la sombra de esa protección. Con esto el Estado cumpliría así con otro de sus deberes, cual es el de proteger a la industria nacional.

Se suele argüir que el Estado es mal administrador. Este argumento no reposa en base seria alguna; por el contrario, se tiene un ejemplo en los Estados Unidos donde las industrias relacionadas con la guerra están tan desarrolladas, que su producción ha podido abastecer a los enemigos de Alemania. Sin embargo, y a pesar de estar ellas en manos de particulares, con capacidad para satisfacer las necesidades futuras de aquel país, la administración americana se ha visto obligada a instalar y mantener fábricas de toda clase de elementos, a fin de asegurar un apertrechamiento en buenas condiciones y a precios reducidos.

Este hecho prueba que el Estado no es mal administrador.

pues precisamente su administración es la que hace obtener productos mejores y más baratos. No estará demás reproducir las palabras de la memoria que el año 1916 pasó el Ministerio de Marina al Gobierno de la nación norteamericana:

"Página 18.—En mi memoria del año pasado me costó algún trabajo exponer el provecho que había obtenido el país al manufacturar sus propias pólvoras y se demostraba cómo el Gobierno habría podido reducir, por este medio, a 53 centavos el precio de la libra de pólvora, que se pagaba a una fábrica particular a 83 centavos. Aún más, cuando el Congreso autorizó un aumento en la producción de la fábrica de Indian Head, el precio de las pólvoras bajó a 34 centavos.

"Página 22.—Idéntica cosa expresa el mismo funcionario respecto a la fabricación de proyectiles de combate y concluye diciendo: Las compañías particulares no solo fracasaron en las entregas de proyectiles, conforme a las especificaciones, sino que resultó el caso curioso de que tres compañías siempre presentaban propuestas con ligeras diferencias de precios unos de otros. Era evidente que no trataban de competirse. El Gobierno, cuando se presentan tales condiciones, debe proceder a la fabricación, al menos de una parte de estos indispensables proyectiles".

Las mismas palabras se reproducen cuando el Ministro de Marina habla de torpedos y minas.

Se puede llegar a la conclusión después del ejemplo dado por los Estados Unidos, que la administración de esas fábricas por el Estado no es tan mala como dicen algunos, pues en esa nación se han podido obtener las pólvoras y municiones a menos precio y de mejor calidad, estimulando al mismo tiempo la competencia.

***

Otra industria importantísima es la construcción naval, que bien se podría llamar la "industria por excelencia" en lo que al mar se refiere. Es tan evidente la necesidad que se experimenta hoy día de desarrollar nuestra incipiente construcción naval, que no se necesita ser marino para verla; bastaría observar la dificultad de comunicaciones y leer en cualquier diario comercial los fletes por carga a Europa y a Estados Unidos, que ascienden a 100, 200 o más chelines por tonelada, según el punto adonde se dirigen.

En la construcción naval no estamos tan atrasados como en las industrias anteriormente esbozadas. Desde fines del siglo XVIII se construían en Chile embarcaciones de gran porte, para ese tiempo: un navío de 70 cañones y 2,000 toneladas de desplazamiento, fué lanzado en los astilleros de Maule. Después se siguió con barcos de menor tonelaje. A mediados del siglo XIX se construyeron para nuestra marina de guerra en los astilleros de Punta Duprat,

de Valparaíso, dos buques: la goleta *Constitución* de más de 600 toneladas y el bergantín *Ancud* de 500 toneladas.

Por fin, a principios del presente siglo, en 1901, se lanzó al agua el escampavía *Meteoro*, en el astillero de Caleta Abarca, que hoy día, 16 años después, se encuentra en perfecto estado prestando importantísimos servicios en los canales.

Por lo anterior se colegirá que la construcción naval en el país ha seguido una marcha intermitente, espasmódica, por decirlo así. Hemos tenido períodos de actividad en la construcción de buques y períodos de completa inercia; no ha habido método ni tesón para asegurar la continuidad y progreso de esa industria.

Se puede examinar el caso de la construcción del *Meteoro*, que es el más reciente, y para deducir los errores en que se incurrió, a fin de salvarlos en las futuras construcciones.

Cuando se instala un astillero, hay que hacer cuantiosos gastos en el establecimiento de las gradas y picaderos, salas de gálibos, modelos de fundición, herramientas especiales, etc. Pues bien, el astillero de Caleta Abarca hizo todos esos gastos para construír el *Meteoro*, gastos que recargaron indudablemente el valor final de la escampavía, pues de otra manera la compañía habría perdido en esa construcción.

Cualquiera que haya sido el resultado financiero para el astillero, la firma no volvió a construír otros barcos perdiéndose los trabajos efectuados.

Habría sido ventajoso para la Armada y para la casa constructora que se hubiera firmado un contrato por cuatro buques iguales a lo menos, porque de ese modo los desembolsos de la instalación se hubieran distribuído entre todos ellos y no se hubieran imputado a uno sólo como ocurrió.

La Armada, por su parte, sin fijarse que todavía no tenía vida propia la construcción naval por hacer un beneficio al país, trató de establecer la competencia, cambiando las dimensiones de los escampavías que necesitaba construír y pidiendo nuevas propuestas.

El astillero de Behrens, en Valdivia, obtuvo esta misma propuesta, por un buque de poco más de 200 toneladas, siendo que el *Meteoro* desplaza más de seiscientas.

El resultado fué fatal, pues de la construcción de la escampavía más marinera que hemos tenido en nuestra marina, se pasó a la de un casco que nunca prestó servicios apreciables, concluyendo por dar la voltereta frente a Papudo.

A causa del fracaso de la escampavía *Valdivia* o por otras que no ha sido posible averiguar, la Armada cesó en el empeño de dar vida en el país a la construcción naval, mandando construír al extranjero las pequeñas naves que posteriormente necesitó para su servicio.

De esa época data la construcción en Inglaterra de los remol-

cadores *Sibbald* y otros que afortunadamente no llegaron a Chile por haberse rescindido el contrato a causa de la guerra.

De esta ligera reseña, de la marcha que ha tenido en Chile la construcción naval, es fácil deducir las causas de no haberse arraigado en el país esta importante industria y los medios que convendría emplear para darle vida próspera y vigorosa.

La causa principal del atraso en que se encuentra la construcción naval, es la competencia de la construcción naval extranjera, que construye mejor y más barato.

Para evitar esta competencia, se impone la necesidad de dictar una ley que prohiba a las embarcaciones menores de 500 toneladas de registro, hacer el cabotaje y el tráfico en los canales, puertos y bahías del mar territorial.

A fin de completar esta disposición sería conveniente establecer un derecho de abanderamiento para las embarcaciones mayores de 500 toneladas.

La Armada, para la cual tan necesaria es esta industria, también cooperaría a su progreso mandando construír en el país, todas las embarcaciones menores de 1,000 toneladas que necesitare para su servicio, en grupos de cuatro o más.

El Arsenal de Talcahuano necesita también, para asegurar la eficacia de su acción, crear una sección de nuevas construcciones que permita tener siempre ocupado al personal empleado en las reparaciones, cuando éstas lleguen a faltar.

Otro medio conveniente para favorecer esta industria, sería el de crear Escuelas de Dibujo y Arquitectura Naval, anexas a los astilleros.

Como complemento a la protección de la industria en construcción naval, sería también conveniente estimular la construcción de máquina y motores marinos, sobre todo los de combustión interna, que tanta aplicación tienen en la Armada y en el Ejército.

Afortunadamente para el desarrollo de la construcción naval, no falta en Chile la materia prima, pues la madera es siempre abundante en el país; no teniendo nada de estraño que volvamos a ella cuando los EE. UU. dan el ejemplo.

Tampoco faltan los constructores y arquitectos navales, que darían forma a estos proyectos; sólo nos falta la ley que proteja a la construcción y el hombre que reuna todos esos elementos haciéndolos concurrir al mismo fin: la instalación de la construcción naval en el país.

* * *

Pocas son las industrias que la actividad humana ha implantado, que no tengan una aplicación y uso en la marina; sería muy extenso analizarlas con el detenimiento requerido para su aplicación práctica, así es que habrá que limitarse sólo a enumerar las

principales sin pasar por alto una de las industrias más importantes para el país y de tanta necesidad para los buques como los explosivos y municiones cual es la del carbón de piedra.

En efecto, sin combustible no se pueden mover las naves, sólo son baterías flotantes, perdiendo por lo tanto, un elemento de gran poder.

Hasta la presente guerra, casi la totalidad del carbón que consumían nuestros barcos, era el inglés. Las ventajas que tiene este carbón sobre el nacional, son un mayor poder calorífico y la diafanidad casi completa del humo producido por la combustión, cualidades muy apreciables en tiempo de guerra.

Estos son los motivos que la Armada ha tenido para preferir el carbón inglés.

No estará demás decir aquí que cuando alguna vez se pedía el reemplazo del carbón inglés por el combustible líquido, por presentar éste mejores condiciones que aquél, se respondía: *nosotros no producimos combustible líquido*, y se seguía usando el carbón inglés, mineral que todavía no se ha descubierto en Chile.

Se puede disculpar esta disgresión hecha para demostrar la poquísima razón que había para el consumo del carbón inglés y con el fin de hacer ver que tampoco es insalvable la distancia que separa ambos carbones. La Alemania y la Francia no poseen un carbón tan bueno como el de Cardiff, que consume nuestra Armada; aún más, es inferior al de muchas de nuestras hulleras y sin embargo lo consumen en sus naves, sin que por esa causa se consideren inferiores a los de otras marinas. Estas dos últimas no ocultan su estrañeza al saber que nosotros consumimos carbón extranjero.

Para compensar la diferencia de calidad en sus carbones, los transforman en conglomerados, extrayéndoles previamente la mayor parte de las impurezas que aminoran su poder calorífico.

Es indudable que entre nosotros se puede hacer lo mismo,pues tenemos la materia prima y los aglutinantes no escasean. Faltarían entonces la maquinaria y el personal técnico.

Se ha dicho que en Chile ya está implantada en menor escala la industria de los conglomerados de carbón, sólo necesitaríamos ampliarla según las necesidades de la Armada, cuyo consumo puede calcularse en 50,000 toneladas al año.

La implantación de esta industria en el país, nos daría la seguridad de la provisión de combustibles para el caso de una guerra, sin que tuviéramos que principiar a aprender en las circunstancias críticas, el uso de un carbón de inferior calidad.

* * *

Como se ha dicho anteriormente, la mayor parte de las industrias nacionales tienen su aplicación en la Armada; para facilitar el

consumo de productos es necesario que desde luego la marina, revise sus muestrarios y especificaciones haciéndolas adaptables al desarrollo de nuestra industria y de las necesidades bien entendidas de nuestros buques, y no como sucede ahora, que se consumen artículos de mejor calidad que lo que sería de desear para la economía, buen uso y conservación de nuestros buques.

Salvado este primer tropiezo quedaría expedito el camino para que nuestra marina consumiese sólo los productos de la industria nacional.

Convendría también que se estudiase la manera de uniformar el tejido de las telas y paños que se usan en el Ejército y Armada.

***

Una última indicación, para terminar, a favor del progreso de la industria nacional, relacionado con la formación del personal idóneo para nuestras fábricas.

Uno de los inconvenientes con que actualmente tropieza nuestra industria, es la falta de ingenieros competentes para dirigir, maestros expertos para enseñar y obreros hábiles para ejecutar, pues sin ellos la marcha de una fábrica o de una industria es imposible. La preparación de este personal debe principiar en la escuela primaria con la enseñanza del dibujo lineal. Al mismo tiempo que el niño toma la pluma o el lápiz para aprender a escribir, debe tomar el compás, la regla y la escuadra para aprender a dibujar.

A pesar de ser tan obvias las ventajas del conocimiento del dibujo, se le puede agregar una ligera consideración. El que sabe dibujo no necesita ni aún saber hablar para darse a entender y manifestar lo que desea y quiere; sin el dibujo no se podría formar presupuestos ni especificaciones y en fin no se podría ejecutar ninguna obra ni fabricación de máquina alguna medianamente complicada: el dibujo es el todo.

La prosperidad industrial de Inglaterra y la fama de hombres prácticos que tienen los ingleses se deben exclusivamente al conocimiento del dibujo lineal que está muy generalizado en ese país. Haciendo obligatorio el aprendizaje del dibujo para los niños de primeras letras echaríamos las bases de la potencia industrial de Chile.

Como complemento del conocimiento del dibujo se necesita proporcionar a los futuros industriales museos o salones donde puedan ver, examinar y hacer funcionar las máquinas y motores que necesitan para sus instalaciones o para mejorar las que ya tienen.

Las máquinas, motores y calderas viejas de los buques de la Armada, serían una excelente base para estos museos.

Los experimentos en los laboratorios de química y gabinetes

de física son tan necesarios en las respectivas industrias como los museos de máquinas de que hemos hablado.

En Alemania y EE. UU., los laboratorios de las Universidades quedan abiertos a los aficionados, quienes previo el pago de los reactivos que consumen en sus experimentos y guiados por un empleado de la Universidad llevan a cabo los ensayos y experiencias que les permitirán mejorar sus industrias y adelantar el progreso del país.



9 - 20



ESTADO MAYOR GENERAL DE MARINA
BIBLIOTECA

Señor Capitán de Navío Graduado

D. Manuel A. Villavicencio

hoy Contralmirante de nuestra Armada.

En la época en que, como Comandante de la Corbeta "Unión", forzó por dos veces el bloqueo de Arica el 17 de Marzo de 1880.

Crónica Nacional

Inauguración en la Escuela Naval del monumento conmemorativo a la ruptura del bloqueo de Arica por la corbeta "Unión".

En el continuo trascurso de los años sucede con un pueblo lo que pasa en particular con cada individuo: una serie de acontecimientos que le pertenecen, que son la obra de su vida, entre los que se entremezclan dolores y alegrias, desfallecimientos de los días de desgracia con las esperanzas y anhelos de los días en que la pujanza de su esfuerzo y de su voluntad son ejercidos para tener un puesto en la obra común que ha de legarse a las generaciones venideras; todo, va arrastrado por la eterna corriente, sumérgese en las aguas de Leteo, fúndese luego en el conjunto para constituír una época, y la obra de una y a veces varias generaciones dá la resultante total que corresponde al valor intrínsico de una nación en cada uno de los periodos de su historia.

Pero en el conjunto de acontecimientos hay unos que la convulsionan, exigiendo de ella sacrificios y esfuerzos supremos que hacen realizar entonces a sus hijos hechos que se destacan, para los cuales el tiempo que conduce al olvido ejerce un efecto contrario, pues en vez de opacarlos contribuye a que se vean en todo su explendor y excelsitud, como para reconfortar los nobles sentimientos en todo momento y hablarle a las generaciones que se

sucedan de aquellos hechos culminantes como una lección de virilidad y patriotismo a través del tiempo.

La hazaña realizada por la corbeta "Unión" al romper el bloqueo de Arica el 17 de Marzo de 1880, al mando de su comandante capitán de navío graduado, hoy contralmirante y gloria de nuestra armada, D. Manuel Villavicencio, pertenece a esa clase de acontecimientos en los cuales encuentra su mas alta expresión el valor, la abnegación y el patrio amor. Es en si toda una epopeya, grandiosa, inolvidable, en la cual la gloria coronó con los laureles de la inmortalidad a los valientes que actuaron en aquella épica acción.

Esta atrevida empresa fué prodigio de habilidad y valor. El 12 de aquel mes zarpaba la corbeta del Callao, conduciendo un valioso cargamento para el ejército del sur y cinco días después, el 17, a las cinco de la mañana, fondeaba en el puerto de Arica, bajo las baterías del Morro, en medio del entusiasmo de los nuestros y de la admiración de los marinos extranjeros que fueron testigos de la serenidad y audacia que desplegaron sus tripulantes.

El éxito lo obtuvo en estas circunstancias la corbeta burlando el bloqueo que realizaban el monitor "Huascar" y el vapor armado "Matías Cousiño", buques que solo se dieron cuenta de la presencia de la "Unión" cuando despuntó el día y la vieron fondeada al lado del monitor "Manco Capac" que servía de batería flotante en aquel puerto.

Desde las 8 y 30 de aquella mañana tuvo que soportar nuestra nave los disparos del "Huascar" y los del "Cockrane" y "Amazonas" que se habían unido a éste, contestándolos en unión del "Manco Capac" y de las baterías de tierra hasta las dos y treinta de la tarde en que los buques enemigos se pusieron fuera de tiro para colocarse en posiciones tales que hicieran imposible la salida de la "Unión".

Pero donde culmina aquella acción es a las cinco de la tarde de ese día, en que la corbeta inicia la peligrosa empresa de volver a romper el bloqueo, cuando audaz y ligera, con toda la gallardía que le daban el valeroso com-

portamiento de quienes la manejaban, cruzó por entre las naves chilenas, enarbolando nuestro glorioso pabellón, hizo rumbo al sur, pasando cerca de la isla del Alacrán y arrancando de los defensores de la plaza y de los de las naves extranjeras *hurras* atronadores de admiración y entusiasmo, burlando una vez mas a los buques enemigos en plena luz del día, arrebatándoles los laureles de la victoria y escribiendo así una de las páginas mas brillantes de la historia de nuestra marina militar.

Pudo la pericia y el heroísmo más que el número de buques y la poderosa artillería que poseía el enemigo. Nuestra débil nave pasó cerca de ellos, siguió su rumbo cercano a la costa, para luego despegarse de ella, perderla de vista, lanzarse en la majestuosa inmensidad del oceano y dejar completamente burlada a la poderosa escuadra chilena.

Si grande fué la obra que entonces realizaron los esforzados tripulantes de la "Unión" que debemos mostrar con orgullo ante propios y extraños, grande debe ser también la gratitud del país hacia quienes tan alto pusieron aquel día el nombre de la marina del Perú.

De los jefes y oficiales que actuarón en aquella acción sobreviven: el señor contralmirante, D. Manuel A. Villavicencio; capitán de navío D. Ramón Sánchez Carrión; capitanes de navío graduados, D. Emilio M. Benavides y D. Alfredo Villavicencio; capitán de fragata, D. Emilio Díaz; teniente 1o., D. Enrique Gamero; guardiamarinas, D. Tomás 2o. Lama y D. Enrique Chávez.

La "Unión" era de madera, fué construída en San Nazaire, Francia, en 1866 y contaba con un armamento de catorce cañones de avancarga. Después de su gloriosa expedición, realizó algunas más, y cuando el desastre se hizo completo, perdida la batalla de Miraflores el 15 de Enero de 1881, fué incendiada y hundida por sus tripulantes al norte de la bahía del Callao. Durante treinta y siete años hemos contemplado uno de sus mástiles que irguiéndose ante los embates del tiempo y del mar, como heraldo que nos recordaba las glorias que habían alcanzado la corbeta y la deuda de gratitud que la nación tiene para los bravos que la tri-

pulaban. Una feliz iniciativa del señor capitán de corbeta D. Manuel I Vegas, que extrajo dicho mástil del lugar en que se hallaba y lo entregó al señor director de la Escuela Naval, capitán de navío D. Ernesto Caballero y Lastres, ha permitido que el día del 38 aniversario de la ruptura del bloqueo de Arica, fuese inaugurado en la esplanada de dicho establecimiento, como un modesto, pero elocuente monumento en cuyo pedestal se ha fijado una placa commemorativa.

Fué una escena conmovedora en que se hizo la apoteosis de aquellos héroes. Los que han sobrevido a aquella acción, ese día, al conjuro de los recuerdos, no lo dudamos, habran visto en las lejanías del pasado, vívida, intensa, entre destellos de gloria, aquella épica jornada realizada por ellos al pie del Morro solitario.

A la ceremonia que tuvo lugar en dicho instituto en la mañana del domingo 17 de Marzo de 1918, concurrieron los sobrevivientes de la gloriosa nave, los señores Ministros de Estado, Presidente del senado de la República, senadores del Congreso nacional, Prefectos de Lima y Callao, Alcalde Mnnicipal, jefes del Estado Mayor del Ejército y de la Marina; jefes y oficiales francos de ambas instituciones y demás autoridades políticas y militares; así como comisiones de las distintas instituciones y distinguidas personas de la sociedad de este puerto y la capital.

El batallón naval y la compañía de alumnos de la Escuela con sus respectivos estandartes rindieron los honores correspondientes.

Antes de la inauguración el capellan de la Escuela, en un altar portátil, celebró una misa de campaña, pronunciando una brillante alocución patriótica, al término de la cual se descubrió la artística placa a que hemos hecho referencia.

Después que la banda de Artillería de Costa, que había sido enviada al efecto, cesó de tocar el Himno nacional, el señor Ministro de guerra y marina, coronel D. César A. La Fuente pronunció el siguiente discurso:

Señores:

Tiene esta fiesta que ha organizado la dirección de es-

te Instituto Militar, un alto y significativo simbolismo. El mástil de la corbeta "Unión" que durante treinta y ócho años fué refrescado por las verdes aguas de nuestro primer puerto nacional y acariciado por su brisa, servirá desde hoy, y gracias a la inauguración de este sencillo pero patriótico monumento, de lección objetiva donde las nuevas generaciones de marinos aprenderán a imitar de sus maestros y antecesores las virtudes del valor y del cumplimiento del deber en las horas de prueba para la patria.

La acción realizada en Arica el 17 de marzo de 1880 por el comandante y los marinos de la "Unión" forzando el bloqueo defendido por unidades de mayor poder, constituye no solamente para el Perú hecho altamente heroico, sino que ella consagra en los anales de la raza latina el culto del ideal y de los valores morales más representativos.

El gobierno concurre, pues, a la presente ceremonia con el más vivo y caluroso entusiasmo, y aprovecha esta oportunidad por afirmar todo el interés que le inspira el incremento de la marina; no por que abrigue recelos ni acoja desconfianzas, ya que nuestras relaciones se enmarcan dentro de una política de cordialidad y respeto a todas las soberanías, sino porque reconoce y comprende que no estando unido el centro de la república con sus fronteras del norte y del sur, por líneas férreas, que acortan la distancias, el incremento de las fuerzas navales del país, es de patriótica previsión, y exige por lo mismo, la más amplia preparación intelectual y moral de los nuevos oficiales de marina.

Señor comandante Caballero y Lastres:

En nombre del Gobierno y en el mío propio, os felicito por la coronación que habéis dado a la brillante iniciativa de traer a este plantel la preciosa reliquia histórica que representa para el Perú el mástil aquí colocado; procediendo en esta forma, los jefes y oficiales de la actual marina de guerra rinden tributo de admiración y de aplauso a los viejos sobrevivientes del barco legendario, a esos bravos y hábiles marinos que llenos de fé y domi-

nados por ese fuego sagrado que arde en las almas de patriótas, que ni el infortunio ni la muerte logra extinguir en ellos, cumplieron heroicamente con el deber, legándonos las más nobles enseñanzasas, que marinos y soldados reciben, formulando ante el altar de la patria la promesa de que llegado el momento la servirán con igual valor y abnegación.

Y vosotros, jóvenes estudiantes que habéis abrazado la fatigosa carrera del marino, tened presente para los momentos de peligro de la nacionalidad, las épicas jornadas que en los mares del Pacífico realizaron en diversas ocasiones vuestros jefes y maestros; conservad el sentimiento patrio y no permitáis que las pasiones amengüen a tan hermosa virtud, que tanto vigoriza cuanto más inmola a los hombres por su abnegada consagración a la ventura y a la gloria de su patria; seguid con recta conciencia el mismo camino que os han trazado nuestros próceres y no olvidéis que si el porvenir es arduo, es sangre de héroes la que bulle en vuestros pechos juveniles.

Al terminar el señor Ministro la lectura de su discurso, el señor director de la Escuela Naval Capitán de Navío D. Ernesto Caballero y Lastres, leyó el siguiente discurso:

Señor Ministro:

Señores sobrevivientes de la Corbeta "Unión":

Señores:

Hay en nuestra hestoria hechos que irradian sus glorias con vívidos matices, cuyos fulgores son el galardón más preciado de nuestra vida republicana, en la cual nos hemos debatido llenos de inquietudes y de apasionamientos y muchas veces lejos de la reflexión y del trabajo creadores de toda grandeza social; hechos que sobrepasan a toda ponderación, que son inmortales, porque en trances decisivos para la existencia de la patria, fueron escritos como para revelar el alma y el carácter de nuestra raza, que crece en las horas supremas en que se pone a prueba. Tal es señores, la hazaña que realizara la coberta "Unión", rompiendo el bloque de Arica, al amanecer un día como hoy, guiada por su intrépido y experto jefe nuestro res-

petado contralmirante don Manuel Villavicencio, secundado por la brillante oficialidad que lo acompañaba.

Al pié de esta reliquia, mástil de esa nave, al tope del cual flameara en esa recordada fecha la enseña querida de la patria, rodeando solícitos al comandante y demás sobrevivientes de los que actuaron en aquella memorable acción, sentimos el respeto y la emoción intensísima que inspiran los grandes hechos; todos no lo dudo, en estos momentos, al conjuro del relato que la historia nos hace de esa proeza, evocamos aquella mañana y nos parece que contemplamos aquel cuadro que fué la admiración de amigos y enemigos, cuando los primeros rayos de luz se extendieron sobre el mar y sus suaves reflejos hicieron ver a los tripulantes de las naves chilenas la silueta gallarda y ligera de la coberta proyectada sobre el Morro, entregando los auxilios que había llevado para la guarnición de la plaza, iniciando con ese esfuerzo demasiado atrevido, el prólogo de aquellas páginas épicas que los defensores de Arica iban a sellar meses después con su sangre.

Es también en estos momentos cuando viene a mi memoria, uno de los recuerdos más gratos de mi vida que entonces como ahora me llenó de patriótico orgullo; es la historia sencillísima, llena de vibrante emoción, que años atrás, lejos del Perú, me hiciera un viejo oficial de la marina francesa, testigo presencial de los prodigios de habilidad y valor que realizaron en aquel día el comandante y tripulantes de la "Unión".

Contábame, que cuando él y sus demás compañeros que tripulaban la fragata "Husard", vieron al amanecer que estaba fondeada dentro del puerto nuestra coberta, quedaron admirados de la manera como habían podido forzar el bloqueo que tan rigurosamente mantenían los buques chilenos.

Todo el día, me decía, desde nuestro barco comtemplamos las maniobras que hacía la "Unión", la cual defendida por el monitor "Manco Capac" y los fuertes de tierra, mientras que por una banda realizaba las operaciones de descarga y acopio de carbón, por la otra no dejaba de contestar con sus cañones a los tres buques que la ataca-

ban, a la vez que sus tripulantes trataban de dominar los incendios que se producían a bordo; pero nuestra admiración rayó en lo indecible cuando, al atardecer de ese día, encontrándonos a la mesa en la cámara de nuestro buque, el timonel de servicio asomando por el cubichete, avisó que zarpaba la "Unión". No dimos crédito a este anuncio, pues para realizar tal acción precisaba una audacia y valor que no podían concebirse; la pérdida del buque era casi segura!

Juzgábamos que el timonel se equivocaba y, en ese concepto fué que el oficial de guardia le advirtió que fijara mejor su atención antes de dar un parte de tal naturaleza. No habría trascurrído un minuto cuando el timonel repetía de nuevo: la "Unión" zarpa.

Subimos a la cubierta y pudimos entonces cerciorarnos de la veracidad de lo que se acababa de ratificar. La gallarda corbeta cruzaba nuestra proa y burlando otra vez a los buques chilenos, hizo rumbo al sur pasando cerca de la isla del Alacrán y contestando en su trayecto a los disparos que le hacían. Toda nuestra gente, a pesar de la serena actitud que obligado por la neutralidad quería guardar nuestro comandante, lanzó estruendosos hurras ante aquella audaz y valerosa acción que entusiasmaba hasta el delirio. Nosotros, los oficiales, rompimos también la consigna agitando las servilletas que en nuestra precipitada salida de la cámara conservábamos en la mano.

Era grandioso el espectáculo de ese pequeño barco de madera mal armado, con su maltrecha chimenea forrada con herrajes y colchones, lleno de averías pero animado por el poderoso espíritu de sus bravos compatriotas, a los que se veía cubriendo sus puestos de combate y revelando en su semblante la mayor tranquilidad como si se tratara de una revista naval y, todo lo pudimos apreciar claramente pues la corbeta pasaba a corta distancia de nosotros.

Tal es el relato del marino francés que siento no poder referir en los mismos calurosos términos con que me lo contó y que produjeron en mi ánimo la más intensa satisfacción patriótica y el orgullo más legítimo de perte-

necer a institución que tan alto supo colocar el buen nombre de la patria.

Feliz iniciativa la del capitán de corbeta don Manuel I. Vegas que me entregó esta reliquia a la cual rendiremos siempre fervoroso culto.

Contando con el decidido apoyo del gobierno se le ha podido colocar sobre el pedestal en que se encuentra en el que se ostenta la hermosa y artística placa que admiráis obra del escultor nacional don Luis Agurto, débil homenaje de la Escuela Naval al recuerdo de los que tomaron parte en aquel brillante hecho de armas, quedando desde hoy como un sencillo pero elocuente monumento que hable a los futuros oficiales que aqui se educan y al país todo, de la manera como cumplió con su deber la marina en aquella desventurada guerra.

Todas las efusiones y ternuras sagradas que inspiran el patrio amor, los anhelos heroicos, cuanto sentimiento noble y grande hay, se despiertan y y vibran al unísono en todos nosotros para ofrendar nuestra gratitud y admiración a quienes tan alto supieron poner el nombre del Perú.

Hay en la acción que en este monumento solemnizamos toda una epopeya digna de la apoteosis. De este hecho inmortal, porque está escrito en las páginas imborrables de la historia, se desprenden fulgores de gloria, en los cuales los hombres de hoy y las generaciones que se sucedan pueden hallar inspirados en el ideal que debe caber en nuestros anhelos, algo del fuego sagrado con el cual se debe forjar la grandeza futura de la patria.

Señores:

¡Loor eterno al contralmirante Villavicencio y a todos los que lo acompañaron en aquella gloriosa acción!

¡Viva el Perú!

El contralmirante Villavicencio, ex-comandante de la corbeta "Unión", visiblemente emocionado leyó el siguiente discurso, que interrumpió varias veces por la causa que anotamos.

Señor ministro:

Señor director:

Señores:

Después de oir los brillantes discursos de los señores que me han precedido en el uso de la palabra, con motivo de esta fiesta conmemorativa, debo, por haber tenido el primer comando de la corbeta "Unión", expresar a nombre de los sobrevivientes de esa nave, merecido agradecimiento y estrecharos a mi corazón que, en estos momentos, palpita a impulso de vuestras patrióticas y emocionantes frases.

¡Que vuestros históricos recuerdos impriman fé en el porvenir de la patria, como imprime el sacrificio de la misa que en este recinto acabamos de oir con respetuosa unción!

A este sincero y justo agradecimiento, debía limitarme; pero permitid agregar breves recuerdos.

El Perú, desarmado y sorprendido, aceptó la guerra del 79 porque el honor nacional así se lo exigió. Los desastres de nuestras fuerzas de mar y tierra fueron las consecuencias de imprevisión y confianza lamentables. Fuerzas preparadas y abrumadoras arrollaron nuestra débil resistencia, pero nunca rehusamos el combate y siempre salvamos el honor nacional con acciones que la historia consigna en sus mejores páginas.

El amor a la patria y el cumplimiento del deber, tienen para mi una fuerza misteriosa y sugestiva: bajo su poderosa influencia no hay obstáculos infranqueables, así Grau en Angamos salvó la honra nacional; Bolognesi en el Morro; Cáceres en Tarapacá; y hasta el último soldado en los campos de batalla. ¿Pero quién no cumplió con su deber?

El almirante Nelson, el héroe de Trafalgar, al empeñar combate contra la escuadra aliada, dió únicamente la siguiente concisa orden: "Inglaterra espera que cada uno cumpla con su deber, y lo cumplieron y vencieron a pesar de la heróica resistencia del enemigo.

Los tripulantes de la débil "Unión" no podían obtener ni pretender siquiera una victoria semejante, por su

inferioridad, pero sí podían cumplir con su deber, y también lo cumplieron. Al recibir mi terminante orden de zarpar, todos sin vacilar ocuparon sus puestos de combate sin considerar la zona de fierro que se les oponía y mirando solamente el pabellón nacional, que gallardamente flameaba en el mástil que hoy comtemplamos en este sitio.

Después de nueve horas de duro combate cruzamos la línea enemiga bajo su poderosa artillería, y, perseguidos toda la noche por sus naves, burlamos su intento. Al amanecer del siguiente día, las tranquilas aguas y las frescas brisas del Pacífico acariciaban la gallarda nave y saludaban al ileso pabellón izado al compás de doscientas voces que entonaban el himno de la patria.

Al recordar aquella jornada, al verme rodeado de mis valientes y antiguos compañeros sobrevivientes, al contemplar vuestras sentidas demostraciones, mo siento orgulloso de haber comandado a expertos oficiales que valerosamente me secundaron; a bravos marineros que sin descanso multiplicando sus actividades, desempeñaron sus faenas y sostuvieron aquel prolongado y desigual combate. Si, me siento orgulloso, considerando aquella acción de armas, que apenas supimos apreciar, haya tenido el inesperado recuerdo que presenciamos y un aplauso que sobrepasa nuestros merecimientos.

No terminaré sin expresar a nombre de los sobrevivientes de la corbeta "Unión", nuestro particular agradecimiento al señor capitán de navío Caballero y Lastres, digno director de este establecimiento por la suntuosa y significativa fiesta conmemorativa que hoy aviva un pasado que se extinguía.

Nuestra más viva gratitud al desprendido jefe que adornado de nobles sentimientos enaltece a los viejos servidores de la Escuadra Nacional.

Aquí, delante del último vestigio de nuestra querida nave, perpetuo testimonio del deber cumplido, delante de este mástil que un día rodeamos con nuestras armas me descubro reverente implorando al Ser Supremo por la ventura de nuestra patria y por la preponderancia de su ejército y marina.

La placa que se ha colocado en el pedestal que soporta el mástil de la "Unión" y que representa la carátula de nuestra Revista, tiene grabada la siguiente inscripción:

"Homenaje de la Escuela Naval a los tripulantes de la corbeta "Unión"—Abtao 1866—Arica 1880". El grabado constituye una obra de arte del notable escultor Agurto.

Trascribimos a continuación el parte, que, después de haber llenado su comisión forzando el bloqueo de Arica, pasó el entonces Capitán de Navío graduado, Comandante de la "Unión", D. Manuel A. Villavicencio, a la Comandancia General de Marina:

PARTE OFICIAL DEL COMANDANTE DE LA "UNIÓN".—Al Ancla, Callao Marzo 20 de 1880.—Benemérito Señor Capitán de Navío Comandante General de Marina.—S. C. G.—Tengo el honor de elevar al despacho de U. S. el presente parte referente a la comisión que he desempeñado en el buque de mi mando, y que U. S. el Jefe Supremo tuvo a bien confiarme.

El 12 del presente zarpé de este puerto a las 11 h. 30 m. a. m. no habiéndolo hecho más temprano por la circunstancia que U. S. conoce perfectamente. El 15 por la tarde llegué al puerto de Quilca por convenir así al objeto de mis instrucciones y, allí tuve conocimiento de la ocupación de Islay y Mollendo por las fuerzas chilenas. En la noche del 15 zarpé del referido puerto haciendo rumbo Sur y después de dos horas de navegación se avistó un vapor al parecer enemigo, y aunque desvié el rumbo, permaneció a la vista hasta las 3 de la mañana, a cuya hora volví a tomar la dirección conveniente, aumentando el andar para recuperar el tiempo perdido en la noche, y llegar a Arica en hora oportuna, para forzar el puerto con buen éxito.

Con todas las precauciones convenientes, y habiendo hecho una perfecta recalada, me coloqué cerca del puerto a las 4 de la mañana del 17; de allí destaqué un bote ligero a cargo del Alférez de fragata Don Carlos L. Rodríguez para que advirtiese a las autoridades de tierra la presencia de la "Unión", media hora después me dirigí a toda fuerza al fondeadero donde llegué y fondeé sin novedad. Poco tiempo antes de llegar a la bahía avisté luces al Norte y Sur; las primeras eran de buques de guerra neutrales, y la segunda probablemente del monitor "Huáscar" y de un trasporte, pues media hora después de fondeado se colocaron al frente del puerto.

Inmediatamente que quedó el buque amarrado convenientemente, desembarqué la carga que conduje, y entregué la lancha a los Oficiales encargados de ella; al mismo tiempo comenzé a embarcar carbón y nos hallábamos en dichas operaciones cuando apare-

cieron también por el Sur, el blindado "Blanco" y otros trasportes, así es que dos horas después de haber fondeado nos hallábamos con el puerto cerrado por los referidos buques, excepto uno de los trasportes que se dirijió al Norte, seguramente en busca de más refuerzos para atacar y destruír a la "Unión".

A las 8 h. cuando aún nos hallábamos ocupados en la carga y descarga que he indicado, los blindados se pusieron en movimiento el "Huáscar" primeramente y el "Blanco" después, rompieron sus fuegos exclusivamente sobre la corbeta; inmediatamente y sin parar el trabajo se contestaron de a bordo, y desde entonces se trabó un serio combate durante 7 horas con algunos intervalos de cuyos detalles daré cuenta a U. S. por separado.

A pesar de los esfuerzos hechos por la escuadra enemiga con su poderosa artillería, habiéndonos lanzado ciento cincuenta proyectiles más o menos entre bombas y balas de diferentes calibres y sistemas,y con perfecta dirección para echar a pique la corbeta, ella resistió valerosamente tan formidable ataque y sufriendo tan solo lijeras averías y en su personal la muerte del sargento 2º Luis Hidalgo y ocho heridos, de los cuales siete son de tripulación y el otro un lanchero que se hallaba a bordo durante el combate.De los proyectiles lanzados por el enemigo, dos bombas reventaron a bordo, cinco en el aire,cayendo a bordo sus fragmentos, y varias en las inmediaciones, causando con ellas los daños que he mencionado que ciertamente son pocos relativamente al número de proyectiles lanzados y a su ventajosa artillería. También por nuestra parte creemos haber hecho algunos daños al "Huáscar" con varios proyectiles de Arsmstrong y Withivorth que cayeron en dicho buque según pudo juzgarse desde a bordo.

Las baterías del "Morro" y "San José" perfectamente servidas, como también el "Manco Capac", protegían con acierto a esta corbeta cada vez que el enemigo intentaba acercarse, y mediante tan eficaz y oportuno auxilio, la corbeta no sufrió los daños que eran consiguiente, en tan desigual combate, y puedo asegurar que ambos blindados a pesar de estar en constante movimiento, han recibido algunos proyectiles lanzados por nuestros recomendados artilleros de las baterías.

A pesar de los inconvenientes que teníamos para zarpar, tanto por las pequeñas averías que sufrimos en la chimenea y tubos de vapor, cuanto por las posiciones de los buques enemigos, pero contando con la intrepidez de todos mis valerosos y decididos subordinados para hacer en la mar la defensa del buque a costa de todo sacrificio, después de hechas las necesarias reparaciones, largué el ancla a las cinco de la tarde, dejé el fondeadero precipitadamente, y barajando muy de cerca la isla del "Alacrán" hice rumbo al Sur, aún sin contar con toda la expansión del vapor. Pocos instantes después todos los buques enemigos se pusieron en movimiento y emprendieron a toda fuerza y en distintas direcciones su caza so-

bre la corbeta, que burlaba a sus poderosas naves, en medio de los vivas y aclamaciones entusiastas de la multitud de gente que coronaba el morro y demás lugares cercanos, a cuyas inmediaciones necesité pasar, al dejar el puerto.

Poco tiempo después y en los momentos más críticos de la persecución se declaró incendio sobre una de las calderas, ocasionado por las llamas de la chimenea que amagaban también el palo mayor; pero atendido y cortado oportunamente, fué extinguido un momento después sin manifestar la tripulación por este accidente el menor desconcierto.

Cumple a mi deber, haciendo merecida justicia, recomendar a S. E. el Jefe Supremo el decidido empeño y el noble patriotismo de los Señores Jefes, Oficiales de Guerra y Mayores e Ingenieros que se hallaban bajo mis órdenes, para llevar a buen término la difícil comisión con que se nos ha honrado, así como su valeroso comportamiento durante el combate y en las difíciles circunstancias en que ha estado el buque. No es menos recomendable el comportamiento de todos los demás individuos de la brava dotación que, llena de entusiasmo y estimulados con el ejemplo de superiores, cumplían abnegadamente con sus deberes.

Debo también hacer presente a U. S. que los Señores Jefes de las baterías, del E. M. G. del ejército y demás autoridades ofrecieron constantemente los auxilios que el buque necesitaba, como también la ambulancia de la Cruz Roja que se hizo cargo inmediatamente de los heridos, para medicinarlos en tierra, después de habérseles hecho las primeras curaciones por los cirujanos del buque.

En la navegación de regreso no ha ocurrido ninguna novedad, habiendo funcionado la máquina con regularidad, y he fondeado en este puerto a las 12 h. p. m.

Sírvase U. S. pasar lo expuesto al despacho del benemérito Capitán de Navío, Secretario de Marina, para que llegue a conocimiento del Jefe Supremo de la República; y séame permitido manifestar mi sentimiento por no haberme sido posible llenar mi cometido a la altura de mi patriotismo.—Dios guarde a U. S.—S. C. G. —*Manuel A. Villavicencio.*



Notas Profesionales

El tonelaje de los Submarinos

En "The Navy and Merchant Marine" dice lo siguiente el el Sr. William Horgaard:

Ultimamente ha habido gran discusión respecto al tamaño y capacidad del submarino.

Muchos rechazan la conveniencia de construír submarinos de grandes dimensiones, fundándose en que el dinero en ellos aplicado puede emplearse con ventaja en la construcción de una gran flotilla de buques de pequeño tonelaje. Teniendo en cuenta las limitaciones técnicas y los requisitos militares, es evidente que ninguna gran potencia naval puede dejar de tener un cierto número de submarinos del mayor tonelaje que se pueda construír en la actualidad, compatible con la eficiencia y seguridad de los mecanismos cuando esté en servicio; y esto es menos discutible para los países que, como los Estados Unidos, cuentan con una extensa costa y con que las de los probables enemigos se hayan a gran distancia.

Desde que los submarinos entraron en la práctica del servicio militar, su desplazamiento ha ido aumentando cada vez más. Las razones son obvias.

Los primitivos submarinos eran muy pequeños para permitir subdivisiones internas y apropiados recursos de seguridad. La vida a bordo era sumamente pesada en vista de que no había comodidades para la tripulación. No se podía cocinar y el aire era viciado. Cuando se navegaba en superficie el barco quedaba muy sumergido, siendo malas las condiciones de navegabilidad.

Militarmente considerados no eran eficientes por que su marcha era incierta, su capacidad para combustibles pequeña y sus armamentos limitados.

A parte de los mejoramientos técnicos, todas esas deficiencias podían subsanarse en parte por un simple aumento en el desplaza-

miento, y este es el arbitrio de que se han valido constantemente los constructores. El único obstáculo encontrado en este sentido era la dificultad de un mecanismo adecuado para proporcionar fuerza propulsora en superficie. Las máquinas de combustión interna parecen hasta ahora las más capaces de satisfacer los rigurosos requisitos de ligereza, solidez y economía, indispensables en motores para submarinos; pero las dificultades de combinar estas cualidades con la de seguridad en el servicio aumentaron rápidamente con el poder de las máquinas.

Es por esto que las mejoras en este sentido se han hecho muy gradualmente y que el aumento en el tamaño de los submarinos ha ido con la consiguiente lentitud.

Las únicas objeciones positivas al aumento del tonelaje parecen quedar reducidas a la facilidad de maniobra y al aumento de dimensiones, objeciones que tienen mucho peso en los barcos destinados a la defensa de lugares bajos y estrechos, pero que son completamente superadas por las ventajas concurrentes.

El costo de los mayores barcos, en los límites de tamaño obtenido hasta ahora, no crece tan rápidamente como lo que se gana en valor militar.

Se debe tener presente que los submarinos llamados *gigante*, o *dreadnought*, no son en realidad sino buques pequeños. Probablemente, los mayores que existen son los seis ingleses de la clase F, que son de 950 toneladas en superficie y de 1200 en inmersión: sus quillas fueron puestas en 1913 y se está considerando ahora seriamente el proyecto de barcos más grandes. Muchos submarinos franceses y probablemente alemanes también, se aproximan al tamaño de los ingleses.

Recientemente los Estados Unidos pusieron la quilla de un barco de esta clase, el "Schley". A juzgar por la gran velocidad en superficie atribuída a esos barcos, 18 a 20 nudos, parece que los límites de fuerza y espacio son tan aproximados que los resultados deseados no podrán alcanzarse en todos los casos sin serias dificultades. Cumple notar que con el mismo desplazamiento, pero con una pequeña reducción en la máxima velocidad en superficie, esas dificultades serán considerablemente eliminadas y se podrá obtener un barco con mayor radio de acción en la superficie o sumergido.

Considérense ahora los requisitos del servicio.

Los submarinos pueden ser estacionados para fines defensivos a lo largo de la costa de su país, y para fines ofensivos, a lo largo de la del enemigo. A parte de la defensa del puerto y de la costa en un sentido restringido en la cual operan los barcos en las inmediaciones de la base, ambos servicios requieren que los submarinos permanezcan en sus estaciones tanto como sea posible a fin de evitar que se rindan frecuentemente.

Para tales estaciones o servicio de patrulla, la resistencia es de hecho el principal requisito, incluyendo en este término, resisten-

cia eficiente del personal así como del material y un gran radio de acción.

La gran velocidad no es de tanta importancia para el servicio como la resistencia. Los submarinos pueden usarse también para *raids*, para reconocimientos y para operar en conjunto con los buques mayores, como se vió en Heligoland en Agosto último.

Para un servicio de tal actividad, la resistencia vuelve a hacerse necesaria, pero la gran velocidad es tal vez de más importancia todavía. De ahí que, la resistencia sea deseable para los servicios de toda naturaleza, pero que para la defensa local pueda ser obtenida con barcos de pequeño o moderado desplazamiento. En los demás casos esa cualidad, que implica capacidad náutica, buenas condiciones de vida y una gran provisión de combustible, solo se consigue, en escala suficiente, en los grandes barcos de gran desplazamiento.

El submarino ideal

Por ser de actualidad extractamos lo siguiente del "Scientific American":

En lo que concierne a los barcos de combate, la antigua controversia entre los partidarios de pocas y poderosas unidades y los de muchas y pequeñas se puede considerar como resuelta a favor de las primeras. Actualmente se requieren 42000 toneladas para los acorazados de escuadra (dreadnoughts), 35000 para los cruceros de combate, 7000 para los exploradores (scouts) y cerca de 1200 para los contratorpederos, debiendo poder desarrollar, todos esos tipos de buques, con excepción de los acorazados de escuadra, una velocidad de cerca de 35'. Sobre esto no hay ya duda ni vacilación, pues es asunto que se considera resuelto. Con los submarinos no ocurre lo mismo; a su aparición resurgió la controversia de los tamaños que aun no ha sido definitivamente resuelta. Muchos opinan que una flotilla numerosa de submarinos de poco tonelaje (cerca de 500 tons.) aun que dispongan de poca marcha y sus cualidades marineras sean un tanto deficientes, desempeñan mejor servicio que un reducido número de submarinos de desplazamiento doble, por ejemplo, y dotados de mayor radio de acción, susceptibles de desarrollar mayor velocidad, de mayor poder ofensivo, &. &, y capaces, además de eso, de seguir y acompañar a los buques de combate y de auxiliar a la escuadra, lanzándose al ataque de los barcos enemigos.

Puede afirmarse que el llamado principio de conciliación es el que se trata de tener en cuenta para no incurrir en exageraciones. En un submarino se debe conciliar del mejor modo posible, muchas y muy diferentes y a veces encontradas condiciones. Esta circunstancia es la que debe contemplarse al formular las bases

para la obtención de un buen submarino. Porque de nada sirve que los oficiales navegantes indiquen las condiciones que deben reunir sus barcos si no pueden satisfacerlas los oficiales técnicos constructores. Y esta imposibilidad se manifiesta sea por el aumento o sea por la disminución excesiva en el tonelaje o desplazamiento. Es por eso que después de muchas tentativas y experiencias se llegó, a considerar que en la actualidad, el tipo de submarino más conveniente para la marina de los Estados Unidos es el de un barco de un desplazamiento comprendido entre 750 y 900 toneladas, con una eslora variable entre 225 y 250 pies, estimándose que un submarino de este tipo pueda desarrollar navegando en superficie, una velocidad de cerca de 17 a 19 nudos y de 14 en inmersión.

Por otra parte, este tonelaje permite dotar al barco de armamento poderoso no solo en artillería sino también en torpedos, quedando disponible el espacio suficiente para un alojamiento relativamente cómodo para la tripulación, circunstancia esta última de muchísima importancia en un submarino. Un barco de estas condiciones podría navegar y maniobrar sin dificultad en compañía de los buques de la escuadra, lo que no podrían hacer los actuales submarinos de desplazamientos variables entre 400 y 500 toneladas.

Sigue después el artículo con largas consideraciones en las cuales pone de relieve los inconvenientes inherentes a los tonelajes muy grandes y a los muy pequeños, llegando a la conclusión de que en la actualidad deben éstos mantenerse en un término medio, siendo muy aceptable el ya citado de 750 a 900 toneladas.

BRASIL

Efectivos de la Marina.—El proyecto sometido a la aprobación de la Cámara de Diputados fija las fuerzas navales para 1918 en la siguiente forma:

Art. 1º. La fuerza naval para el año de 1918 constará:

1º. De los oficiales del cuerpo de la armada y clases anexas, según los cuadros establecidos por las leyes vigentes.

2º. De los sub-oficiales y asimilados, según los cuadros respectivos.

3º. De 32 alumnos de la Escuela Naval, siendo 22 guardiamarinas y 10 aspirantes.

4º. De 4500 plazas del Cuerpo de Marineros Nacionales.

5º. De 1500 fogoneros, marineros del Cuerpo de Marineros Nacionales.

6º. De 1000 fogoneros contratados.

7º. De 800 plazas del Batallón Naval.

8º. De 200 alumnos de la Escuela de Grumetes.

9º. De 1000 alumnos de las Escuelas de Aprendices Marineros.

Compañías de especialistas.—Se ha creado dos compañías de especialistas; una para sumergibles y para hidroplanos la otra. Funcionarán en el local del Cuerpo de Marineros Nacionales, en Villegaignon.

La de sumergibles está compuesta de un sargento 1º, dos sargentos segundos, 10 cabos, 30 marineros de 1a. y 60 marineros de 2a.

La de aviadores se compone de un sargento 1º, cuatro cabos, ocho marineros de 1a. clase y 16 de segunda.

Escuela de Artillería.—Se han matriculado, en la Escuela Profesional de Artillería, siete tenientes primeros.

Reserva Naval.—Con el objeto de dar una mejor organización a la reserva naval, se han establecido los cursos profesionales de artillería, minas y torpedos para los reservistas de 1a. categoría, que son los de la marina mercante.

Veinte oficiales de la flota del Lloyd Brasilero están ya estudiando dichos cursos.

Las clases son diarias, de 1.30 a 4.30 de la tarde, en la Isla de Enxadas.

Además de dichos oficiales, asisten en calidad de oyentes, los de los buques en tránsito.

El Estado Mayor de la Armada ha ordenado la publicación de los diversos manuales destinados a la enseñanza de las especialidades a que se pueden dedicar los reservistas navales.

Hidroplanos.—Se ha encargado a Estados Unidos ocho hidroplanos, seis de guerra y dos de aprendizaje y el material necesario para el montaje de los talleres destinadas a las reparaciones y preparación de esos aparatos.

Radiotelegrafía.—En el local de las escuelas profesionales se ha abierto un curso práctico de radiotelegrafía para oficiales de la Armada y de la reserva naval.

La duración del curso será de tres meses; los exámenes tendrán lugar en la última quincena. Los alumnos serán 10 oficiales del cuadro de la Armada y 10 de la reserva naval.

ESTADOS UNIDOS

Los nuevos acorazados.—El ministerio de marina resolvió que los nuevos acorazados "Maryland" y "West Virginia" sean dotados de mecanismos apropiados a la propulsión eléctrica.

Publicaciones Recibidas

ARGENTINA

Revista Militar — Boletín del Centro Naval — Lloyd Argentino—La Ingeniería—El Comerciante.

BRASIL

Revista Marítima Brazileira.

COLOMBIA

Memorial del Estado Mayor del Ejército.

CHILE

Memorial del Ejército—Revista de Marina.

ESPANA

Revista General de Marina—Vida Marítima — Unión Ibero Americana.

FRANCIA

L'Illustration.

INGLATERRA

Engineering—The Graphic.

ITALIA

Rivista Marittima—Rivista Náutica. Italia Navale—Lega Navale.

MEXICO

Revista del Ejército y Marina.

NORTE AMERICA (ESTADOS UNIDOS)

Boletín de la Unión Panamericana — Inter-América—United States Naval Institute Proceedings—Journal of the United States Artillery—Weekly Commercial News.

NACIONALES

Ingeniería—Boletín de Minas—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas—Boletín del Ministerio de Relaciones Exteriores—Boletín del Ministerio de Guerra y Marina.

Revista de Marina

Año III Mayo y Junio de 1918 No. 3

Breves ideas sobre los aparatos hidráulicos empleados a bordo

1.—Consideraciones sobre el empleo de estos aparatos.——El empleo del vapor como fuerza motriz en los diversos aparatos o máquinas auxiliares que son necesarios para poder realizar las distintas faenas que se originan a bordo, presenta los inconvenientes siguientes: calienta las largas tuberías que atraviesa lo que da lugar a que este fluído pierda una cantidad apreciable de calor y que experimente un descenso notable de tensión, licuándose parcialmente. El agua que entonces se deposita exige que se tenga cuidado al abrir las llaves de vapor y que se purguen las canalizaciones, pues, de lo contrario, se producen golpes de ariete que dañan las juntas y aun a los mismos tubos. Por otra parte, esa misma condensación y la expansión que luego se realiza hacen que los esfuerzos sean desiguales, y que, no se pueda obtener precisión en ciertos movimientos, como pasa en las torres de la artillería.

El agua comprimida está exenta de todos estos inconvenientes, puede empleársele a presiones elevadas por su incomprensibilidad casi absoluta y porque no da lugar a los accidentes y peligros que ofrece el vapor cuando se le emplea a presiones que tienen un alto valor.

La simplicidad y pequeño volumen de las máquinas hidráulicas, la ventaja de la acción directa del agua a presión que hace innecesarios los engranajes, la casi nula comprensibilidad de este líquido, permitiendo que la presión pueda ser trasmitida sin pérdida de su valor por un tubo a cualquier distancia y cualquier dirección me ced al esfuerzo realizado en un reservorio, y la facilidad con que se puede establecer o interrumpir la comunicación con dicho reservorio, cesando el esfuerzo inmediatamente, hacen que el empleo de la fuerza hidráulica sea más ventajoso que el del va-

por, no presentando más inconveniente que exigir un mayor cuidado para obtener juntas y conecciones perfectamente estancas debido a las altas presiones que se emplean.

El escaso valor del rozamiento en los tubos de conducción, permite además, que el agua pueda ser enviada por canalizaciones de pequeño diámetro sin perder notoriamente su tensión y por lo tanto, sin disminución apreciable del esfuerzo motor.

El agua en las condiciones que acabamos de anotar produce velocidades relativamente considerables sin la mediación, por lo tanto, de mecanismos complicados como exige el vapor, en los cuales se producen rozamientos, ruídos y vibraciones cuyos inconvenientes son de todos conocidos.

El empleo de fuerza hidráulica en los aparatos auxiliares resulta económico porque para comprimir el agua se emplean bombas que suspenden automáticamente su trabajo desde el momento mismo en que no es necesario su servicio. El esfuerzo que gastan estas bombas en depositar el agua y someterla a presión equivale a almacenar una energía potencial que viene a ser utilizada en el momento conveniente.

Para depositar el agua en este estado potencial se hacen necesarios dos elementos: *las bombas de compresión*, movidas por una máquina térmica o eléctrica, y el *acumulador hidráulico*, que como su nombre lo indica, contiene el agua a la presión que constantemente es requerida para el funcionamiento de los aparatos.

El agua suele emplearse también en ciertos aparatos a bordo, como morigeradora y reguladora de sus movimientos, tal sucede con algunos servomotores a vapor para el cambio de marcha de las máquinas y para el manejo de la caña del timón.

2. — Disposición de principio de los acumuladores.—En su forma más sencilla redúcese el acumulador hidráulico, como se ve en la fig. 1, a un cilindro vertical *B*, dentro del cual se mueve un largo émbolo *E*, cuyo vástago lleva en su parte superior una cruceta *A*, que sirve de sostén por medio de pernos *C* a una caja *D*, dentro de la que van depositados los pesos que constituyen la carga correspondiente para mantener la compresión constante.

Un acumulador hidráulico no viene a ser sino una prensa hidráulica, en la cual, como se sabe, se cumplen las condiciones de equilibrio que rigen a toda máquina. Es decir, que el esfuerzo de la potencia debe ser igual al de la resistencia producida en el mismo tiempo. En él rige el principio de Pascal, que es consecuencia de la fluidez perfecta que se supone al agua y del principio de conservación de la energía, el cual dice que, *los líquidos trasmiten integralmente, en todos sentidos las presiones que se les hace sufrir*. De este modo, si suponemos un recipiente, tal como un tanque

de sección cuadrangular, por ejemplo, cerrado completamente; pero colocadas en sus caras opuestas, a través de un prensa-estopas, dos émbolos de áreas diferentes, entonces, si sobre uno de estos se ejerce una presión, la presión trasmitida por el otro debe ser proporcional a la relación de sus áreas. De modo que si P es la presión que se ejerce sobre el émbolo de superficie S, y p es la presión que actúa en el émbolo de la bomba compresora de superficie s, se tendrá:

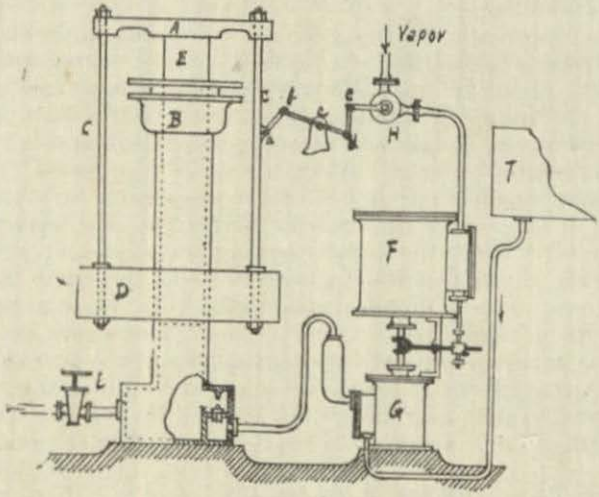


Fig. 1

$$\frac{S}{s} = \frac{P}{p}$$

Pero $S = \frac{D^2 \pi}{4}$ y $s = \frac{d^2 \pi}{4}$ cuando D y d son los diámetros correspondientes de los émbolos, de donde resulta

$$\frac{D^2}{d^2} = \frac{P}{p}$$

y, por lo tanto, que la variación de las presiones varía con el cuadrado de los diámetros.

De esta manera, como se ve, se puede obtener fácilmente un gran esfuerzo valiéndose de una presión relativamente baja; puesto que la presión varía con las áreas, bastará aumentar el área de

uno de los émbolos y disminuír la del otro para obtener una gran multiplicación en el esfuerzo.

Para poder llenar su misión relaciónase el acumulador hidráulico por un lado con las bombas o bomba compresora, que le inyectan el agua, y por otro, por medio de tuberías de poco diámetro, con los aparatos o máquinas receptoras.

La industria y la marina tanto mercante como de guerra han encontrado un auxiliar poderoso en el acumulador que ha permitido sustituir las pequeñas o grandes máquinas auxiliares por máquinas hidráulicas.

La fuerza así almacenada solo se emplea durante el tiempo que es necesaria, gruas, servo-motores del timón, torres, prensas y aún el servo motor de cambio de marcha de las mismas máquinas motrices, reciben del acumulador la fuerza necesaria para producir el trabajo deseado, no gastándose entonces sino la cantidad extrictamente necesaria del agua contenida a presión constante.

El funcionamiento de la bomba queda, en estos aparatos, subordinado a la carrera del émbolo hidráulico. De manera, que cuando en virtud del trabajo del aparato de achique, el agua que ha penetrado al cilindro, lleva al émbolo hasta el límite superior de su carrera, un sencillo mecanismo cierra la válvula de toma de vapor de la máquina que mueve la bomba y esta cesa de inyectar agua al acumulador. Pero si el consumo persiste porque continua el funcionamiento de los aparatos que alimenta el acumulador, el émbolo hidráulico desciende, abre la llave de vapor, y pone en funcionamiento nuevamente a la bomba que inyecta el agua.

3. — Acumulador hidraulico de pesos.—Este aparato que almacena energía depositando agua a presión por el funcionamiento de una bomba para enviarlo luego a las máquinas hidráulicas, tales como gruas, prensas, etc: fué el primero que se construyó, inventado por W. Armstrong en 1.850, permite obtener en un tiempo corto una acción bien intensa. La principal misión ejercida en el acumulador es mantener el agua bajo presión y de modo que ésta siempre sea constante, mientras no se varíe la carga que actúa sobre el émbolo hidráulico.

Esta clase de acumuladores son de los que llamaremos de pesos sólidos y los podremos clasificar en acumuladores de cilindro fijo y émbolo móvil, y en acumuladores de cilindro móvil y émbolo fijo.

El primero se reduce a la disposición de principio que hemos descrito anteriormente. Se compone pues, de un largo cilindro vertical *B*, fig. 1, dentro del cual puede moverse un largo émbolo *E*, en cuya parte superior se afirma una o más crucetas *A* de las cuales va suspendida una caja cilíndrica *D* que recibe la carga correspondiente a la compresión que se quiere producir. Un tubo *t* conduce el agua de la bomba *G* hasta el cilindro *B*

El agua al penetrar al cilindro C obliga al émbolo a ascender arrastrando por lo tanto a los pesos D.

Del fondo del cilindro hidráulico parte un tubo t' que conduce el agua a los aparatos hidráulicos que deben utilizarse. Una válvula L contenida en dicha tubería permite establecer o interrumpir la comunicación de dichos aparatos con el acumulador.

La simple inspección del aparato nos hace ver que el agua que salga por el tubo t', lo hará siempre sometida a la presión constante que determina el peso contenido por la caja D sostenida por el émbolo E. Esta presión, pues, solo variará cuando se aumente o disminuya el peso P.

Un prensa-estopas colocado en la parte superior del cilindro impide que el agua pueda escapar al exterior.

Cuando en virtud del agua que inyecta la bomba, el émbolo llega a su parte superior de su carrera, un sencillo mecanismo, compuesto de las palancas *abcde* cierra la llave de cuello del cilindro de vapor que mueve la bomba y detiene su funcionamiento. Pero tan luego como se realiza un consumo de agua debido al funcionamiento de los aparatos que alimenta el acumulador, el émbolo hidráulico desciende, el mecanismo abre la llave de vapor y la bomba continúa su funcionamiento.

La segunda forma de acumulador o sea la que tiene el émbolo fijo y el cilindro móvil, como se ve en la fig. 2, está compuesta de un émbolo hueco P por donde ingresa al cilindro el agua de compresión haciéndolo ascender a medida que lo llena. En este caso el peso del cilindro disminuye el valor que debe tener el contrapeso p.

Como puede verse el agua ingresa al aparato viniendo por un tubo y levantando la válvula v_2 y solo puede salir para ir a los aparatos hidráulicos cuando se abre la válvula v_1. A medida que el agua que ingresa por el émbolo hueco P va llenando al cilindro C, éste se levanta arrastrando a los pesos p p', los que, abandonando los topes t sobre los cuales se apoyan, ascienden guiados por las correderas c c'.

Las presiones que se obtienen y que son usuales en los aparatos de esta clase y en los anteriormente descritos están comprendidas entre 35 y 100 kgs. por centímetro cuadrado.

Comunmente el diámetro del émbolo en estos aparatos no pasa de 60 centímetros y la altura se determina por las condiciones especiales de cada instalación.

El valor del peso P queda determinado cuando se conoce el diámetro D del émbolo y la presión efectiva p que se desea obtener por centímetro cuadrado, en este caso, despreciando los rozamientos, puede establecerse la igualdad

$$P = D^2 \frac{\pi}{4} \cdot p$$

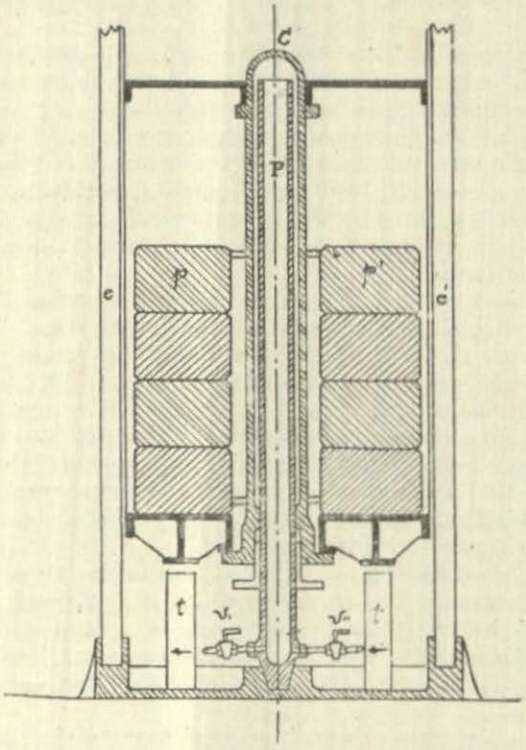


Fig. 2

y si se trata del acumulador de cilindro móvil, en la cual hay que considerar los diámetros D y D' del émbolo se tiene

$$P = \frac{\pi}{4} p \quad (D^2 - D'^2)$$

Naturalmente, en este caso, los diámetros están medidos en centímetros. Hay que tener en cuenta que el frotamiento da lugar a una pérdida de veinte por ciento en estos aparatos, lo cual es muy digno de tomarse en consideración.

4. — Acumulador hidráulico sistema Brown.— Una disposición muy ingeniosa correspondiente a los aparatos que venimos estudiando, es aquella en que se ha sustituído el contrapeso P por la presión de vapor. Para explicarnos como

se realiza esto, consideremos la fig. 3 que representa un acumulador de los que estamos haciendo referencia. En ella, como se ve, existen dos cilindros que están ligados fuertemente; uno de gran diámetro que es el de vapor y el otro de diámetro menor que es el hidráulico.

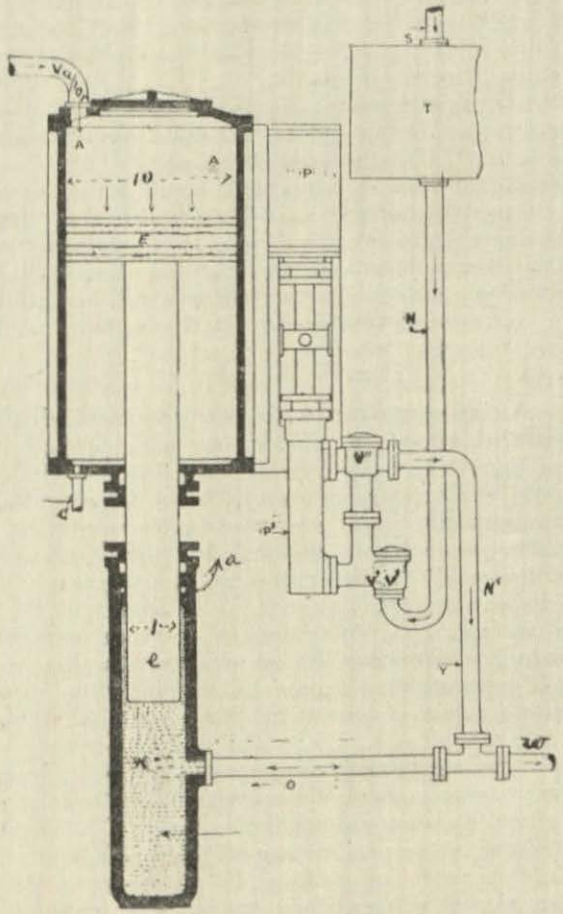


Fig. 3

El émbolo del cilindro de vapor E es solidario de los movimientos del émbolo del cilindro hidráulico e por tener ambos un vástago común.

En estas condiciones el vapor que viene de la caldera por el tubo a penetra al cilindro A y actúa sobre el émbolo E y sigue al

cilindro de vapor de la bomba por el tubo correspondiente, poniendo en movimiento a este aparato.

De esta manera el vapor reemplaza a los contrapesos y actuando el esfuerzo que ejerce sobre el émbolo *E* por medio del vástago sobre el émbolo *e* de la prensa hidráulica, y se tiene una presión constante en el agua que va a los aparatos receptores.

Para hacer mayor el esfuerzo se hace que la cara inferior del émbolo *E* quede en comunicación con el condensador de superficie de la máquina motora por el tubo *C*.

Por lo demás el funcionamiento de este aparato es como los que anteriormente hemos estudiado, siendo automático el funcionamiento de la bomba que carga el aparato.

De modo que si en esta disposición se abre la válvula que conduce el agua a los aparatos receptores, el líquido desciende en el acumulador y con ella el émbolo *e* y el de vapor que, como hemos dicho le es solidario en sus movimientos; las bombas funcionan entonces, reponen el líquido a su nivel, los émbolos ascienden, el de vapor cierra la salida de este fluído hacia a las bombas, y estos aparatos cesan entonces de funcionar.

5. — Agua empleada en los acumuladores y aparatos hidráulicos.—El agua que se emplee para la alimentación de los acumuladores y aparatos hidráulicos es indudable que puede ser la del mar; pero es preferible que sea este líquido agua dulce completamente pura, porque cualquier substancia que tenga en suspensión puede precipitarse, produciendo depósitos que originan rozamientos en las tuberías y que dan lugar a una mala obturación de las válvulas.

Hay que tener en cuenta, que en aquellos climas en donde suelen producirse descensos de temperatura grandes que puedan ocasionar la congelación del agua en los aparatos y tuberías, se hace preciso emplear el agua mezclada con una substancia que impida que esto se realice.

La substancia empleada comunmente con este fin es la glicerina, la cual se emplea mezclándola con el agua en la proporción de uno a cinco. En estas circunstancias, o también cuando se emplea agua dulce, no es posible desperdiciar el líquido, entonces la instalación dispone de un tanque de alimentación de la bomba compresora al cual se hace llegar por medio de una canalización especial el agua después que ha actuado en los aparatos receptores. De este modo el agua recorre un ciclo cerrado y la misma cantidad de líquido alimenta a la bomba, al acumulador y a las máquinas auxiliares que emplean la fuerza hidráulica como fuerza motriz.

En el momento en que se realice esta mezcla es muy conveniente poner en movimiento todos los aparatos, por que de este modo, el líquido circula por todas las tuberías, codos y válvulas;

evitándose de este modo que pueda realizarse la congelación del agua en aquellos sitios en que no hubiese sido reemplazada por la mezcla que se hace de este líquido con la glicerina.

Solo en un caso excepcional, por existir una temperatura muy baja en el medio ambiente y no tener glicerina, se debe emplear agua del mar, cuya concentración se aumenta aun más para evitar la congelación; pero deberá reemplazársela en el tanque por la mezcla de agua dulce con glicerina tan luego como halla oportunidad de hacerlo.

La tubería que conduce el agua de los acumuladores a los aparatos hidráulicos no ofrece ninguna particularidad, excepción hecha de la resistencia que debe tener y de la perfecta impermeabilidad que debe ofrecer en las juntas de las distintas secciones que forman la canalización, a fin de evitar los escapes.

Eso sí, es muy conveniente colocar en las tuberías, válvulas de seguridad o de sobrante, las cuales tienen como misión impedir que se produzca sacudimientos y esfuerzos peligrosos tanto en la canalización como en los mismos aparatos.

6. — Clasificación de las máquinas hidráulicas empleadas a bordo.—Las máquinas hidráulicas empleadas a bordo las podemos clasificar, como las de vapor, en máquinas auxiliares de funcionamiento discontínuo o *servomotores* y en máquinas auxiliares de funcionamiento uniforme. Además, debemos considerar en el estudio de estas máquinas, las máquinas auxiliares mixtas, hidráulicas y de vapor, que generalmente son servomotores.

7. — Servomotores.—Definiendo de una manera general los servomotores, podemos decir que son máquinas que se interponen entre el manipulador, que es el hombre o un mecanismo especial, y un esfuerzo que se debe vencer por intermitencias. Estas máquinas actúan como motores cuando el manipulador lo ordena; cesando de obrar en seguida para transformarse en freno cuando la acción directriz del manipulador cesa de ejercerse.

Como se ve, la definición que hacemos conviene de una manera general para estos aparatos cualquiera que sea la fuerza motriz empleada: agua, vapor de agua, aire comprimido o electricidad.

A bordo, los servomotores tienen aplicaciones importantes, los hay para la maniobra del timón, de las torres de la artillería, aparatos de cambio de marcha de las máquinas de vapor; etc.

Debido a las condiciones de funcionamiento de uno de estos aparatos, un hombre solo basta para dirigir la enorme masa de un navío moderno sin que le cueste gran esfuerzo, realizándose el caso que, cuando un timonel ha puesto la caña en una cierta dirección no necesita molestarse en mantenerla así por su propio esfuerzo, pues el servomotor obra por él y no permite ningún des-

plazamiento que el operador no haya ordenado. De la misma manera se realiza el cambio de marcha en las máquinas, el desplazamiento angular de las torres de la artillería; etc.

Sea hidráulica, o cualquier otra la fuerza motriz empleada en los servomotores, éstos se pueden clasificar en *servomotores de traslación rectilínea discontinua*, y *servomotores de rotación discontinua*.

8. — Aparato hidráulico para el gobierno del timón.—Tomamos por su sencillez el aparato hidráulico que a continuación vamos a describir, el cual, como se vé, es una máquina que no está ligada a ningún acumulador hidráulico, porque en la instalación no es necesario, puesto que para la carga de la máquina éste está sustituído por una bomba de mano.

La máquina como se puede ver en las figuras 4 y 5 está constituída por dos cilindros D_1, D'_1 situados sobre el mismo eje.

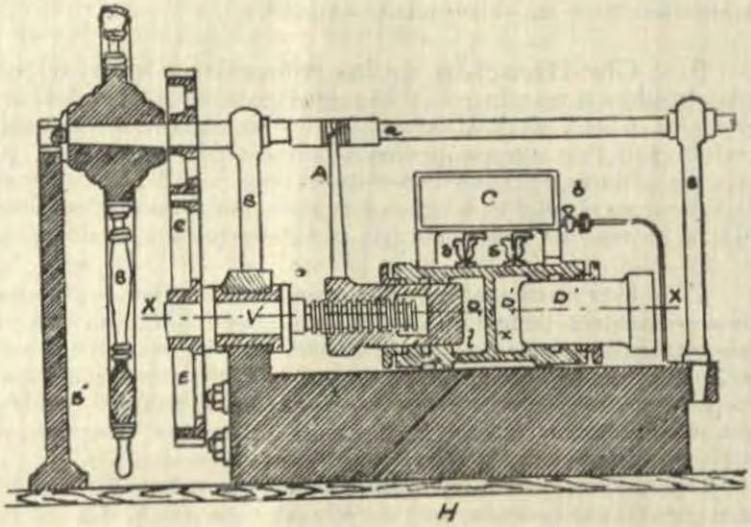


Fig. 4

los cuales van afirmados a la plancha de base *H*, son de simple efecto y tienen un fondo común *x*. Dentro de estos cilindros se deslizan los émbolos *D D'* de una manera estanca para lo cual, cada cilindro tiene su correspondiente prensa-estopas. Estos émbolos están ligados entre sí por las armaduras *T''* fijas a los travesaños *T* fundidos de una sola pieza con la cabeza de cada uno de ellos.

Los émbolos pueden ser accionados por el tornillo *V* que al girar no puede desplazarse longitudinalmente por que se lo impiden

los collares que presenta y la chumacera en la cual se apoya; pero si puede entornillarse o desentornillarse en el émbolo *D*, haciendo que éste penetre o salga de su cilindro respectivo, lo que hace que se mueva todo el sistema formado por los émbolos.

En el eje de este tornillo está montada una rueda dentada *E*, que engrana con el piñón *e* fijo en el árbol *a* de la rueda *B* de

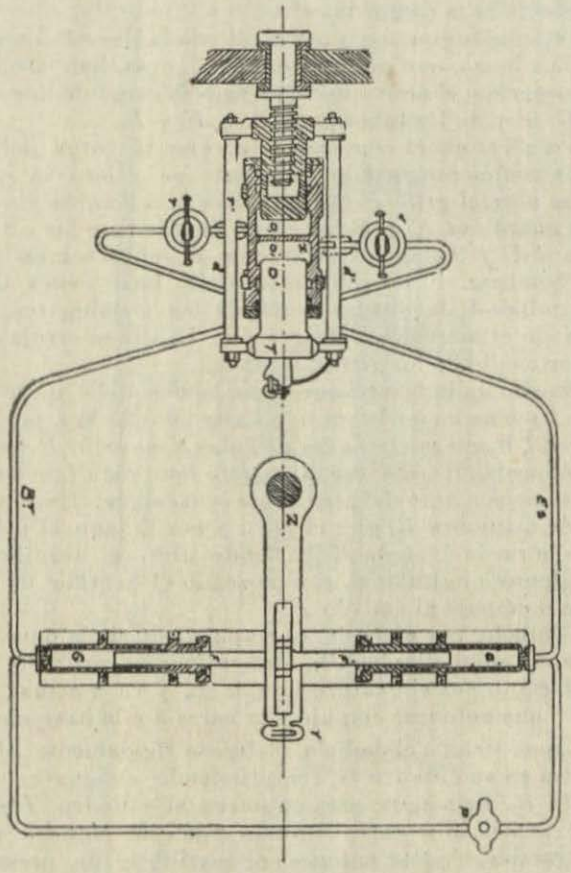


Fig. 5

manetas que es la que acciona el timonel. El árbol *a* está apoyado sobre los soportes *B' B' B'* que están ligados fuertemente a la plancha de base *H*.

El émbolo hidráulico *D*; lleva en su cabeza el axiómetro *A* que indica los grados de la caña sobre el eje de la rueda de maniobra *B*.

Los cilindros D_1 D'_1 se hallan en comunicación por medio de los tubos E_t y B_t y las válvulas pistones r_1 y r'_1 con los cilindros G G', en las cuales se desliza de una manera estanca los émbolos F y F' que accionan directamente la caña del timón.

Los cilindros D_1 D'_1, llevan cada uno de ellos su respectiva llave de purga S para arrojar el aire en el momento en que se carguen. Sobre ellos va dispuesto el recipiente C que contiene el agua necesaria para cargar la caña.

Este recipiente comunica por medio de la llave b con una bomba, movida a brazo, que no se ve en las figuras, por medio de la cual, se comprime el agua que sirve para la carga de los cilindros D_1 D'_1, G G' y de los tubos guardines E_t y B_t.

Vamos a ver ahora como puede hacerse la carga del aparato de que nos venimos ocupando; para esto se coloca la caña bien derecha, se abre el grifo P que establece la comunicación entre los dos tubos guardines E_t y B_t; se abren ligeramente las válvulas de impulsión d d' y la llave de aspiración b de la bomba y se comienza a bombear. Si los conductos están bien llenos desde los primeros golpes de bomba las agujas de los manómetros se mueven acusando el incremento de presión. El aire se arroja de los cilindros por medio de los grifos S S'.

Por medio de la bomba que como hemos dicho no se ve en la figura, se hace ascender la presión hasta 20 o 25 kgs. por centímetro cuadrado, luego se cierra las válvulas d, el grifo P y el de aspiración b quedando entonces el aparato listo para funcionar.

El funcionamiento del aparato es como sigue: Haciendo girar la rueda de maniobra B, gira el eje a y por lo tanto el piñón e que arrastra a la rueda dentada E haciendo girar al tornillo V, sin desplazamiento longitudinal, el cual según el sentido de su rotación atrae o empuja al émbolo D.

Si el émbolo, por ejemplo, es empujado hacia la derecha, comprime el agua en el cilindro D_1, este esfuerzo realizado sobre el agua se trasmite por el guardín líquido E_t y va a actuar sobre el émbolo F' que entonces empuja a la barra z y la hace girar.

Al mismo tiempo el émbolo F ligado rígidamente al émbolo F', penetra en su cilindro G, comprimiendo el agua en el guardín líquido B_t. Esta agua, pasa entonces, al cilindro D'_1 y va a ocupar el espacio libre entre el fondo x de este cilindro y el émbolo D'; estableciéndose entonces el equilibrio de presión entre los dos guardines porque los dos émbolos D y D' tienen el mismo diámetro y están ligados por la armadura y tirantes T y T'; de modo que el volumen que disminuye entre el émbolo D y el fondo x en el cilindro D, aumenta en la misma cantidad en el cilindro D'_1.

9. — Telemotor mecánico sistema Brown para el manejo del servomotor del timón.—Cuando se hace el

gobierno del timón por medio de una máquina a vapor, el manejo de la válvula de puesta en marcha, que constituye el servomotor, se hace por medio de ejes que trasmiten el esfuerzo de la rueda de maniobra por medio de engranajes, lo cual ocasiona rozamientos importantes que se debe procurar de evitar, sobre todo, cuando la distancia entre la máquina de gobierno y la posición de la rueda es considerable. El aparato hidráulico de gobierno designado con el nombre de telemotor, que es el que vamos a describir, permite suprimir la línea de árboles y engranajes presentando una gran ventaja y simplicidad.

Una de las ventajas de este aparato es que los pequeños tu-

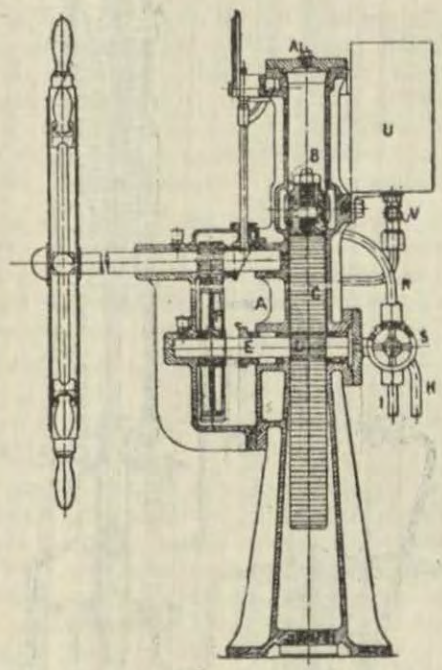


Fig. 6

bos de cobre que sirven de guardines pueden ser extendidos por lugares en donde casi están libres del calor y averías y no son incómodos. Además, no se producen ruídos, no hay necesidad de lubricación, ni existe piezas en movimiento que puedan sufrir descomposturas.

El aparato a que hacemos referencia está constituído como indican las figuras 6, 7 y 8:

La fig. 6 muestra la sección vertical del cilindro trasmisor *A*, dentro del cual se mueve el émbolo *B* ligado a la cremallera

C en lugar de vástago, en la cual engrana un piñón *D*, cuyo eje *E* se hace girar por medio de la rueda de maniobra. El eje de ésta lleva un piñón *G* que mueve la rueda dentada *F*, montada sobre dicho eje *E*, consiguiéndose así un número proporcionado de vueltas de *D* a las realizadas por *F*.

Los tubos *H* e *I* parten de arriba y del fondo del cilindro respectivamente y son conducidos al dispositivo del timón, a popa uniéndose con la parte alta y baja del cilindro *K* por medio de los

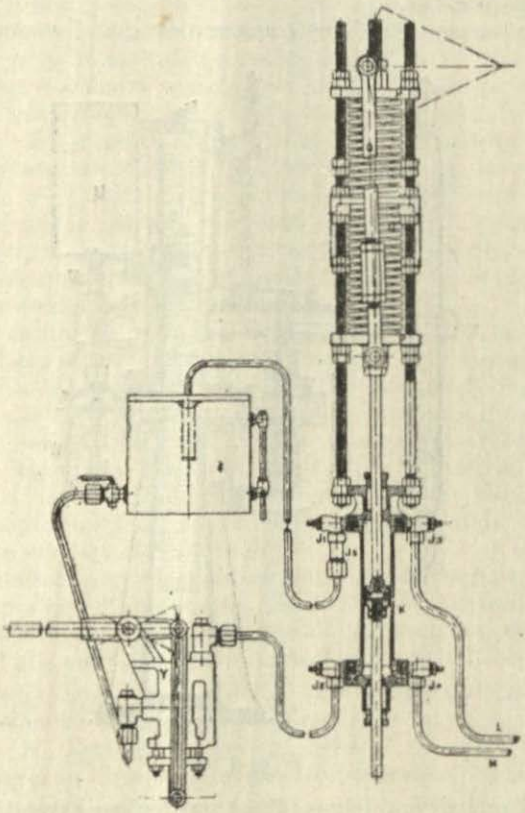


Fig. 7

tubos *L* y *M*. Estando hecha la conexión de modo tal que se tiene en cuenta el camino que el émbolo debe moverse en el cilindro de popa en relación con el de proa.

Este cilindro *K*, como se ve en la fig. 7, lleva un émbolo *N* con su vástago y sus sectores de conexión *O*, el cual está ligado a la

válvula reguladora del servomotor del timón por medio de una palanca.

El vástago del émbolo está ligado a dos travesaños PP, entre los que está establecido un resorte espiral Q, bajo una compresión inicial, el cual resulta comprimido aún más, en cada movimiento del émbolo, siendo, como se ve, la disposición de tal modo, que el émbolo vuelve siempre a su posición de media carrera, cuando la presión en sus dos caras es o tiende a ser la misma. La válvula reguladora de la máquina del timón tiene su carrera ligada a la carrera del émbolo N, por intermedio, como hemos dicho, de la barra O.

Todo el manipulador es de bronce para no influenciar al compás, el cilindro motor de popa es del mismo material y los tubos guardines son de cobre, estirados de una sola pieza y su diámetro interior varía de un centímetro a quince milímetros. De esta manera pueden extenderse fácilmente, pudiendo ser doblados o encurvados en un número cualquiera de partes sin que se aumente materialmente ninguna fricción a la máquina del timón.

Una bomba de mano Y en comunicación con un tanque Z va dispuesta para hacer la carga del aparato. Estando además establecidas las tuberías convenientes para las conexiones de estos aparatos. Cuando la bomba de carga no se emplea, el grifo que existe en el tanque debe estar cerrado.

El cilindro K lleva las válvulas tornillos J_1 y J_2 para incomunicarse con la bomba y tuberías cuando el sistema está cargado; estando el tubo de descarga de la bomba conectado a J_2 y el de retorno al tanque con J_1.

Dos válvulas semejantes J_3 y J_4 hay instaladas de manera de poder comunicar o interrumpir el cilindro K previniendo de este modo la pérdida de fluído. Cuando trabaja el aparato estas válvulas deben estar abiertas,lo mismo que cuando se va a hacer su carga. Una válvula de retención J_5 está dispuesta como se ve en la figura, de modo que cuando se carga un sistema donde el cilindro de adelante está a una gran altura sobre el cilindro K, se consigue que el líquido sea retenido en los tubos sin que pueda escapar.

Cuando el aparato está completamente cargado con mezcla líquida, un movimiento cualquiera de la rueda de maniobra conduce hacia un movimiento del émbolo en el cilindro receptor K, y por consiguiente de la válvula reguladora y de puesta en marcha de la máquina del timón.

Al girar la rueda se halla que no viene a ser sensiblemente rígida hasta que se le lleva de un lado a otro y de este modo se tiene que el timonel sienta el efecto que realiza el timón en el buque, muchísimo más que gobernando a mano con el antiguo tambor de arrollamiento y cadenas.

El telomotor lleva fijo en el puente un indicador *R* como se ve en la fig. 8, el cual cuando todas las cosas están en orden, muestra la actual posición del timón.

El aparato lleva además un pequeño tanque *U* que contiene una mezcla de glicerina y agua, formada por una parte de ésta y dos o tres de aquella.

El grifo *V* está dispuesto para cerrar o incomunicar el tanque del aparato cuando se ha hecho la carga; pero se debe tener cuidado de abrirlo siempre cuando el telemotor se va a emplear para el gobierno. El tanque lleva un indicador de nivel.

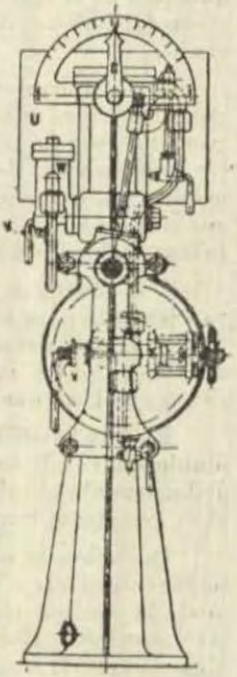


Fig. 8

Cuando se hace la carga de los tubos guardines y de los cilindros *A* y *K* es muy importante que estos se llenen completamente; débese por lo tanto dejar escapar el aire, a fin de que no quede nada de este fluído y que los émbolos actúen sobre el líquido incomprensible.

Los cilindros *A* y *K* del manipulador y receptor son del mismo diámetro, si se hace descender o ascender el émbolo *B* en su cilindro, las válvulas dispuestas en una caja especial, que no se ve en la figura, funcionan; el agua es empujada delante del émbolo y aspirada por detrás por medio de los tubos *III*, *LM;* de manera que el émbolo *N* del cilindro *K* experimenta el mismo movimiento y viene, por intermedio de su vástago y de la biela *O*, a accionar el distribuídor del servomotor a vapor al cual está ligado; comprimiendo en un sentido u otro por medio de las traviesas *P* al resorte *Q* según el sentido del movimiento del émbolo. De esta manera la máquina a vapor del timón se pone en marcha tendiendo a cerrar el distribuídor. Ahora, si el operador cesa de actuar, es decir, si se suprime el esfuerzo ejercido sobre la rueda de maniobra, el resorte *Q* que había sido influenciado por el movimiento del émbolo *N* reacciona, vuelve a su posición de equilibrio y los émbolos *N* y *B* vuelven a colocarse en su media carrera, el distribuídor del servo se cierra y la caña vuelve al cero de desplazamiento.

En las condiciones generales de funcionamiento puede acontecer que se gasten las empaquetaduras de cuero que lleva el émbolo *B*, lo que determinaría un huelgo grande entre el émbolo y el contorno del cilindro haciendo que aquél trabaje a la vez arriba y en el fondo de éste; entonces el émbolo *N*

no sería presionado debidamente en el cilindro *K;* y el puntero *R* del indicador recorrería todos o la mayor parte de los grados marcados en el cuadrante para tener el efecto deseado en el funcionamiento del servomotor.

Igual cosa puede pasar con las empaquetaduras del émbolo *N;* razón por la cual se debe hacer periódicamente el examen de dichos émbolos y la renovación de las empaquetaduras que sean convenientes.

Para reajustar el indicador y ponerlo en armonía con la posición del timón, se gira la rueda de maniobra hasta que el indicador se pone en cero, y el émbolo entra al espacio medio del cilindro *A* de mayor diámetro, en donde huecos pequeños, abiertos a conveniente distancia, permiten el libre pasaje del líquido en torno del émbolo y a lo largo de todo el cilindro.

Por la disposición del aparato se ve que el émbolo *B*, al gobernar, puede pasarse en cierta extensión de su posición central; a pesar de que el émbolo *N* tiene siempre tendencia de volver a su posición media, cuando esto suceda, se podrá corregir el defecto anotado modificando la longitud de la biela *O*.

Puede decirse, que para el manejo del aparato que acabamos de describir en las figuras 6, 7 y 8; es de suma importancia que las tuberías y juntas sean perfectamente estancas.

Después que todas las tuberías se han revisado convenientemente y se han comunicado a los cilindros y tanque *U*, se deberá cerrar el grifo colocado en la parte baja de éste, llenándose dicho tanque hasta un tercio de su altura con agua dulce o con una mezcla de este líquido con glicerina si el clima es tal que se puede realizar un descenso de temperatura hasta o más abajo de cero.

Cuando todo esto se ha hecho, se pone la rueda maniobra en su punto medio, lo cual nos debe hacer ver que el indicador *R* se coloca en el cero entre las dos rayitas medias que indica el sector de la fig. 8.

Se abrirán los grifos que ponen en comunicación los cilindros *A* y *K*. Cuando se carga el aparato se debe tener mucho cuidado que no falte agua en el tanque *z*, pues, entonces se achicaría aire que por su expansión en funcionamiento daría lugar a que trabaje mal el aparato. Es por eso, también, que la bomba *Y* debe trabajar en carga y que se debe observar si trabajan bien las válvulas de retención que se hallan dentro de la caja *W* que va dispuesta en el cilindro *A*, fig. 8.

Una vez cargado el aparato al mover la rueda de maniobra a babor o estribor, debe observarse idéntico movimiento en el émbolo *N* del cilindro *K*, si esto no se realiza, habrá alguna rotura o empaquetadura de los émbolos en mal estado, cosa que inmediatamente debe repararse.

Naturalmente, si se ha hecho una reparación, será preciso cargar el aparato, siendo antes muy conveniente hacer la limpieza de la

caja de válvulas W, así como también limpiar por medio de agua inyectada a presión todas las tuberías, de esta manera se evitará que cualquier cuerpo extraño que exista en ellas pueda ir a la caja de válvulas y cilindros.

10.—Cabrestante hidráulico.—Cuando se trata de producir un movimiento de rotación de un árbol que puede estar colocado vertical u horizontalmente, los aparatos que contienen este árbol y a los cuales se adapta una máquina ya sea hidráulica, de vapor, etc; son los que conocemos, según sus funciones, con el nombre de cabrestantes y gruas. Los primeros sirven a bordo para realizar las operaciones de leva y fondeo del ancla y los otros para realizar cualquiera maniobra de carga o descarga.

Estos aparatos son análogos y su principio de funcionamiento corresponde sencillamente a la del torno simple, en el cual, como se sabe, se tiene que la relación que existe entre la resistencia Q y la potencia P, es igual a la relación que existe entre la longitud o radio R de la manivela y el radio r del árbol

$$\frac{Q}{P} = \frac{R}{r}$$

Eso si, en ellos el esfuerzo de la máquina o máquinas viene a multiplicarse por medio de ruedas dentadas y de esta manera el esfuerzo del émbolo en cada momento se halla aumentado por la relación que se ha establecido entre la rueda dentada que lleva el torno y el piñón que va montado en el eje que contiene la manivela de la máquina.

Esfuerzo, que aún se puede hacer crecer gradualmente, aplicando un tren de engranajes, puesto, que siendo, por ejemplo, R' y R'' los radios de las ruedas dentadas grandes y r' r'' los radios de las ruedas pequeñas, sabemos por Mecánica, que se tiene como ecuación de equilibrio entre la potencia P y la resistencia Q

$$P.\ R\ R'\ R'' = Q\ r\ r'\ r''$$

de donde

$$P.\ \frac{R.\ R'\ R''}{r\ r'\ r''} = Q$$

La máquina hidráulica que vamos a estudiar y que representa las figuras 9 y 10, la hemos escogido por su sencillez porque ella es aplicable como cabrestante o grua, está constituída por tres cilindros oscilantes C, de simple efecto, cuyos émbolos T, van a aco-

plarse a tres manivelas, cuyo ángulo de fijación en el árbol motor *A* es de 120º una con respecto a la otra.

El árbol *A* está soportado por las chumaceras *P''* que forman un todo con la plancha de base *b*. Esta misma plancha lleva las chumaceras *P'*, en las cuales se apoyan y oscilan los muñones de los cilindros *C*.

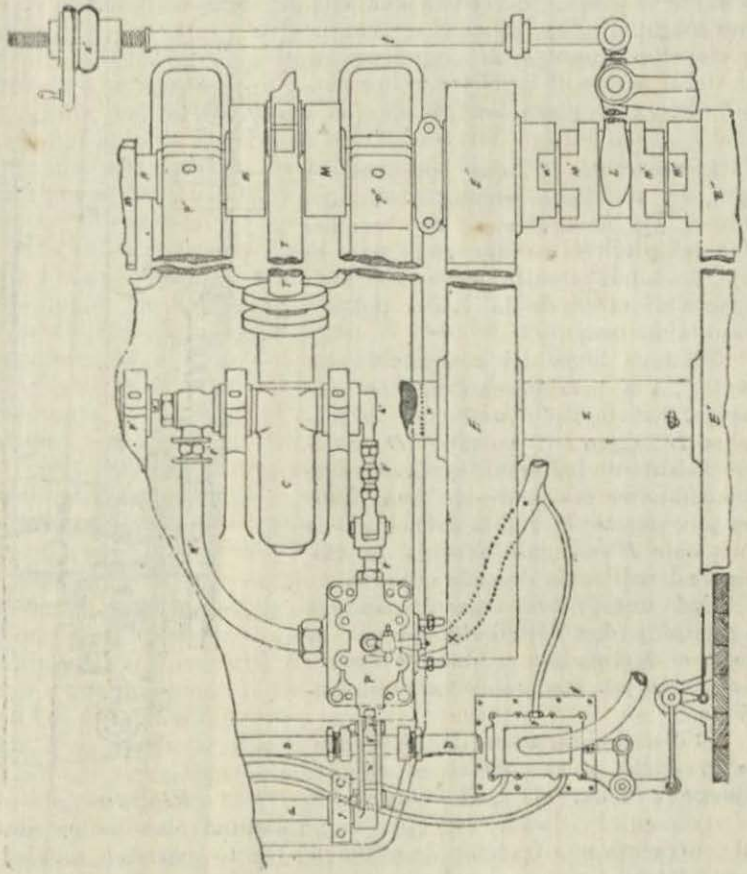


Fig. 9

La parte *B* de la plancha de base es hueca con el fin de que sirva de conducto al agua evacuada de los cilindros después de haber servido para que realicen los émbolos su trabajo.

A los tres cilindros hidráulicos les está encomendado desarrollar el esfuerzo necesario para la rotación del árbol *A* ya sea

en un sentido o en el opuesto. El movimiento de este árbol es trasmitido al eje x del cabrestante por intermedio de los engranajes $E\,E''$ y $E'\,E''$, cuyas relaciones son distintas a fin de que correspondan a dos velocidades diferentes de trabajo. Con la ayuda de la palanca L, la biela l y la volante x'', se puede mediante la quijada doble M', fija sobre el árbol, merced a dos chavetas longitudinales, hacer el embrague con los acoplamientos M'', que se hallan locos sobre el árbol y con los cuales forman una pieza los piñones E'', E''.

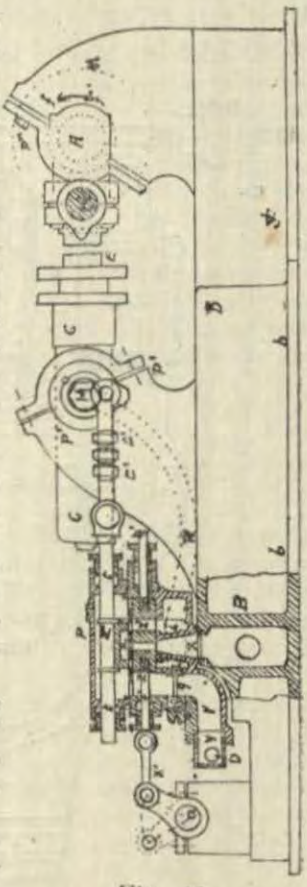


Fig. 10

Los émbolos T, que como hemos dicho, son de simple efecto, no actúan sobre el eje encigüeñado sino cuando salen del cilindro en que cada uno se aloja, de donde resulta que solo contribuyen a un tercio de la vuelta del eje A aproximadamente.

El agua llega del acumulador hidráulico, a la presión elevada con que trabaja, atraviesa el distribuídor de maniobra D', sigue por un tubo D, colocado delante de los tres cilindros. Este tubo comunica por medio de una tubulura y conducto V con la capacidad de dicha caja P en donde trabaja la válvula de distribución de cada cilindro.

Cada una de estas cajas P contiene un espejo y dos distribuídores uno z' que es el destinado a cambiar el sentido de rotación y el otro z que es el distribuídor.

El distribuídor z, es de los llamados de concha, y su misión es admitir y luego evacuar el agua comprimida que actúa en el cilindro respectivo empujando al émbolo; es normal o presenta una fracción de milímetro, tanto para el recubrimiento interior como para el exterior.

El movimiento de este distribuídor se hace por medio del vástago t, de una biela t', de longitud regulable, la cual por un lado va acoplada al vástago y por el otro con una manivela b, montada en el muñón H del cilindro y cuya fijación hace un ángulo de 90° con el eje de éste.

En su carrera se desliza sobre un falso espejo z_1, el cual, como se ve, presenta tres canales, la central que sirve para la eva-

cuación y las laterales para la admisión. Eso sí, como los cilindros son de simple efecto, solo una de las canales laterales presta servicio, según sea el sentido de rotación que sea preciso hacer realizar al árbol *A*.

Para los efectos de cambio de marcha existe el distribuídor *z'*, que es una placa frotante que se desliza entre *z*, y el fondo de la caja *P*, presenta dos canales que la atraviesan, que pueden ponerse alternativamente en comunicación con dos canales a la derecha o dos canales a la izquierda de las tres que presenta el espejo z_1, lo cual da lugar a que la máquina camine en sentido de la flecha *f* o en sentido de *f'*.

Para realizar el cambio de posición del espejo *z'* en cada cilindro *B* a fin de tener el cambio de marcha, existe el árbol *a* que lleva montadas las tres manivelas que accionan a los distribuídores *z'*, cuyo desplazamiento da lugar en las manivelas a las posiciones indicadas en las figuras.

Si ahora consideramos el tubo *R* de conducción del agua comprimida que viene del acumulador al aparato, se puede ver que éste líquido va por los conductos *V V*, a la caja *P* en donde trabaja el distribuídor, sigue según la marcha, por uno de los dos conductos *i i*, que van a desembocar por una misma tubulura en el tubo *R'*, continuando a lo largo de éste hasta el cilindro correspondiente, atravesando el muñón hueco en su parte inferior, para actuar en el cilindro.

Naturalmente, este muñón debe reunir condiciones de impermeabilidad para que no se originen fugas de agua, llevando con este fin, un prensa-estopas, en el cual van empaquetaduras de cuero, que se ajustan aún más por la presión del líquido.

El agua, después de impeler al émbolo, y una vez que este comienza a retroceder, sale por el mismo muñón hueco inferior; siendo el mismo émbolo el que la empuja afuera, haciéndole buscar salida por el mismo tubo *R'*, y como entonces uno de los conductos *i i* que funcionan se halla en comunicación con la canal central que es la de evacuación, sigue al conducto *X* y de ahí a la caja *B* de donde la aspiran las bombas del acumulador.

Como se ve, cuando se realiza la entrada de uno de los émbolos en su cilindro respectivo, son los otros dos los que continúan realizando el esfuerzo para la rotación del árbol.

Con el fin de prevenir los accidentes a que podría dar lugar un cambio brusco de marcha, o la detención súbita ocasionada por una gran resistencia que encuentre el ancla al efectuar la operación de leva, que se oponga bruscamente a su ascenso, o por la introducción de un cuerpo duro entre los engranajes, etc; entonces, como la presión puede llegar a ser muy fuerte, el aparato lleva válvulas de seguridad de resorte, tal como la *q* que en el caso de un exceso de presión, vence la elasticidad del resorte, y establece la comunicación entre los conductos *i*, *i* y el *V*. Igualmente, sobre

el tubo *D* de llegada del agua comprimida, va montada otra válvula de seguridad que permite a este líquido pasar al conducto de evacuación cuando la presión llega a tener un valor considerable.

11.—Servomotor mixto, hidráulico y de vapor, para producir el cambio de marcha en las máquinas motrices principales.—La fig. 11 nos representa un aparato

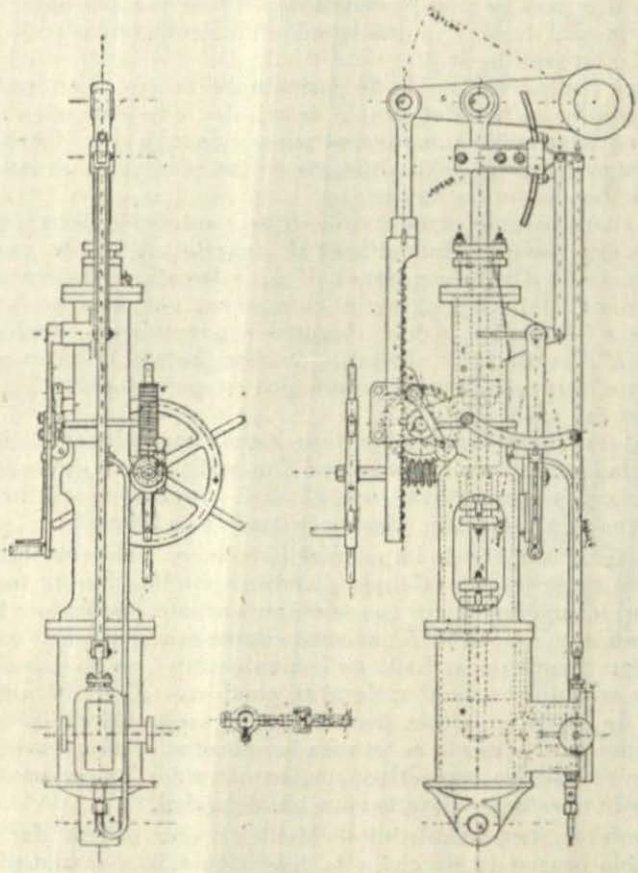


Fig. 11

debido a Mr. Brown, en el cual se tiene una aplicación combinada de la presión hidráulica y el vapor, sirve para hacer lo más rápida y sencilla, la faena del cambio de marcha.

Este servomotor se encuentra muy generalizado tanto en bu-

ques de guerra, como mercantes. El vapor nacional "Iquitos" tiene uno de estos para realizar el cambio de marcha en su máquina.

El servomotor, como se ve, está fijo por medio de la junta oscilante *A*, a la plancha de base o a una columna de la máquina principal. Esta junta está en la extremidad del cilindro de vapor.

Dentro del cilindro mencionado que es de doble efecto, se desliza un émbolo *B*, cuyo vástago *C* penetra en el cilindro hidráulico *E* atravesando el émbolo *D*. Uno y otro cilindro se hallan rígidamente unidos por medio de armazones de fundición.

El vástago *C* presenta en su parte superior una cabeza de biela ahorquillada *F* que se acopla con el brazo o palanca *G* que va empotrada al eje que arrastra las barras de suspensión de los sectores de cambio de marcha. La palanca *G* se prolonga más allá del acoplamiento *F* y se une en *H*, con el vástago y cremallera *I* que engrana con el piñón *J*. En el mismo eje del piñón va fija una rueda dentada *K*, la cual puede recibir un movimiento de rotación por medio del tornillo sin fin *L* que a su vez puede hacerse girar con la ayuda de la rueda de maniobra *M*.

Tanto el tornillo sin fin *L* como la rueda de maniobra pueden desconectarse por medio de la excéntrica *N*, que se hace girar empleando la palanca *O*. De esta manera cuando se ha hecho la desconección, la cremallera y la rueda dentada *J* pueden moverse libremente en uno u otro sentido.

Como se comprende, una disposición de esta clase para poder realizar a cambio de marcha a mano es muy necesaria para el caso en que el distribuídor o cualquiera de los cilindros sufra una descompostura.

El servomotor lleva un dispositivo de seguridad en la maniobra a mano, que consiste en una uña *P* que endienta con la cremallera. Si el dispositivo es llevado ligeramente arriba por medio de la uña, la válvula de distribución abre ligeramente la introducción del vapor.

La uña o garra está provista de un contrapeso *Q*, de modo que si la máquina se regresa hacia la posición de atrás, inmediatamente hala la garra fuera de la cremallera.

El cilindro hidráulico se puede mantener cargado por medio del vapor condensado en el fondo de la caja de la válvula de distribución del cilindro de vapor, siendo empujada por el vapor a través de la válvula de retención *R* y conducida por un pequeño tubo de cobre, dispuesto como se ve en la figura, el cual desemboca en la parte inferior del cilindro *E*.

La maniobra de la máquina puede hacerse por medio de la palanca *S* la cual está conectada a dos correderas en el punto de apoyo de la palanca *T*. Esta palanca se prolonga hacia la derecha hasta *U* en que se acopla, por medio de una biela larga y delgada al vástago del distribuídor *V*. Un sector *W* está unido firmemen-

te a la palanca *TU*; deslizándose a lo largo de éste las correderas *X* las cuales son guiadas por el vástago de los émbolos.

La manera como se hace funcionar la máquina es como sigue: Cuando se mueve la palanca *S* hacia adelante, la palanca *TU*, que está ligada al sector *W* que se desliza en el block *X*, es obligada a descender; lo cual da lugar a que desciendan la biela y el vástago que guían al distribuidor *V*; ábrase entonces la canal alta de introducción y el vapor actúa sobre la cara superior del émbolo.

El émbolo avanza hacia abajo, arrastra consigo las guías *X*, obliga al extremo del sector *W* a moverse según la línea central del block y como el punto de apoyo *S* permanece estacionario debido a la fijeza de la palanca *S* el punto *U* de la palanca *TU* asciende arrastrando consigo a la biela y vástago del distribuidor que entonces pasa a ocupar su posición media deteniendo el funcionamiento del servomotor. La misma operación en sentido contrario se realizará cuando el movimiento de la palanca *S* se haga hacia atrás, pues entonces se producirá la introducción del vapor por la parte baja del cilindro lo que hará que el émbolo ascienda.

Al realizarse el funcionamiento de la máquina de la manera que acabamos de indicar, el agua contenida en el cilindro hidráulico, ejerce una acción completamente pasiva y solo sirve para reprimir, por decirlo así, la fuerza elástica del vapor merced a la resistencia que encuentra el agua para pasar de un lado a otro del émbolo *D* por el pequeño conducto que éste presenta; de esta manera, a medida que el agua es expulsada de arriba del émbolo, por ejemplo, penetra a la parte baja morigerando toda brusquedad en los movimientos.

P. V.

LA FUSION DE LOS CUERPOS EN LA MARINA

La Escuela Naval y la fusión—Norte América y Alemania

Traducido de la Revista Marítima Brasilera

El argumento más socorrido de nuestros anti-fusionistas—y aceptado hasta por algunos partidarios de la innovación—es la insuficiencia del curso de la Escuela Naval para la formación de oficiales para un cuerpo único.

Se puede considerar, hasta cierto punto, natural esa oposición a la nueva orientación de los programas de enseñanza de los cursos de Baptista das Neves, explicada, de un lado por el apego a la tradición y de otro por la verdadera revolución—aunque muy saludable—que se operó en la enseñanza naval, con el último Reglamento de la Escuela.

Pasamos, en orden a la enseñanza naval, por un salto brusco, del sistema latino a la orientación teuto-anglo-americana, dejando desorientados a muchos espectadores que no pudieron comprenderla o no están resueltos a modificar el juicio que, durante tantos años, se habituaron a formar de la instrucción técnica y profesional necesaria para la formación del oficial de marina moderno.

Durante decenas de años nos acostumbramos al teorismo de nuestras escuelas; a manera del "quod abundat non noscet", y de que el "saber no ocupa lugar". Se dió

un gran desarrollo al curso teórico de la Escuela Naval, pero de una teoría que se puede llamar *paisana*, dejando en el olvido los asuntos profesionales—si no todos, por lo menos aquellos cuyo estudio no era extrictamente indispensable. Se aumentaron las cátedras, siempre en el propósito de ampliar la base matemática y en ese afán, se fué perdiendo de vista el *fin exclusivo* de la existencia de una Escuela Naval—que es la formación de oficiales de marina—para pretender hacer ingenieros de los aspirantes. A consecuencia de ello, hace cerca de un año, muchos de nuestros oficiales optaron el grado de ingenieros geógrafos, en la Escuela Politécnica, mediante la presentación de los certificados de exámenes de la Escuela Naval, porque se reconoció que la base matemática, juzgada por los reglamentos de las dos escuelas era igual, tanto para los *futuros ingenieros* como para los *futuros oficiales de marina*.

Se practicaba de ese modo, entre nosotros, lo que sólo se hace en Francia todavía (un poco en Italia: manía latina), pero que fué rechazado *in limine* en Inglaterra, en los Estados Unidos y en Alemania, es decir, por *griegos* y *troyanos* en asuntos de unificación.

Y justamente las marinas de estos países son unánimemente consideradas como las tres primeras del mundo.

Verdad es que deben introducirse algunas modificaciones en el actual reglamento del curso de nuestros aspirantes, a las cuales, y en su oportunidad, ciertamente, prestará atención la Administración Naval. Pero tales alteraciones no deben afectar absolutamente a *las materias* de los programas de enseñanza, sino al *plan del curso*, al *modus docendi*, que deja que desear en algunos puntos, cuando se compara con el de las primeras potencias marítimas señaladas.

Empero, antes de mostrar cuales son esas pequeñas modificaciones que traerán real beneficio a la instrucción, entraremos en el punto principal de la debatida cuestión de la orientación del curso.

Por primera vez en el Brasil, el estudio de las materias accesorias se reglamentó de manera de no dejar du-

das sobre su naturaleza simplemente auxiliar de los asuntos técnicos. Las ciencias físicas y matemáticas, de acuerdo con la enseñanza en Inglaterra, EE. UU. y Alemania, fueron consideradas como simples instrumentos de la navegación, de la artillería, de los torpedos, de la electricidad, de las máquinas y del arte marinero en general.

Fué ése el gran golpe a la orientación gala que se había arraigado entre nosotros, y de allí provino la polvareda levantada en torno de la reforma de 1914.

Es difícil convencer, en nuestro medio, de que la matemática, la física y la química en general y, tambien, aunque en menor grado, la pirotecnia, la astronomía, la mecánica y la propia balística pura, *no son ya* más que *instrumentos* para el estudio de las máquinas, de la artillería, de los torpedos, de la navegación y de la maniobra,—que encierran los conocimientos de orden general que todo oficial subalterno debe poseer.

La Escuela Naval no está destinada a formar *especialistas*; estos tendrán posteriormente, aparte, el complemento de su instrucción.

Cuando el Sr. Almirante Alexandrino de Alencar, en 1913, tomó, para modelar, la pasta de la Marina, S. E., tras larga reflexión, se resolvió a llevar a efecto la actual reforma de la Escuela, adoptando el espíritu de las inglesa, norte-americana y alemana, aunque separándose un poco en la forma, aproximándose más sin embargo, al sistema americano.

Nos separamos de los Británicos por no haber adoptado su curso previo, haciendo resurgir el antiguo Colegio Naval. No fué posible seguir de cerca a los Tudescos, porque habría sido necesario ampliar la instrución mecánica de los aspirantes unificados. Los cursos de Annapolis fueron, con mucha razón, los que más fijaron nuestra atención.

El Teniente 2º. de la Marina de los EE. UU. es promovido a esa clase despues de cuatro años de estudios como el nuestro, habiendo estudiado, proximamente, las mismas materias, y debiendo tener estas, en general, el mismo desarrollo. La gran diferencia estriba en que en

Annapolis el régimen de la enseñanza ha alcanzado un grado extraordinario de progreso didáctico, estando las clases subdivididas en secciones, con compendios especiales, y recibiendo lecciones escritas de los instructores. Todos son obligados a estudiar, porque el instructor se ocupa de cada uno en su sección de ocho alumnos. Hay libros apropiados a la orientación de la enseñanza, escritos por los mismos profesores, pues a eso y a las apostillas están obligados por el reglamento y por la administración de la Escuela, en los cuales no se encuentra más de lo que es necesario y suficiente para el curso. Se da, en fin, el molde más práctico que es posible a los estudios, sin perjuicio de la parte teórica, en lo que tiene de indispensable.

Este régimen fué copiado por los alemanes para su Escuela de Mürwick (Roquefeuil—Evol. de la M. Americana, pag. 149).

El sistema de instrucción y el curso en general de los *midshipmen* norteamericanos recibieron los mayores elogios del gran profesor y educador inglés, Sr. Ewing, cuando fué especialmente nombrado, en 1904, por el Almirantazgo británico para estudiar la enseñanza en los Estados Unidos, en calidad de direcetor de la educación naval en Inglaterra, refiriéndose en su memoria, con los mayores encomios, a la educación, verdaderamente modelo, de Annapolis.

En su memoria al Almirantazgo, el Sr. Ewing, *director de la educación naval en Inglaterra*, refiriéndose a los cursos de Annapolis, dice:

"En conjunto, la educación de Annapolis es extraordinariamente extensa y completa. Cuando los oficiales dejan la Escuela Naval, están tan bien preparados para las funciones inherentes al sistema de alternabilidad de cargos que es inútil hacerlos seguir cursos ulteriores..... Sin embargo, el sistema de Annapolis no produce especialistas familiarizados con los menores detalles de una arma cualquiera, y este género de especialistas es absolutamente necesario" (Roquefeuil—Evol. de la M. Americana pag. 147).

Esto era dicho en 1904 por el gran educador inglés.

Hoy, existen esos cursos de especialización en Estados Unidos, *creados en seguida*, en 1905, asi como existen tambien entre nosotros.

Sin embargo, lo que nos sirve para la argumentación, en este momento, es el juicio que emitió, sobre el estudio en la Academia Naval norteamericana, el hombre ilustre a quien el Almirantazgo británico confió los planes y la dirección de la enseñanza de sus aspirantes, cuando se resolvió a adoptar la unificación.

Vamos a mostrar ahora la estrecha semejanza que existe entre la orientación de nuestra reforma de 1914 y la de la escuela norteamericana, en cuanto a la división del curso y a las materias enseñadas, para hacer resaltar la falta de fundamento de la gran mayoría de las críticas contrarias, en ese punto, a nuestro establecimiento similar.

Como afirmamos en el el último artículo, tanto en el Brasil como en los Estados Unidos, el Teniente 2o. es promovido a esta clase despues de 4 años de estudios; 3 como aspirante y uno como guardiamarina, entre nosotros, y como *midshipman* los 4 años, en Annapolis. *El curso es pues de igual duración*; y si los norteamericanos encuentran tiempo para dar a sus alumnos los conocimientos exigidos por los programas respectivos, *no existe la menor razón para decir que, entre nosotros, no hay el tiempo suficiente.*

Lo que nos falta es *hacer como allá* la enseñanza de las mismas materias; es, en suma, la orientación didáctica, es el régimen de los cursos, es adaptar la enseñanza a las nuevas exigencias de la reforma, penetrando en su espíritu. A esto, en parte debe proveer el Reglamento, *pero sobretodo al magisterio y a la administración de la Escuela* corresponde aprender el espíritu del reglamento y orientar los estudios de acuerdo con él.

No es aumentando cátedras y volviendo al teorismo de otros tiempos como conseguiremos mejorar el plan; es, al contrario, atendiendo a ese último punto, sobre el cual nunca se insistirá demasiado—e insistiremos siempre—y precisamente del que menos se habla.

Dicho sea en honor a la verdad que, en todas épocas, así como en la actual, ha habido asignaturas dictadas de modo conveniente, de acuerdo con los respectivos reglamentos; otras sensiblemente, caen flagrantemente en la impropiedad que acabamos de señalar.

Precisa, en primer lugar, que los programas estén de acuerdo con el reglamento; después, que ellos sean cumplidos; tercero, finalmente, que se dicten las materias que abarcan de la manera más provechosa al alumno.

Orientado en esa forma el curso de Baptista das Neves, sin duda quedará perfectamente a la altura del que se sigue en Annapolis, *lo que, en gran parte, ya se consigue hoy.*

Entre nosotros hay, aún, más ventaja de tiempo que en los Estados Unidos, porque, para tener plaza de aspirante en el Brasil, *el candidato necesita mayor caudal de conocimientos que en Washington.*

De hecho, allá, el estudio del Algebra es *enteramente hecho* en la Escuela Naval, y aquí, para la admisión, se le exige hasta ecuaciones de primer grado, inclusive; allá el alumno tiene clases de inglés, francés y español, no sólo de tecnología, sino enseñanza completa, vocabulario y gramática de esas lenguas, mientras que entre nosotros el examen completo de portugués, francés, inglés o alemán hace parte de la admisión estudiándose en la Escuela solamente la tecnología marítima; en los Estados Unidos se enseña historia en la Academia Naval; aquí se la exige para la matrícula.

Por lo expuesto se ve que el curso de Annapolis está todavía recargado por materias que entre nosotros hacen parte de la admisión y no preocupan más a los aspirantes. Esto refuerza más nuestro argumento, de que es perfectamente factible la enseñanza en cuatro años, según lo establece la reforma de 1914, y que, puesto que el día tiene en todas partes las mismas veinticuatro horas, no es insuficiente el tiempo disponible.

La distribución de las materias, para los distintos años, se hace del siguiente modo:

ANNAPOLIS	BRASIL
1er. año	1er. año
Dibujo de máquinas; algebra, geometría y trigonometría [rectilínea y esférica]; inglés, francés y español; instrucción práctica de marinería, artillería, tiro al blanco, táctica de infantería, artillería de campaña; ejercicios de sable, botes a vela y remo, natación, gimnasia y baile.	Algebra [a partir de ecuaciones de 2o. grado], geometría y trigonometría [rectilínea]; calderas [precedidas de nociones de resistencia de materiales, de termodinámica y de estudio de combustibles]; física experimental y sus aplicaciones a la marina; marinería; dibujo lineal; tecnología naval francesa; ejercicios de esgrima [sable, florete y bayoneta], artillería, embarcaciones, natación, gimnasia e infantería.
2o. año	2o. año
Dibujo de máquinas; máquinas marinas; cálculo y analítica; cálculo aplicado; proyecciones estereográficas; física y química; máquinas eléctricas; instrucción práctica y ejercicios como en el 1er año.	Dibujo de máquinas; máquinas y propulsores; cálculo y analítica; topografía y levantamientos [precedida de nociones de descriptiva]; química elemental, pólvoras y explosivos; marinería, tecnología inglesa o alemana; ejercicios como el 1er año.

Antes de pasar al 3er año, debemos hacer notar lo siguiente: El año escolar, en la Escuela, *es de ocho meses, tanto aquí como en los Estados Unidos*, embarcándose los alumnos, en las vacaciones, del mismo modo. El dibujo de máquinas del 1er año, en Annapolis, está precedido por el dibujo lineal, que ocupa casi todo el año; solamente en el 2o. año es verdaderamente de máquinas, como entre noso-

tros. Los tiempos de clases y ejercicios diarios son proximamente los mismos, salvo las modificaciones naturales de la diferencia de horas de comidas.

Prosiguiendo la comparación de los cursos de nuestra Escuela Naval y la de Annapolis veremos el 3er año.

ANNAPOLIS	BRASIL
3er año	3er año
Navegación precedida de astronomía; máquinas marinas; mecánica racional y aplicada; máquinas eléctricas; marinería; artillería acompañada de nociones de balística; instrucción práctica y ejercicios de artillería, tiro, esgrima, infantería, embarcaciones, máquinas.	Navegación, precedida de trigonometría esférica y astronomía; máquinas marinas [incluyendo turbinas, eléctricas, hidráulicas, de aire comprimido y petróleo]; electricidad y sus aplicaciones a la marina (incluyendo instalaciones y radiotelegrafía); marinería; torpedos y artillería, precedida de nociones de balística; tecnología inglesa o alemana; nociones de historia natural y fisiología del cuerpo humano. Ejercicios como en el año anterior.
4o. año	4o. año
Navegación; máquinas marinas; construcción naval; material de máquinas y proyectos; máquinas eléctricas; marinería; derecho internacional y legislación militar; artillería; francés y español; fisiología e higiene; ejercicios prácticos como en los años anteriores.	Navegación; máquinas; electricidad; artillería y torpedos; hidrografía y levantamientos; marinería; legislación y administración naval.

Como claramente se vé, por la detallada enumera-

ción de los cursos, que acabamos de hacer, no se puede, absolutamente concluir que nuestra Escuela Naval suministre menor dosis de conocimientos a sus alumnos, que su similar norteamericana, salvo pequeñas particularidades como, por ejemplo: nociones de táctica naval y estrategia, que en los Estados Unidos se estudian en la marinería, y construcción naval (nociones), materias que, entre nosotros, han sido retiradas, en su forma elemental, del estudio de los aspirantes, para constituir reflexiones de más peso en la Escuela Naval de Guerra. Los cursos son, por consiguiente, perfectamente equivalentes.

Nuestros programas de máquinas, tanto a vapor como eléctricas, hidráulicas, de aire comprimido y petróleo, así como el de generadores, no tienen nada que envidiar a los norteamericanos; más aún, entre nosotros abarcan los cuatro años del curso, mientras que allá no son tratadas más que en los tres últimos, porque el primer año de Annapolis está recargado por los idiomas y el Algebra completa (elemental), como ya hemos explicado.

El punto que deseamos recalcar es precisamente este: *el tiempo para la enseñanza de los mismos asuntos es el mismo.* No hay, por consiguiente, la menor razón para la tan decantada "sobrecarga de los cursos de Baptista das Neves", que no daría tiempo, ni a los catedráticos para enseñar, ni a los alumnos para aprender. Nuestro magisterio naval es el que debe evolucionar tambien, y adaptarse a las nuevas exigencias de la enseñanza, olvidándose de las digresiones y especulaciones matemáticas permitidas por los reglamentos anteriores, para cuidar únicamente de lo absolutamente necesario, porque el tiempo debe ser, por forzosidad, el extrictamente suficiente.

Antiguamente se podía perder tiempo, clases y más clases, en integrar ecuaciones de la trayectoria, especular las fórmulas y discutirlas sin el menor alcance práctico; se podía llegar a deducir un sinnúmero de fórmulas de trigonometría esférica, y enseñar a florear derrotas con los mil y un sistemas *chinos y japoneses* de encontrar el punto en la mar.....

Nada de eso tiene cabida hoy; se ha hecho incompatible con los programas actuales.

De ningún modo necesitamos dividir cátedras y volver a los programas superfluos de otras épocas. Lo que necesitamos es orientar convenientemente la enseñanza. Para ello, señalaremos algunas medidas que, incuestionablemente, conducirían a ese fin, por que son expresión de lo que, más o menos, se hace en Alemania, Inglaterra y América del Norte.

Cada clase o asignatura debería tener un profesor o catedrático auxiliado por más de un repetidor o instructor, variando el número de estos auxiliares conforme al de alumnos del año; lo mismo sucedería para los trabajos de taller.

Las promociones de los diferentes años del curso deberían dividirse en secciones de, próximamente, 10 alumnos cada una.

Las clases de los catedráticos deberían ser en número menor que las de los instructores; los primeros enseñarían a la promoción reunida y los últimos, a una sección cada uno, distribuyéndose en los programas la parte que cada cual debe enseñar.

Entre una clase y otra—bien se trate del profesor o del instructor—los alumnos recibirían escrita la lección correspondiente; la estudiarían y, después de las explicaciones y exposición del docente, serían interrogados, en el mayor número posible, en cada clase.

En cada asignatura el profesor indicaría a los instructores la orientación didáctica que deben seguir y el modo de redactar las apostillas que, sometidas a su revisión, serían aprobadas o alteradas de manera de mantener la perfecta unidad y la buena orientación de la enseñanza.

Las apostillas, escritas a máquina y repartidas una a cada aspirante, deberían contener todo lo que abarca la asignatura, en tantas lecciones como permitiese el horario del año escolar, dejando un pequeño márgen para los imprevistos

Los trabajos de taller, igualmente, se practicarían

por las promociones subdivididas en secciones, cada una a cargo de un instructor u oficial de mar, entendido en la materia, verdadero operario práctico.

Finalmente, antes de emprender, los Guardiamarinas, su tradicional viaje en el vetusto "Benjamín", deberían embarcar durante unos tres meses en los acorazados, aunque sea en el puerto, *guiados por los instructores* especialmente nombrados, estudiando máquinas (motoras), generadores, toda clase de auxiliares, artillería e instalaciones eléctricas.

Es un error lamentable pensar que sólo se aprende máquinas cuando el buque está en movimiento; al contrario, hay un sinnúmero de cosas que sólo viendo, tocando y desmontando se pueden comprender, necesitándose, por tanto, para estudiarlas, que el buque esté parado.

El "Benjamín Constant", con sus instalaciones anticuadas, sólo proporciona, además del *pié marino*, la práctica de navegación y de hidrografía y un poco, muy poco, de funcionamiento de máquinas.

Pero en la forma indicada se podría conciliar las cosas de manera satisfactoria.

Se ha empleado como argumento, con el fin de sembrar la duda sobre la utilidad real e inaplazable de la fusión en nuestra marina, la corriente oficial antifusionista de Alemania.

En primer lugar, lo que nosotros tenemos es muy diferente de lo que allí existe; nuestro nefasto dualismo es, para decirlo de una vez, *sui generis* en materia de organización. Después, es un absurdo querer comparar con la aristocrática Germania, democracias como la nuestra, la norteamericana o la inglesa, donde el sobrino del zapatero llega a Primer Ministro del Reino.

La organización de los cuerpos de la Marina tudesca es hija de sus principios sociales y de las preocupaciones

de clases, cimentadas por un militarismo estrecho que caracteriza la mentalidad germana.

Tanto los inferiores como los oficiales maquinistas provienen de clases sociales muy diferentes de la de los oficiales náuticos; a estos pertenece el privilegio de la indiscutible autoridad militar.

Los maquinistas terminan en buena cuenta su carrera como Tenientes Primeros, jefes de máquinas de los grandes buques; rarísimos ascienden a Capitanes de Corbeta o Fragata, cuyo número es limitadísimo. Son especialistas competentes, de gran destreza práctica; el cuerpo de oficiales es, por eso, muy limitado. En las unidades de mayor porte cerca de media docena solamente; los mecánicos y los maquinistas auxiliares, inferiores en fin, existen en número considerable, no solamente para la conducción y conservación de los motores y generadores del buque y de sus mecanismos accesorios, sino también para el servicio de todas las demás máquinas auxiliares de a bordo.

El futuro oficial de máquinas, al ser admitido y después de un curso ligero, tiene la graduación de *inferior*, y sólo después de 9 años de servicios va al oficialato. Percibe mayores emolumentos que los de cubierta, pero tiene alojamiento y rancho aparte. Durante esos nueve años, en el período pasado a bordo, es un verdadero conductor de máquinas; sólo después, de oficial, desempeña funciones de jefe de cargo.

Los inferiores y mecánicos que sirven en las auxiliares de las diversas especialidades de cubierta quedan bajo la inmediata autoridad del jefe de esos cargos, oficial combatiente, sujetos militarmente a él, y encargados de la parte mecánica.

No son—como entre nosotros—auxiliares del jefe de máquinas, sino del jefe del cargo, artillería, torpedos, ect.

Así han realizado los alemanes la unidad de dirección de los diferentes cargos de a bordo, de modo muy diferente al que ingleses y norteamericanos han juzgado necesario. Es que, mientras los primeros, basados en el prestigio militar, exoneraron a sus oficiales de una instrucción me-

cánica más intensa, estos últimos la tuvieron como indispensable, por que repugnaba a su índole el mandonismo autoritario de la incompetencia, escudado en el militarismo y en la diferencia de clase social.

El sistema teutón presenta ecxelentes resultados en su país; sería ridículo, sin embargo, intentar aplicarlo en Inglaterra, en Estados Unidos o entre nosotros.

Viene de molde citar una autoridad indiscutible en el asunto, el ilustre Sr. Comandante Brito e Cunha, distinguido profesor de "Administración y Organización Naval" de nuestra Escuela Naval de Guerra, oficial brillante, que se ha dedicado a esos estudios y que era secretario de S. E. el Sr. Ministro de Marina, cuando en comisión en Europa, hace cuatro años, fué a apreciar de cerca los progresos del Viejo Mundo en materia de organización, precisamente.

En su magnífica tesis de concurso a la cátedra que ocupa en nuestro más elevado plantel de instrucción marítima militar, escribió, con la rara competencia que lo caracteriza en nuestro medio:

"En Alemania se cree que la diferencia de clases es el verdadero cimiento para cualquier organización social; que el oficial de marina debe ser escogido en aquella clase que por sus antecedentes jerárquicos revela la tendencia para el mando, para el autoritarismo militar. El maquinista, debe surgir de las esferas medias del pueblo, porque la experiencia prueba que los jóvenes salidos de éllas, llegan a ser excelentes maquinistas, que el largo aprendizage práctico es la esencia del problema, que debe ponerse el mayor cuidado en combatir los esfuerzos tendientes a disminuír el período de servicios necesario a la formación de un verdadero maquinista.

Por eso, al estudiar el sistema en vigencia en ese país, se hace indispensable considerar bien la profunda diferencia que existe entre sus características sociales y las de la gran democracia monárquica que es Inglaterra, o las de la grandiosa república que es Norte América.

En Alemania, cuando la mecánica invadió el buque de guerra, el oficial de marina, en vez de enfrentar la lu-

cha científica que le fué ofrecida por la marcha del progreso anglo-americano, prefirió limitarse a un pequeño círculo de atribuciones técnicas.

El maquinista se desdobló en electricista y hasta en torpedista, *en tanto que los oficiales ingleses llamaban hacia sí las instalaciones eléctricas y los torpedos.*

No es difícil deducir entonces la colosal importancia técnica del maquinista alemán y el superficial estudio mecánico del oficial de marina.

No dudamos del éxito del sistema. Pero sabemos bien que el escudo que lo proteje reside en la gran ascendencia militar del ramo ejecutivo, apoyado por la tradición, por el hábito arraigado de la jerarquía absoluta e indiscutible, por la influencia directa que el Emperador ejerce con firmeza e inteligencia. Estas influencias coercitivas son las únicas que, en el estado actual de la cultura humana, pueden posponer la fuerza del raciocinio positivo. Las democracias sólo se inclinan ante la lógica racional.

Si el oficial de marina fuere un ignorante del buque que gobierna o no se cercare del prestigio de una carrera de trabajo, no serán el argumento de la espada privilegiada o el de las auras de la nobleza los que lo libren del ridículo de un autoritarismo incompetente.

Si las máquinas y las calderas constituyesen la sóla representación mecánica del buque, tal vez aceptaríamos la dualidad de cuerpos técnicos; hoy sin embargo, la mecánica es el conjunto de las máquinas motoras, de las calderas, de las auxiliares, de las innumerables aplicaciones de la electricidad, de las complicadas torres, de las compresoras de aire, de las de refrigeración, de las de torpedos etc.

Ahora bien, siendo el oficial un aislado y no existiendo el prestigio de las castas y el brazo de un Kaiser, naufragará forzosamente la disciplina; no la disciplina de las apariencias, sinó la de la realidad, la disciplina de la sinceridad profesional, inmensamente más fecunda".

En cuanto a la Escuela Naval alemana formando solamente oficiales náuticos, puede compararse a nuestro

plantel similar, prescindiendo, en nuestro curso, de la parte dedicada a las máquinas.

Compararemos, pues, los cursos náuticos en el Brasil y en Alemania.

Las fuentes de que nos vamos a servir son las siguientes:

Un estudio de la "Revista General de Marina" sobre la instrucción naval germana, aparecido en el número de Noviembre de 1911 de esa importante publicación técnica; el libro del Sr. Comandante Léonce Abeille, profesor de la Escuela Superior de Marina en Francia, titulado "Marine francaise et marines etrangéres"; un volumen completo sobre "El poder naval alemán", de los Srs. Henry Castle y Archibald Hurd, este último, conocido escritor naval y colaborador de importantes periódicos ingleses. Finalmente, tenemos como fuentes de información más recientes, sobre el asunto, la memoria de la comisión desempeñada en Europa por el Sr. Almirante Alexandrino de Alencar y la exelente tesis de concurso del Sr. Brito e Cunha.

Para ser aspirante alemán debe darse examen de las materias siguientes:

Aritmética, álgebra, geometría plana y del espacio, trigonometría rectilínea, rudimentos de física, francés e inglés [lectura y traducción].

Son dispensados del examen los que presentan el certificado de bachiller.

Durante el primer año, los *seekadetten* hacen un curso de infantería y ejercicios de seis meses y embarcan en los cruceros a vaqor [relativamente modernos] al servicio de la Escuela. Allí reciben lecciones prácticas sobre las cosas de a bordo, en todos los ramos.

El 2o. año se hace en tierra, en la Escuela de Mürwik, y los cadetes aprobados en el 1er. año siguen este curso como *fahnrich zur see*, recibiendo instrucción técnica, teórica y práctica. Cuando tienen éxito en los exámenes, pasan a las escuelas profesionales de artillería y torpedos, empleando tres meses en la primera en Sonderburg, y dos en la segunda [a bordo]; van en seguida, por un mes, a los

batallones de infantería y son, finalmente embarcados en la escuadra.

Hasta ese momento han tenido, por consiguiente, seis meses de instrucción militar de infantería, y dos años solamente de estudios náuticos.

Durante un año, después de ese tiempo de treintaiun meses, quedan embarcados, tomando parte en las maniobras, como período de aplicación, siendo promovidos a *leutnants zur see*, después de los exámenes finales y clasificados en orden de puntos en el cuadro de oficiales.

Durante el primer año—dice la "Revista General de Marina"—además del estudio *puramente descriptivo* de máquinas y artillería, los aspirantes estudian francés, inglés, manejo del cañón y tiro al blanco, nociones prácticas de navegación y maniobra, y hacen guardias en cubierta y en la máquina.

En el 2º. año estudian las materias siguientes:

Navegación y maniobra	6	veces	por	semana
Artillería e hidráulica	2	,,	,,	,,
Máquinas	3	,,	,,	,,
Organización de servicios	2	,,	,,	,,
Construcción	2	,,	,,	,,
Matemáticas	2	,,	,,	,,
Ciencias naturales	2	,,	,,	,,
Electrotecnia	2	,,	,,	,,
Inglés	2	,,	,,	,,
Francés	2	,,	,,	,,
Minas (en verano)	1	,,	,,	,,
Táctica de infantería y fortificación (en invierno)	1	,,	,,	,,
Dibujo e idiomas—facultativo				

Además de estas clases, por las tardes, tienen las siguientes:

Verano: maniobra, 2 clases de 2 horas por semana; gimnasia, 1 hora; fortificación, 1 hora; señales, 1 hora; máquinas, una clase de 2 horas por mes; navegación, siete clases de 2 horas, en todo el período.

Invierno: artillería, seis clases de 2 horas; construcción, 6 horas; gimnasia, 1 hora; fortificación, 1 hora; señales, 1 hora; baile, 1 hora; equitación, 1 hora.

Así pues, el período de *instrucción fundamental* del aspirante alemán es, en cuanto al curso náutico, de *dos años*, de los cuales seis meses son de aprendizaje *puramente prático y material*, un año de estudios teóricos y prácticos de generalidades, y los seis meses restantes de estudios completos de artillería, torpedos e infantería. El 3er. año es de *aplicación* a bordo, como una revisión de los asuntos puramente técnicos, de los reglamentos, de la práctica del *métier* en fin.

Si consideramos que, en la parte náutica, nuestro 4o. año es equivalente al 3o. en Alemania, y también que los primeros seis meses del *seekadetten*, pasados a bordo para instrucción elemental, pueden compararse a los períodos de embarque para la instrucción práctica de los aspirantes en el Brasil, al final de los años 1o. 2o. y 3o., se puede perfectamente hacer una comparación entre el 2o. año alemán, (escuela de Mürwik) y nuestro período escolar de Baptista das Neves, en cuanto a la parte accesoria y náutica profesional y técnica.

El alumno de la Escuela Naval estudia aquí en el 1er. año, en la 1a. asignatura: álgebra (a partir de las ecuaciones de 2o. grado, inclusive), geometría (completa) y trigonometría rectilínea. Estas materias ocupan 6 horas por semana, o sea, cerca de 180 clases en el trascurso del año escolar.

En Alemania, la asignatura correspondiente—matemáticas—comprende: aritmética, álgebra, geometría, trigonometría y analítica. De estas materias, las tres primeras y la trigonometría *rectilínea* son familiares a los aspirantes, puesto que, para la admisión, dan examen de éllas (aunque en forma elemental); la trigonometría esférica con sus aplicaciones y la analítica, son asuntos completamente nuevos.

Tal es la única *base matemática* del oficial de marina alemán—*de la cual está excluído el cálculo diferencial e*

condensada en un opúsculo de 80 páginas; que la cosmografía, la navegación, la meteorología, la oceanografía podían tratarse en un libro de 280 páginas, con tal que en él sólo exista lo *necesario y suficiente*.....

Y así lo demás.

Aquí no tenemos los compendios que hay en los países adelantados, sobre todo en Inglaterra, Estados Unidos y Alemania, y esto constituye una gran laguna de nuestra enseñanza. Sería muy conveniente que el Gobierno abriese un concurso, otorgando premios a los autores de los trabajos escogidos para texto de los alumnos, mas es indispensable, antes que todo, que las personas que juzguen esos trabajos estén perfectamente compenetradas del verdadero espíritu de la enseñanza moderna, procurando la experiencia de los pueblos más adelantados, estudiando la evolución de la enseñanza en los principales países, y poniendo de lado el exclusivismo de sus puntos de vista, inclinados a una orientación errónea aunque tradicional entre nosotros.

En la conocida publicación técnica española, a que hemos hecho referencia, la "Revista General de Marina", de Noviembre de 1911, los Srs. Comandantes D. Augusto Miranda y D. Manuel Andújar, escribiendo sobre la instrucción naval teutónica, se expresan así, después de detallar las materias enseñadas en Mürwik:

"Los libros para la enseñanza de esas materias son absolutamente elementales. El de matemáticas comprende aritmética, álgebra, geometría y trigonometría. Es una obra de 450 páginas, para cuyo estudio es suficiente el estudio de las cuatro operaciones con números enteros. Las teorías de la aritmética y del álgebra están comprendidas en las 88 primeras páginas [nuestra aritmética de Salmias tiene 306]; las de geometría plana con numerosas aplicaciones a la navegación, en las 100 páginas siguientes. La trigonometría se estudia en toda su extensión; esta ciencia, junto con los principios de geometría en el espacio, indispensables para comprender todo lo que se refiere a la esfera, con aplicación a la cosmografía

y a la navegación astronómica [triángulo de posición], ocupa el resto del libro.

El oficial alemán no estudia cálculo. La geometría analítica es un folleto de 80 páginas, en el que se estudia con detenimiento la parábola y ligeramente las otras curvas de 2o. grado. Este libro cierra los estudios matemáticos".

"En cuanto a las *ciencias naturales*—que ya vimos que sólo se estudian dos veces por semana, durante un año, dicen los autores:—todo cuanto a éllas se refiere está contenido en un pequeño volumen de 94 páginas, dedicadas a la exposición de los principios más elementales de *mecánica, calor, luz, magnetismo, electricidad y química.*

Las obras sobre ciencias aplicadas no son mucho más extensas que ésta. La *cosmografía*, la *navegación*, la *meteorología*, la *oceanografía* y la *hidrografía* están contenidas en un libro de 280 páginas".

Es de notar ahora la parte referente a artillería:

"*La obra más extensa es la de artillería* que está dividida en tres partes; la primera es la descripción del material *moderno* usado en la marina alemana; la segunda de 150 páginas, contiene el estudio bastante *completo* y muy *práctico* de la balística exterior y *dirección del tiro* en los buques; la tercera de 90 páginas, es un tratado muy *elemental*, de balística interna, pólvora y municiones.

Terminados esos estudios, pasan los alumnos a la Escuela de Artillería de Sonderburg, donde se dedican *exclusivamente, durante tres meses*, a practicar la teoría; una vez aprobados, pasan a la Escuela de Torpedos, en un buque especial, permaneciendo allí dos meses".

Después de estos estudios, el oficial es promovido a 2o. Teniente, pero no está todavía *especializado*, ni en artillería ni en torpedos.

Por la traducción

Víctor Escudero.

Teniente 1o.

Breves apuntes sobre Termodinámica

Por el Ingeniero Inspector Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

Se ve pues, que hemos admitido por hipótesis $dt = dT$, cosa que podíamos haber obtenido mediante la ecuación

$$pv = RT$$

en el supuesto primeramente que p era constante y luego de que v pasaba a tener idéntica condición siendo p la variable.

Ahora, la variación total de calor dQ será la suma de las variaciones realizadas a volumen y a presión constante.

Es decir, que si para una elevación de temperatura dT el volumen específico varía dv y al mismo tiempo se realiza que la presión varía dp, la cantidad de calor dQ cedida a los cuerpos que hallan en contacto del gas, será con diferencias infinitamente pequeñas, igual a la suma de las variaciones de calor en los dos casos que antes hemos considerado, de modo que se tendrá

$$dQ = \frac{C\,p\,dv}{R} + \frac{c\,v\,dp}{R} \qquad (1)$$

Debiendo notarse además, que si tanto C como c llegan a ser funciones cualquieras de p y de v, la cantidad de calor dQ no será una diferencial exacta.

La ecuación que acabamos de establecer puede transformarse y ser escrita bajo otras formas. En efecto, si tomamos la ecuación diferencial

$$R\,dT = v\,dp + p\,dv$$

despejando $v\,dp$ se tiene:

$$v\,dp = R\,dt - p\,dv$$

sustituyendo este valor en la ecuación (1) ésta se transforma en

$$dQ = \frac{C\,p\,dv}{R} + \frac{c\,(R\,dT - p\,dv)}{R}$$

que se puede escribir, sacando $p\,dv$ como factor común en los términos en que se encuentra, en la forma

$$dQ = c.\,dT + \frac{C-c}{R}\,p\,dv \qquad (2)$$

Por otra parte, $p\,dv$ en la ecuación diferencial antes dicha tiene como valor:

$$p\,dv = R.\,dT - v\,dp$$

el cual sustituído en la ecuación (1) nos dá

$$dQ = \frac{C\,(R\,dT - v\,dp)}{R} + \frac{c\,v\,dp}{R}$$

y sacando $v\,dp$ como factor común en los términos en que se halla se tiene:

$$dQ = C\,dT - \frac{C-c}{R}\,v\,dp \qquad (3)$$

Estas tres ecuaciones que hemos establecido para expresar el valor de la variación de calor dQ, y que corresponden al calor absorvido en una transformación cualquiera de un gas, son importantes y dignas de que las recordemos en el estudio que estamos haciendo.

Así, la ecuación (2) nos indica que una variación de calor, es decir un aumento de calor dQ que experimente un gas, sirve para producir en él una variación de temperatura y además, una variación de volumen que se utiliza entonces, o más claro aún, que realiza un trabajo externo.

Ya hemos visto, que al comunicarle una cantidad de calor a un cuerpo, una cierta parte se emplea en elevar su temperatura, la cual corresponde al calor sensible; otra segunda parte es absorvida por el cuerpo para realizar un *trabajo interno* que se gasta en modificar las fuerzas moleculares de agregación; viniendo ambas partes, como sabemos, a constituír la *energía interna*. En fin, el resto de la energía suministrada provoca un aumento de volumen del cuerpo considerado, aumento que es susceptible de ser empleado útilmente, constituyendo ésta parte el *trabajo externo*.

En el caso de los gases perfectos, las fuerzas de agregación son nulas, por consiguiente no existe trabajo interno, y la energía interna entonces está constituída por el calor sensible, que está expresada en la ecuación (2) por el primer término del segundo miembro; mientras que el segundo término traduce la dilatación de la masa.

La ecuación que hemos establecido nos permite pues, calcular la cantidad de calor necesaria para hacer pasar un gas de un estado inicial $p_0\ v_0\ t_0$ a un estado final $p.\ v.\ t.$ naturalmente siempre que conozcamos la ley que el gas ha seguido en su evolución.

Los modos como puede realizarse esa evolución pueden ser muy distintos, y dependen únicamente de la relación $f(v,p)$ que enlaza los volúmenes y las presiones, la cual puede variar hasta el infinito.

Si se conoce la cantidad de calor transformado se conocerá el trabajo, pues no habrá entonces sino multiplicar el valor de Q por el equivalente E.

Cuando un gas evoluciona siguiendo un ciclo MN, como indica la fig. 6, su volumen tiene un valor v_0 para el cual la presión llega a ser $v_0 M$. Si ahora consideramos un aumento infinitamente pequeño de volumen, cuando la presión tiene un valor p, ya hemos visto que, el trabajo externo tendrá por valor $p.\ dv$, y para la evolución total realizada por el gas desde M hasta N, el trabajo será $\int_M^N p\ dv$ y estará representado por el área del cuadrilátero Mv_0Nv. Pudiéndose entonces observar que este trabajo exterior es función de la curva correspondiente a la evolución, es decir, de la manera como esta se ha realizado, puesto que la superficie del cuadrilátero varía con la forma que tome la curva; de ahí la importancia de la ecuación que hemos hallado como expresión de la variación de calor que se realiza en una evolución.

19.—Determinación del valor de E por medio de los calores específicos de los gases; lo que permite también enunciar el principio de Mayer.—Ya hemos visto que la cantidad de calor absorvida por unidad de peso de un cuerpo en una transformación cualquiera puede estar dada por la ecuación

$$dQ = c\ dT + \frac{C-c}{R}\ p\ dv$$

y por otra parte que el trabajo exterior

$$d\tilde{e} = \int p\ dv$$

Si ahora comparamos estas dos ecuaciones de modo de encontrar la relación existente entre el trabajo exterior producido y el calor gastado; supondremos, por lo tanto, que el gas considerado obedece a las leyes de Mariote y de Gay Lussac, y además, que todo el calor trasmitido sea transformado en ese trabajo exterior: tendremos que admitir que la temperatura del gas permanece constante porque de lo contrario una cierta cantidad de calor se emplearía en elevar la temperatura del fluído.

Antes de hacer la comparación, puesto que admitimos que T es constante, se tendrá que $dT = 0$ y por lo tanto

$$dQ = \frac{C-c}{R}\, p\, dv$$

y comparando

$$dQ = \frac{C-c}{R}\, d\tilde{v}$$

Integrando la ecuación se tiene

$$Q = \frac{C-c}{R}\, \tilde{v}$$

lo que permite escribir

$$\frac{Q}{\tilde{v}} = \frac{C-c}{R}$$

Debe observarse que el segundo miembro de esta ecuación que hemos admitido que es completamente exacta, es una constante, puesto que C es el calor específico a presión constante, c, lo es a volumen constante, y R, que es la constante específica del gas estudiado puede ser determinada con la más grande precisión.

Por lo tanto, se puede escribir

$$\frac{C-c}{R} = A$$

de donde resulta que

$$\frac{Q}{\tilde{v}} = A \qquad (4)$$

Es decir, que suponiendo que un gas no experimente ninguna variación de energía interna cuando su volumen varía, la relación entre la cantidad de calor gastada y la cantidad de trabajo producida será una cantidad A constante.

Considerando inversamente la expresión anterior se tiene:

$$\frac{\tilde{c}}{Q} = \frac{1}{A} = E$$

En este caso el conocimiento de los calores específicos nos conduce a determinar el valor E que es el *equivalente mecánico del calor*, el cual, como ya hemos dicho, se sabe por las experiencias de Joule, Hirn, etc, que tiene por valor 425 kilogrametros. Mayer, en su época, debido a la imperfección de los medios de que disponía encontró que $E = 367$ kilogrametros.

Cuando se trata de hallar el valor de A, puesto que éste es inverso de E se tiene:

$$A = \frac{1}{E} = \frac{1}{425} = 0.0023585 \text{ caloría}$$

Lo que nos hace ver que un kilogrametro exige 0.0023585 calorías. La expresión de que nos venimos ocupando nos dice entonces, que cada vez que el calor actúa en un cuerpo, *da lugar a un trabajo mecánico, y que la cantidad de calor desaparecida es proporcional al trabajo realizado*, expresión que no viene a ser sino el enunciado de la ley de Mayer que es la primera ley de termodinámica que ya conocemos. De la misma manera se tiene inversamente, *cada vez que se realiza un trabajo mecánico, debe aparecer una cantidad de calor, siendo esta cantidad de calor proporcional al trabajo mecánico que se ha efectuado*. El examen de la ecuación nos hace ver que la naturaleza del cuerpo sometido a la acción del calor o a la acción mecánica no tiene nada que ver con la relación que entonces existe entre el trabajo producido o absorvido y el calor consumido o producido, que será siempre constante.

Valiéndonos del cálculo, podemos deducir el equivalente mecánico del calor, por medio de la fórmula precedente.

El calor específico C es dado por las experiencias de Regnault y tiene por valor para el aire 0.23741; en cuanto a c, calor específico a volumen constante no puede ser medido directamente su valor y se deduce de la relación $\frac{C}{c} = \gamma$ de los dos calores específicos; que para los gases que hemos llamado perfectos es 1'41.

De esta manera se tiene:

$$c = \frac{C}{\gamma} = \frac{U}{1.71} = 0.1684$$

y como hemos hallado

$$E = \frac{1}{A}$$

se tendrá

$$E = \frac{R}{C-c}$$

y como la constante específica es $R = 29.272$ para el aire, el valor de E será

$$E = \frac{R}{C-c} = \frac{29.272}{0.0691} = 424 \text{ Kilogrametros aprox.}$$

y el de A

$$A = \frac{1}{424} = 0.0023585$$

20.—Calor absorvido en una transformación a volumen constante.—Se puede con la ayuda de la ecuación (2) que hemos establecido precedentemente averiguar el valor de la cantidad Q de calor que se absorve a volumen constante.

Puesto que la ecuación es

$$dQ = c\,dT + \frac{C-c}{R}\,p\,dv$$

y en este caso $dv = 0$, la ecuación se transforma en

$$dQ = c\,dT$$

de donde, integrando entre los límites T y T_0, resulta

$$Q = c\,(T - T_0) \qquad (5)$$

T_o y T son las temperaturas límites entre las cuales se realiza la evolución.

Por otra parte, en la ecuación que dá el estado de un gas, se tiene para los estados cuyas temperaturas son T y T_o, siendo el volumen constante,

$$p_o\, v_o = RT_o \qquad \text{y} \qquad p\, v_o = RT$$

de donde se deduce

$$T_o = \frac{p_o\, v_o}{R} \qquad T = \frac{p\, v_o}{R}$$

y reemplazando estos valores en la ecuación (5) se tiene:

$$Q = \frac{c\, v_o}{R}\,(p - p_o) \qquad (6)$$

Si ahora referimos los valores de Q al sistema de coordenadas *volumen-presión*, como v es constante, la línea representativa de la ecuación será una paralela al eje de las x.

También puede establecerse la línea representativa de la evolución a volumen constante refiriendo a un sistema de coordenadas presión-temperatura la ecuación $\frac{p_1}{p_o} = \frac{T_1}{T_o}$, de donde, para el valor p_1, se tiene:

$$p_1 = \frac{p_o}{T_o}\, T_1\,;$$

pero la relación $\frac{p_o}{T_o}$ sería la relación entre dos catetos del triángulo rectángulo que resulta lo que nos dará $tg\ \alpha$; luego la línea térmica correspondiente estará dada por una recta que partiendo del origen esté inclinada haciendo con el eje de las T un ángulo α.

21.—Calor absorvido en una transformación a presión constante.—Si ahora consideramos la ecuación (3) que antes hemos establecido o sea:

$$dQ = C\, dT - \frac{C - c}{R}\, v\, dp$$

como p es constante, se tendrá $dp = 0$ y la ecuación diferencial se convierte en

$$dQ = C\,dT$$

la cual al ser integrada entre los límites T_o y T, nos dá

$$Q = C\,(T - T_o) \qquad (7)$$

Esta ecuación admite también ser transformada, para lo cual se tendrá en cuenta que

$$p\,v_o = RT_o \qquad \text{y} \qquad p\,v = RT$$

lo que nos dá

$$T_o = \frac{p\,v_o}{R} \qquad \text{y} \qquad T = \frac{p\,v}{R}$$

valor que sustituído en la ecuación (7) nos permite escribir

$$Q = C\left(\frac{p\,v}{R} - \frac{p\,v_o}{R}\right) = \frac{c\,p}{R}\,(v - v_o) \qquad (8)$$

Si ahora representamos la evolución a presión constante, refiriéndola a los ejes coordenados volumen-presión, la línea representativa estará dada por una recta paralela al eje de los volúmenes.

También podemos tener su representación refiriéndola a dos ejes rectangulares, uno correspondiente a los volúmenes y el otro a las temperaturas T. En este caso, para un valor v, se tiene:

$$v = \frac{v_o}{T_o}\,T_1 .$$

Pero la relación $\frac{v_o}{T_o}$ podemos hacerla $tang\ \beta$; si es que designamos por β el ángulo que en este caso forma la línea térmica buscada con el eje de las temperaturas T.

22.—Calor absorvido en una transformación a temperatura constante.—Ya hemos dicho, que cuando el estado de un cuerpo varía de una manera contínua, el punto re-

presentativo es una curva, y que entre las infinitas curvas que pueden obtenerse, dos deben considerarse muy particularmente. Así, una de ellas se obtendrá si el cuerpo considerado es un gas perfecto y suponemos que la temperatura T permanece constante durante la evolución. La relación fundamental establecida para los gases perfectos entonces nos dá:

$$p\,v = Cte = RT$$

y la curva correspondiente a esta ecuación, que describe el punto representativo durante la evolución, es la que hemos llamado *isotérmica*, corresponde a una hipérbola equilátera que tiene por asíntotas los ejes coordenados y es, además, simétrica con relación a la bisectriz del ángulo recto que forman dichos ejes.

Entonces se tiene por lo que hemos dicho

$$p\,v = p_0\,v_0 = RT$$

y el trazo de la curva puede hacerse fácilmente, puesto que conociendo el estado $p_0\ v_0\ T$ inicial de la evolución del gas, se hallan fácilmente los distintos valores que toma la presión p a medida que varía v; y de este modo quedan determinados los distintos estados por los que pasa el gas mediante los cuales se puede trazar la isotérmica.

De esta manera se procede muy sencillamente, así por ejemplo, supongamos que la presión sea 10 kg. por cm^2 y v_0 igual a $0.^{m3}5$.

Sobre el eje de las y, en los ejes rectangulares, que tracemos, midamos a la escala correspondiente el valor 10 kgs, y sobre el de abscisas, también a escala, el valor $0.^{m3}5$ que corresponde a v_0: para un valor 0'6 de v se encontrará para la presión p o sea para la ordenada correspondiente

$$p = \frac{0.5 \times 10}{0.6} = 8'33\ Kgs.$$

para el valor 0.7 de v

$$p_1 = \frac{0.5 \times 10}{0.7} = 7'14$$

y así sucesivamente, uniendo los puntos que determinen los valores de las ordenadas p, p_1, p_2, etc, levantadas por v_0, v, v_1 etc, se tendrá la isotérmica buscada.

Sin embargo, resulta más cómodo emplear un procedimiento geométrico para trazar la hipérbola que representa la isotérmica.

Consideremos para esto, como se ve en la fig. 8, los ejes rectangulares coordenados, mediante los cuales se puede determinar el punto A representativo del estado que caracteriza al gas con una presión p_o y un volumen v_o.

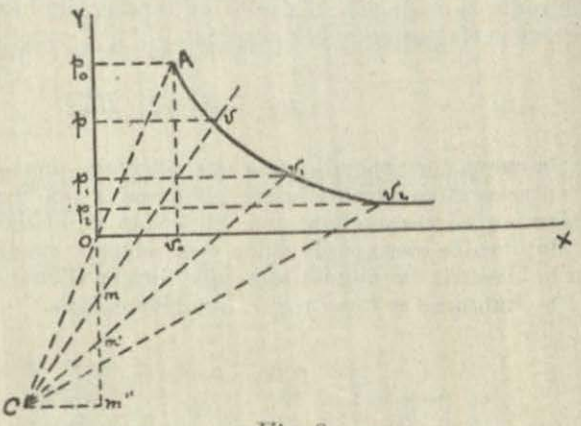


Fig. 8

Si ahora se prolonga en sentido contrario el eje de ordenadas, en una magnitud om'' igual a op_o y la dividimos en el mismo número de partes, iguales a los que indican sobre op_o los distintos valores que toma la presión y que hemos considerado; si luego trazamos por el punto m'' una paralela de sentido contrario a ox, determinando una magnitud $m''C$ igual a $p_o\ A$, y por A la recta que pase por o y que va a encontrarse en C con la paralela $m''C$; entonces para determinar puntos de la hipérbola, tales como v, v_1, v_2, etc; no habrá sino trazar los radios vectores Cv, Cv_1, Cv_2, que pasan por m, m', etc; los cuales cortarán las paralelas pv, p_1v_1 y p_2v_2; de esta manera por medio de los radios vectores Cv, Cv_1, Cv_2, etc; se determinan una serie de puntos los cuales permitirán hacer el trazo de la rama de hipérbola equilátera correspondiente a la ecuación de la evolución isotérmica considerada.

En este trazo la semejanza de los triángulos rectángulos que resultan de los radios vectores y volúmenes correspondientes a los valores de las presiones que consideremos; nos permiten establecer relaciones de proporcionalidad, así por ejemplo, en los triángulos rectángulos $Cm''m$ y mpv se tiene:

$$Cm'' : m''m :: pv : pm$$

$$v_o : p :: v : p_o$$

de donde

$$p_o\ v_o = p\ v$$

De la misma manera hallaríamos que entre los triángulos rectángulos semejantes $Cm''m'$ y $m'p_1v_1$ se tiene:

$$p_0 v_0 = p_1 v_1$$

Otro procedimiento para trazar la isotérmica correspondiente a la evolución de un gas cuando pasa del estado definido por p_0 v_0 al caracterizado cuando la presión es p y el volumen v, es el siguiente: sean los ejes coordenados rectangulares ox y oy, fig. 9, el estado de un gas cuando la presión es p_0 y el volumen es v_0, está determinado por el punto A intersección de las dos coordenadas trazadas por los puntos v_0 y p_0. Ahora prolongaremos la paralela al eje de las x que pasa por A, dividámosla en las porciones iguales AB, BC, CD, DE; y desde el punto o de origen, tracemos los radios vectores OB, OC, OD, OE, como se ha trazado el valor de la coordenada v_0, se le tendrá cortada en los puntos B_1, C_1, D y E. Desde estos puntos tracemos paralelas al eje de las x que vayan a encontrarse con las perpendiculares bajadas desde los puntos de división B, C, D y E, al eje de abcisas, tendremos que los puntos de intersección F, G, H e I, serán puntos de la curva que pretendemos trazar.

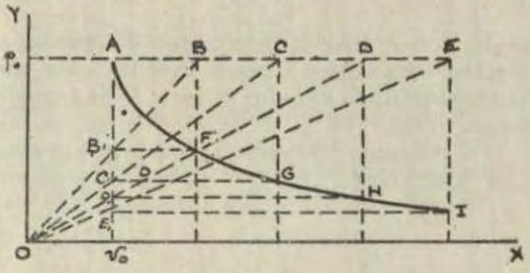


Fig. 9

En efecto, los triángulos rectángulos $B_1 v_0 o$ y $B v o$, semejantes, nos permiten establecer la siguiente relación de proporcionalidad

$$o v_0 : B_1 v_0 :: o v : B v$$

lo que equivale a escribir

$$v_0 : p :: v : p_0$$

o sea

$$p_0 v_0 = p v$$

Pasemos ahora a determinar la cantidad de calor absorvida en la evolución.

Para esto tomemos la ecuación

$$dQ = c\,dT + \frac{C-c}{R}\,p\,dv = dU + A\,p\,dv$$

y si admitimos que T es constante, se tendrá que dT es igual a 0, entonces la expresión que estamos considerando se convertirá en

$$dQ = \frac{C-c}{R}\,p\,dv$$

teniéndose entonces, pues, que todo el calor suministrado se convierte en trabajo; lo que nos permite decir, que en *una evolución isotérmica todo el calor absorvido se transforma en trabajo externo.*

Como por otra parte, sabemos que el estado de un gas la define la igualdad

$$p\,v = RT$$

se tendrá:

$$p = \frac{RT}{v}$$

valor que al sustituírlo en la ecuación considerada que expresa la variación de calor nos dá

$$dQ = \frac{C-c}{R}\,\frac{RT}{v}\,dv$$

o lo que es lo mismo, como sabemos,

$$dQ = A \cdot \frac{RT}{v} \cdot dv$$

Como el producto $A\,RT$ resulta ahora formado por la multiplicación de cantidades constantes, puesto que T es invariable, será constante; de modo que al realizar la integración se tiene:

$$Q = A\,RT \int \frac{dv}{v}$$

Como la evolución se realiza pasando el gas de un volumen

v_o a un volumen v, la integración se hará, pues, entre los límites indicados, es decir que se tendrá

$$Q = A\,RT \int_{v_o}^{v} \frac{dv}{v}$$

de donde

$$Q = A\,RT\ log\ nep\ \frac{v}{v_o}$$

que nos da la variación de calor en función de los volúmenes límites.

Pero este valor de Q también podemos deducirlo en función de las presiones, puesto que sabemos, que por la ley de Mariote se tiene:

$$\frac{v}{v_o} = \frac{p_o}{p}$$

Si ahora sustituímos este valor de $\frac{v}{v_o}$ en la expresión hallada y tenemos en cuenta que la relación $\frac{C-c}{R} = A$, de donde se deduce $C-c = R\,A$, tendremos:

$$Q = (C-c)\ T.\ log\ nep.\ \frac{p_o}{p}$$

que será la expresión que nos dará la cantidad Q de calor absorvida por un kilogramo de gas, cuando evoluciona pasando de la presión p a la presión p_o permaneciendo constante su temperatura.

La evolución de un gas a temperatura constante es uno de los casos más importantes que podemos considerar, pues, se relaciona con el estudio teórico de la máquina recíproca de vapor.

La curva representativa de esta evolución, volvemos a decirlo, es una hipérbola equilátera que tiene por asíntotas los ejes coordenados, puesto que corresponde a la ecuación $p\,v = RT$, cuando T es constante.

Naturalmente, las expresiones que acabamos de determinar pueden aplicarse tanto para el caso de una expansión como de una compresión.

23.—Evolución adiabática.—Ecuación de Poissón o de Laplace.—Cuando se considera esta clase de evolución, sabemos que es preciso que se realice que no haya aumento ni disminución de calor en el cuerpo o gas considerado.

En este caso el primer miembro de la ecuación

$$dQ = \frac{C\,p\,dv}{R} + \frac{c\,v\,dp}{R}$$

se hace cero, puesto que sabemos que si

$$Q = Cte \qquad dQ = 0$$

Entonces la ecuación que nos dá la variación de calor la podemos describir

$$\frac{C\,p\,dv}{R} + \frac{c\,v\,dp}{R} = 0$$

y multiplicando por R toda la ecuación tendremos

$$C\,p\,dv + c\,v\,dp = 0$$

y dividiendo por $p\,v$ se halla

$$C\,\frac{dv}{v} + c\,\frac{dp}{p} = 0$$

Ahora, como sabemos que

$$\frac{C}{c} = \gamma$$

se halla

$$C = \gamma\,c$$

valor que sustituído en la ecuación nos dá

$$\gamma\ c\ \frac{dv}{v} + c\ \frac{dp}{p} = 0$$

y dividiendo toda la expresión por c se tiene finalmente

$$\gamma\ \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p} = 0$$

Integrando se tiene

$$log\ nep\ p + log\ nep\ v^{\gamma} = Cte$$

y poniendo todo en forma de producto

$$log\ nep.\ p\ v^{\gamma} = Cte$$

y todavía aún

$$p\ v^{\gamma} = Cte$$

Si ahora integramos la expresión considerada entre los límites v, v_o y p, p_o tendremos

$$\int_{v_o}^{v} \gamma\ \frac{dv}{v} + \int_{p_o}^{p} \frac{dp}{p} = 0$$

y

$$\gamma\ log\ nep\ \frac{v}{v_o} + log\ nep\ \frac{p}{p_o} = 0$$

que se puede escribir por lo tanto

$$log\ nep\ \frac{p}{p_o} = -\gamma\ log\ nep\ \frac{v}{v_o} = \gamma.\ log\ nep\ \frac{v_o}{v}$$

y entonces

$$\frac{p}{p_o} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{\gamma} = \frac{v_o^{\gamma}}{v^{\gamma}}$$

lo que nos permite escribir

$$p\, v^{\gamma} = p_o\, v_o^{\gamma}$$

Como se ve esta ecuación es análoga a la ley de Mariote y liga las presiones y los volúmenes por los que pasa un gas que evoluciona cuando el calor es constante

La ecuación que acabamos de hallar es conocida con el nombre de ecuación de Poissón o de Laplace. Es la expresión que nos dá por lo tanto la expansión sin variación de calor y corresponde a los ciclos que hemos llamado adiabáticos.

Como se ve el valor de γ puede deducirse de la ecuación de Poissón puesto que

$$p_o\, v_o^{\gamma} = p\, v^{\gamma}$$

se tiene:

$$\left(\frac{v}{v_o}\right)^{\gamma} = \frac{p_o}{p}$$

y tomando logaritmos

$$\gamma\ log\ \frac{v}{v_o} = log\ \frac{p_o}{p}$$

de donde

$$\gamma = \frac{log\ \frac{p_o}{p}}{log\ \frac{v}{v_o}}$$

Si ahora el valor que hallemos para γ resulta igual a uno la ecuación se convierte en

$$p\, v = Cte$$

que es el caso de la isotérmica.

Si para ciertas variaciones de volumen se calcula las presiones según la ecuación $p\,v = Cte$, sabemos qué la curva representativa es la isotérmica; y si luego para dichas variaciones calculamos las presiones en el caso que la evolución se haga a calor constante, es decir, según $p\,v^{\gamma} = Cte$; puede notarse que la presión disminuye más rápidamente en el caso de la evolución adiabática que en el de la isotérmica; lo cual hace, que en la construcción de las curvas respectivas, la adiabática quede bajo la isotérmica, como indica la figura 10.

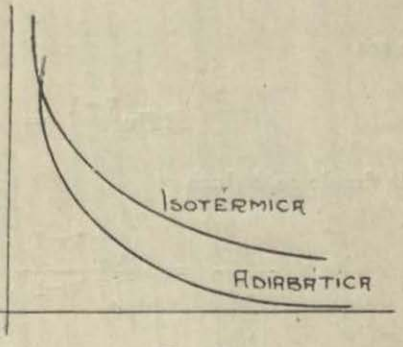


Fig. 10

Conviene recordar que el valor de γ para los gases perfectos, el aire por ejemplo, es 1'41. Según Zeuner, para el vapor de agua a título igual a la unidad, $\gamma = 1'135$; siendo $\gamma = 1.035+0.1x$ en el caso que dicho fluído tenga un título x.

Podemos proponernos hallar la relación que existe entre las temperaturas y los volúmenes, así como entre las temperaturas y las presiones en el caso de una evolución adiabática.

Para esto tomemos la ecuación de Laplace, que como sabemos, está dada por

$$p\,v^{\gamma} = p_o\,v_o{}^{\gamma}$$

cuando se consideran dos estados del gas. Por otra parte, esta expresión se puede escribir en la forma

$$p\,v.\,v^{\gamma-1} = p_o\,v_o\,v_o^{\gamma-1}$$

Si ahora, en esta igualdad, reemplazamos el valor de p y el de p_o, deducidos de las expresiones

$$p\,v = RT \qquad \text{y} \qquad p_o\,v_o = RT_o$$

de las cuales se halla:

$$p = \frac{RT}{v} \qquad \text{y} \qquad p_o = \frac{RT_o}{v_o}$$

tendremos

$$\frac{RT}{v} \cdot v\, v^{\gamma-1} = \frac{RT_o}{v_o}\, v_o\, v_o^{\gamma-1}$$

o sea

$$RT\, v^{\gamma-1} = RT_o\, v_o^{\gamma-1}$$

de donde se deduce

$$\frac{T}{T_o} = \frac{v_o^{\gamma-1}}{v^{\gamma-1}} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{\gamma-1}$$

que es la ecuación que liga las temperaturas y los volúmenes. Esta expresión se puede escribir por lo tanto

$$T\, v^{\gamma-1} = T_o\, v_o^{\gamma-1} = Cte$$

Y como sabemos que $\gamma = 1.41$, $\gamma - 1 = 0'41$. Por consiguiente se tendrá

$$T\, v^{0'41} = T_o\, v_o^{0.41} = Cte.$$

Pasemos ahora a hallar la relación que liga las temperaturas a las presiones; de la expresión

$$p\, v^{\gamma} = p_o\, v_o^{\gamma}$$

se deduce

$$\frac{p}{p_o} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{\gamma}$$

y extrayendo la raíz γ se tiene

$$\left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = \frac{v_o}{v}$$

si ahora tenemos en cuenta que:

$$\frac{T}{T_o} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{\gamma-1}$$

y sustituímos el valor de los volúmenes en función de las presiones que acabamos de hallar, se puede escribir

$$\frac{T}{T_o} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{\gamma-1} = \left[\left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{1}{\gamma}}\right]^{\gamma-1}$$

de donde se tiene:

$$\frac{T}{T_o} = \left[\frac{p}{p_o}\right]^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left[\frac{p}{p_o}\right]^{0,29}$$

Las expresiones halladas son de lo más importantes en el estudio de termodinámica, y como se ve, pueden ser resueltas para un gas en función del volumen, presión y temperatura; cuando evoluciona adiabáticamente, y de ellas podemos escribir las siguientes proporciones

$$T : T_o :: v_o^{\gamma-1} : v^{\gamma-1}$$

$$T : T_o :: p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} : p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$v_o^{\gamma-1} : v^{\gamma-1} :: p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} : p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

proporción, esta última, que se le puede hacer tomar la forma

$$v_o : v :: p^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} : p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

CAPITULO III

Trabajo realizado por los gases en los cuatro ciclos de evolución considerados.

24.—Trabajo a volumen constante.—En el caso en que el gas evolucione a volumen constante el trabajo exterior es nulo completamente, y como hemos hallado por expresión del calor absorvido

$$Q = c\ (T - T_o) = \frac{c\ v_o}{R}\ (p - p_o)$$

y sabemos que de una manera general el trabajo

$$\tilde{z} = \frac{Q}{A} = QE$$

se tendrá:

$$\tilde{z} = \frac{c}{A}\ (T - T_o)$$

y como

$$\frac{I}{A} = \frac{R}{C - c}$$

$$\frac{c}{A} = \frac{c\ R}{C - c}$$

dividiendo por c numerador y denominador del segundo miembro y teniendo en cuenta que $\frac{C}{c} = \gamma$, se tendrá:

$$\frac{c}{A} = \frac{R}{\gamma - 1}$$

Valor que sustituído en la expresión del trabajo nos dá:

$$\tau = \frac{R}{\gamma - 1} (T - T_o)$$

Por otra parte, como

$$Q = \frac{c\, v_o}{R} (p - p_o)$$

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{c\, v_o}{AR} (p - p_o)$$

y como acabamos de recordar

$$\frac{J}{A} = \frac{R}{C - c}$$

$$\tau = \frac{c\, v_o}{C - c} (p - p_o)$$

y

$$\tau = \frac{v_o}{\gamma - 1} (p - p_o)$$

cuando se divide por c numerador y denominador del coeficiente del segundo miembro.

25.—Trabajo realizado en un ciclo a presión constante.—El trabajo externo producido por la dilatación de un gas, tiene, en este caso, por expresión

$$\tau = \int_{v_o}^{v} p\, dv$$

Y realizando la integración entre los límites indicados, puesto que p es constante, se tiene:

$$\tilde{e} = p\ (v - v_o)$$

y como se sabe que

$$p\ v = RT \qquad y \qquad p\ v_o = RT_o\ ;$$

la expresión del trabajo podrá ser indicada por lo tanto, en la forma

$$\tilde{e} = p\ (v - v_o) = R\ (T - T_o) = \frac{C - c}{A}\ (T - T_o)$$

26.—Trabajo realizado en una evolución isotérmica.—Cuando un gas se dilata isotérmicamente no hay variación del calor sensible y por lo tanto de trabajo interno; en este caso, todo el calor que se le proporciona es transformado en trabajo.

Es muy fácil entonces calcular el trabajo $\tilde{e}$ desarrollado cuando un gas evoluciona pasando del volumen inicial v_o a un volumen cualquiera v. Dicho trabajo estará representado por el área que resulta comprendida entre el eje de los volúmenes, la rama de hipérbola que representa la isotérmica y las ordenadas bajadas desde los extremos de dicha curva al eje de abscisas.

La expresión del trabajo

$$\tilde{e} = \frac{Q}{A}$$

es aplicable desde el momento que se conoce el valor del calor absorvido en la evolución, que como hemos visto, en el caso de la temperatura constante es

$$Q = A\ RT\ log\ nep\ \frac{v}{v_o}$$

siendo T la temperatura absoluta constante realizada durante todo el ciclo. De esta manera se tiene

$$\tilde{e} = \frac{Q}{A} = RT\ log\ nep\ \frac{v}{v_o}$$

o también cuando se tiene en cuenta que $p_o\, v_o = RT$, siendo p_o y v_o la presión y el volumen inicial

$$\tilde{a} = \int_{v_o}^{v} p\, dv = p_o\, v_o\, log\, nep\, \frac{v}{v_o}$$

y sustituyendo el valor de $\frac{v}{v_o}$ en función de las presiones

$$\tilde{a} = p_o\, v_o\, log\, nep\, \frac{p_o}{p}$$

Si ahora consideramos los logaritmos vulgares en lugar de los neperianos tendremos

$$\tilde{a} = 2{,}3026\, RT\, log\, \frac{v}{v_o} = 2{,}3026\, p_o\, v_o\, log\, \frac{v}{v_o} =$$

$$= 2{,}3026\, p_o\, v_o\, log\, \frac{p_o}{p}$$

Las expresiones que acabamos de hallar para el trabajo pueden aplicarse en el caso de una expansión como en el de una compresión.

De esta manera, cuando en los cálculos que realicemos, se halle un valor negativo, en lugar de haberse realizado un trabajo y un gasto de calor, se tendrá la operación inversa o sea producción de calor y pérdida de trabajo; es decir, se habrá realizado una compresión del gas en lugar de su expansión.

La hipótesis del cambio de estado realizado por un gas sin que experimente variación de temperatura, lleva, como se comprende, asociada la suposición de que dicho fluído está contenido en una envoltura infinitamente conductora, que cede al gas todo el calor transformado en trabajo durante la expansión. Si inversamente a lo que acabamos de considerar se trata de una compresión, las paredes de la envoltura absorverían todo el calor producido a causa de la transformación del trabajo.

Aplicación.—Sean dos ejes rectangulares coordenados ox y oy y un cilindro C cuyo eje es paralelo al eje de las x, fig. 11. Sobre ox, estarán en todo momento indicados los volúmenes y sobre oy las presiones que correspondan al gas o vapor considerado.

Ahora, supongamos, que en el origen, se tiene sobre la cara

izquierda del émbolo D una presión $p = oA$ y que en la cara opuesta la presión es nula.

Si en estas condiciones admitimos que se haga la introducción del gas a presión constante hasta que el émbolo esté en D; y luego interrumpimos esta admisión, el émbolo continuará desplazándose de D a K; pero entonces la presión irá disminuyendo a medida que la dilatación y por lo tanto el volumen aumenta.

Admitamos que el gas o vapor siga la ley de Mariote, es decir que la expansión sea isotérmica. La curva representativa de la evolución es la rama EH de hipérbola equilátera asíntota a los ejes coordenados.

Al fin de la carrera, el volumen del gas se ha hecho OK y es en esas condiciones que termina su evolución, escapando al medio exterior e igualando su presión de acero a volumen constante.

El ciclo total realizado, en la evolución que acabamos de mencionar, se halla representado por $OAEHK$, y representa las variaciones de la presión absoluta del gas o vapor considerado, en la hipótesis de una introducción AE limitada a una parte de la carrera del émbolo y todo él corresponde a lo que se llama el *diagrama teórico absoluto* en el caso de la máquina de vapor.

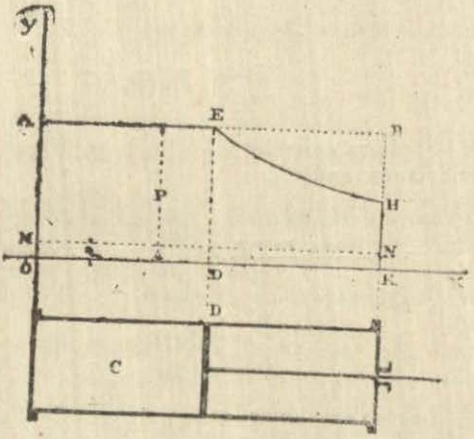


Fig. 11

Siendo constante la sección del émbolo $S = \frac{\pi D^2}{4}$, resulta, que para un desplazamiento x que éste realice, corresponderá un volumen

$$V_x = \frac{D^2 \pi}{4} . x$$

Por otra parte, la fuerza F que se realiza sobre la cara del émbolo cuando la presión absoluta es p, será:

$$F = 10.000 \frac{D^2 \pi}{4} . p = 10.000 S p$$

cuando se aprecia el diámetro en metros.

(*Continuará*).

Operaciones Navales

Quinta Conferencia

Preparación del buque para el combate.

Por el Capitán de Fragata
D. R. Marques de Azevedo.

Traducido de la Revista Marítima Brasilera

Incontestablemente, el asunto de que nos ocuparemos ahora, es la base esencial del éxito en la guerra. Es muy exacto que su naturaleza es excesivamente compleja, pues engloba, no solamente cuestiones técnicas sino también otras, algunas de las cuales, de orden político y social.

Evidentemente, la "preparación del buque para el combate", es fundamental de la eficiencia de una escuadra, y envuelve en sí la idea de organización sistemática o uniformidad de organización de las funciones profesionales.

En la marina de guerra, debe conducirse la organización de los servicios de a bordo en un mismo sentido y para un mismo objetivo—el combate—lo cual constituirá el punto de partida de todas las reformas administrativas; éstas deben adaptarse a las condiciones apreciadas como más convenientes a la eficiencia máxima de la fuerza naval en el campo de acción.

Es claro que el valor de una escuadra depende in-

mediatamente de la eficiencia de sus diferentes partes, mas no basta que cada una de las unidades, aisladamente, sea eficaz para que el todo pueda también juzgarse del mismo modo.

La armonía del conjunto sólo puede resultar del grado de perfección de la organización y preparación de los diversos elementos, de modo que puedan cooperar, oportunamente, en una convergencia de esfuerzos, para un objetivo único—la victoria—Para esto es necesario, antes que todo, que la instrucción de cada individuo haya sido orientada para la comprensión nítida de lo que de él se exige y que todos, colectivamente, empleen sus esfuerzos inteligentemente coordinados.

Aunque algunos de los aspectos de la cuestión de la —preparación del buque para el combate—salgan de la esfera de nuestras conferencias, y aunque nos propongamos, tan sólo, estudiar el problema bajo el punto de vista más inmediato, estamos, todavía así, obligados a hacer algunas reflexiones previas.

Para conseguir, de una reunión de individuos una determinada orientación colectiva, de manera que todos operen con la precisión de una máquina compleja, pero perfecta, es forzoso suponer un cierto nivel de capacidad mental y una cultura dirijida por un método de instrucción, basado en las ideas modernas del arte militar.

Precisa además: que la moral de esos individuos esté a la altura que corresponde a la naturaleza de sus funciones; que las aptitudes estén debidamente adaptadas y aprovechadas, en cada uno de los cargos especiales; que no se considere de poca importancia detalles insignificantes, que pueden alterar el resultado final; que existan el estímulo, la recompensa, la justicia; por último mantener el espíritu de clase desarrollado en el más alto grado—"el espíritu del buque".

Desde el Comandante hasta el último marinero, debe existir una cadena de solidaridad e inteligencia, de manera que se pueda adivinar las intenciones, antes de que sean explicadas. Esto se consigue con el ejercicio sistemático

y prolongado de los mismos individuos en los mismos buques y servicios, durante el mayor tiempo posible.

Suponiendo que se ha conseguido un personal relativamente capaz, debemos establecer como condición esencial de éxito, la "permanencia de los cargos". Las tripulaciones de los buques deben conservarse del modo más estable posible, su renovación deberá hacerse por fracciones mínimas de las dotaciones, en cada uno de los servicios. La consecuencia de esta orientación, según las mejores autoridades, es sumamente satisfactoria; de la convivencia y mutuo conocimiento resulta el sentimiento de clase, tan indispensable en las corporaciones militares. Así por amor al buque, cada uno procura excederse para que su trabajo contribuya al enaltecimiento de la unidad en que vive, rivalizando, gracias a una emulación convenientemente mantenida, en la obtención de los primeros puestos, en las diversas pruebas de eficiencia a que sea sometido su buque.

En nuestro caso, organización significa la distribución, entre diversas personas, de los diferentes cargos del buque con el fin de conseguir el máximo rendimiento de una unidad naval, dando a cada hombre un servicio determinado, con su correspondiente responsabilidad. La organización presupone la existencia de una autoridad que dirige, en mayor o menor escala, los movimientos de los grupos, mayores o menores, de individuos; creciendo la autoridad y la responsabilidad con el número de unidades o agrupamientos parciales. Una organización militar se caracteriza pues por la unidad de dirección, subdivisión del trabajo y responsabilidad, bajo los rigurosos principios de la disciplina militar.

Siendo el combate naval el objetivo de la escuadra y siendo el cañón el elemento preponderante en el armamento de la escuadra y dependiendo la eficiencia de las unidades del mayor número de impactos en el mínimo de tiempo, es evidente que toda la organización debe basarse, principalmente, en el número de hombres necesarios a la artillería, en la parte referente a marineros propiamente dichos y, en el número de aparatos del sistema

motor, en la parte concerniente al personal de máquinas. Los demás servicios del barco: navegación, torpedos, dirección de tiro, señales, etc., deben recibir una parte proporcional, variable según la categoría del buque y los aparatos empleados.

De un modo general, una tripulación consta de:

un contingente de marineros,
un contingente de maquinistas y
un cierto número de especialistas.

Para uniformar las dotaciones, por lo menos en buques del mismo tipo, conviene tomar por base su armamento y máquinas y no el desplazamiento u otra característica. Si se toma el armamento, debe establecerse el mínimo de personal indispensable al buen funcionamiento de cada cañón, incluyendo en este número a la gente destinada al trasporte de municiones.

Es evidente que la dotación de un cañón debe ser proporcional al calibre, por consiguiente, los "grupos-unidades" deben ser uniformes para todos los buques que dispongan de la misma artillería. El mismo criterio debe seguirse, tanto como sea posible, con relación a los torpedos, máquinas, telegrafía, señales, etc., teniendo en cuenta el número de instalaciones existentes a bordo.

En caso de dudas respecto a los efectivos de los grupos, por diferencias esenciales en los buques, sería natural que las "unidades-grupo" fuesen modificadas de acuerdo con la sudivisión de los buques en clases. Lo que parece indiscutible es que, por ejemplo, un cañón de 6" requiere siempre, en cualquier buque, la misma dotación y que las funciones de cada uno de sus miembros deben ser perfectamente idénticas, salvo que los tipos de las armas sean muy diferentes, caso que no es frecuente. Comprendemos que pueden existir diferencias, pero si fuéramos a atender cada caso especial, sería imposible seguir un sistema capaz de aplicación uniforme en la escuadra, sobre todo, porque debemos imaginar una escuadra, digna de tal nombre, constituída por un cierto número de clases de

buques homogéneos y no por una reunión inconexa de tipos desemejantes.

Lo que decimos respecto a organización del personal, esto es, a su distribución de acuerdo con el armamento, máquinas, servicios especiales, etc., se aplica igualmente a los métodos de utilización o empleo de las actividades.

Ejercicios y faenas de a bordo

Una vez implantado un sistema de organización, hay que seguirlo al pié de la letra, aprovechando las aptitudes para los cargos; haciendo una juiciosa selección entre los más capaces; facilitándoles el ascenso, dejando la *antigüedad como consideración secundaria*, salvo en igualdad de circunstancias.

Veamos ahora cuáles son los ejercicios y faenas que intervienen en la preparación del buque para el combate. En primer lugar, como ya hemos dicho, se encuentra el "ejercicio de tiro", siguiendo inmediatamente los de máquinas, maniobra del buque, señales, torpedos, faenas de colisión, socorro a los heridos, incendio, abandono de buque. Además de los citados, los más importantes, es preciso adiestrar un grupo de hombres para el servicio de reparación de averías de combate eligiendo de preferencia a los carpinteros, calafates, mecánicos, fogoneros y otros artífices.

En combate, el personal que no estuviere ocupado formará los contingentes de reserva para cualquier emergencia.

Ejercicio de Tiro

Este es el ejercicio por excelencia. El cañón y la máquina forman, en el moderno buque acorazado, la esencia de su acción ofensiva; la máquina y el torpedo en los torpederos; y la máquina sobretodo, en los cruceros propiamente dichos. La eficiencia del tiro sólo puede obtenerse por una instrucción meticulosa, sistemática, sucesiva y prolongada. Concretaremos el hecho con el ejemplo ac-

tual de los procesos observados en la Marina Americana, reproduciendo un artículo que publicamos, hace dos años, sintetizando la práctica del tiro, y después, procuraremos detallar, tanto como sea posible, las fases sucesivas.

"La eficiencia del tiro es apreciada por el número de blancos por minuto, en condiciones estipuladas por el Ministerio de Marina, procurando simular, del mejor modo, las situaciones de combate..... Para conseguir ese resultado, todos los individuos de una dotación son ejercitados separadamente. La rapidez y precisión del tiro dependen, en primer lugar, de la precisión y rapidez de puntería; en segundo lugar de la precisión y rapidez de cargar el cañón. Los reclutas son pues distribuídos en los diversos puestos y ejercitados en cada una de las varias operaciones aisladamente y en seguida en compañía de los otros compañeros de la dotación del cañón. En estos ejercicios no hay órdenes extrictas a observar, a la iniciativa de los encargados quedan las modificaciones que puedan ser conducentes a una mayor eficiencia de servicio. Todos los ejercicios se hacen con cronógrafo, papel y lápiz, de modo de poder aquilatar la tendencia natural de cada individuo para cada uno de los menesteres en que deba ser aprovechado.

"Los hombres escojidos para apuntadores son ejercitados en la puntería sobre blancos mecánico-eléctricos (dotters), habiéndose desterrado, casi, el tubo Morris, por que el orificio hecho en el cartón no permitía establecer la diferencia entre el bueno y el mejor tirador. También entra en la selección de los apuntadores, el tiempo que emplean en hacer la puntería y el disparo. No basta que el apuntador tenga la puntería precisa en el momento de apretar el gatillo, es necesario que sea capaz de conservar su cañón siempre apuntado al blanco, requisito indispensable en el tiro de combate, en las condiciones ordinarias encontradas en el mar.

"Conjuntamente con los ejercicios en los cañones, otro grupo de marineros es instruído en los instrumentos de dirección de fuego: telémetros, teléfonos, trasmisores de órdenes, etc.

"En una época del año, generalmente después del verano, a principios de Setiembre, todos los buques van a hacer los ejercicios de tiro llamados "elementary practice". En esta ocasión, solamente una o dos torres disparan sobre un blanco en movimiento, tomando apunte exacto del tiempo y número de tiros por minuto, para las clasificaciones y distribuciones de premios a las dotaciones de los cañones. La clasificación de los apuntadores, hecha en conformidad con los resultados de los ejercicios de *dotter* y *elementary practice*, confiere a los mejores el derecho a una gratificación mensual durante un año, contado desde la época en que se efectuó la última prueba. La clasificación de esos artilleros la hace el Director de Tiro de la Marina.

"Después de los ejercicios preliminares, trascurre un cierto tiempo en que cesa enteramente el tiro, a fin de evitar que las dotaciones pierdan el interés en el servicio. Comunmente en el mes de Abril tienen lugar las pruebas de tiro de combate "*battle-practice*" y que consiste en disparar todos los cañones del buque por andanadas, sobre un blanco en movimiento, imitando, tanto como sea posible, las condiciones reales de un combate.

"Después del tiro de buques aislados, se pasa al de divisiones, siendo entonces ensayados los diversos sistemas de concentración de fuego, principiando a distancias de más de 10000 yardas. Estos ejercicios varían de un año a otro, aprovechándose las oportunidades para experiencias diversas.

"Poco antes de los últimos ejercicios (los de *battle-practice*), hay uno denominado "*spotting-practice*" en el cual un buque, llevando a su bordo un cierto número de oficiales *spotters*, es preparado para tirar sobre un blanco, a fin de verificar la exactitud de los spotters y darles práctica.

"De lo que hemos dicho se concluye que las características principales de los ejercicios de artillería y tiro son las siguientes:

"1a. el adiestramiento meticuloso de los individuos que forman las dotaciones de las piezas, en los diversos de-

talles de sus atribuciones; 2a. combinar todos los detalles, ejercitando las dotaciones en conjunto; 3a. someter a las diversas dotaciones a una prueba que establezca el grado de sus entrenamientos; 4a. experimentar el tiro del buque en conjunto; 5a. experimentar el tiro por divisiones de buques; 6a. hacer experiencias de tiro que puedan resolver cuestiones dudosas; 7a. mantener la emulación, que es la base de todo el entrenamiento o concurso entre individuos.

"Esta emulación es, sin duda, la característica que tiene influencia de mayor alcance. Cada dotación de pieza queda constituyendo una unidad exactamente equivalente a un "*team de foot ball*". Cada dotación de torre es jugada contra otra del mismo buque.

Cada apuntador tiene un contrincante en otro apuntador de cañón del mismo tipo que el suyo. Cada sección tiene como rival otra sección del mismo buque y las de los otros semejantes. Cada buque compite con los de su clase y cada escuadra con otra escuadra.

"En la relación de los ejercicios de tiro, los buques son colocados en el orden de los resultados obtenidos, de modo que cada apuntador queda conociendo su posición entre sus colegas de la Marina; cada dotación sabe su lugar respecto a las demás y, así, hasta las divisiones de las escuadras, unas con relación a las otras. Las mejores dotaciones reciben recompensas monetarias. Los premios son considerables, dependiendo del número de dotaciones que concurran, pudiendo recibir la de una torre, hasta 1200 dollars. Estas sumas con muchas otras, para diversos fines, son votadas anualmente por el Congreso".....

Tratemos ahora de dar una idea del proceso seguido para la obtención de los excelentes resultados de que tanto se enorgullece la Marina Americana. Por ejemplo, en cuanto el marinero llega a bordo es examinado en el tiro al blanco con fusil, para comprobar que no tiene errores personales que lo descalifiquen para la artillería. En caso favorable, pasa inmediatamente al *dotter*, apuntando a un blanco estacionario. Bajo la vigilancia de un oficial, se ejercita ese marinero durante unos tres días en el blanco

fijo, pasando después a practicar en blanco movible, maniobrando con los aparatos de puntería que tendrá que emplear en combate. Para que las condiciones sean las más próximas a la realidad, el dotter simula, del mejor modo posible, los movimientos del buque en el mar y así, el marinero recibe una instrucción constante, en cualquier parte que esté el buque.

Por orden del Ministerio de Marina, los apuntadores deben ser ejercitados varias veces por semana, a fin de que se conserven en el mismo grado de eficiencia y prontos para el combate en cualquier momento. Después que los apuntadores han alcanzado la perfección en el tiro independiente, pasan al tiro "a voz de mando", para el fuego por salvas, en el que están obligados a tirar un segundo después de recibida la orden.

En la misma forma son ejercitados los demás miembros de la dotación. Por ejemplo un buen "cierre" debe abrir el cierre en 2. 5 a 3 segundos, los que no lo hacen así, pasan a otros puestos que no requieran tanta agilidad y fuerza.

Este exceso de rigor es facilmente apreciado cuando se sabe que, en el ejercicio de combate, las condiciones son muy severas. El buque no conoce el rumbo, velocidad y distancia de los blancos y desde que avista su humo en el horizonte, debe dirigirse hacia ellos a toda fuerza y, una vez a distancia de tiro, disparar toda su artillería en cuatro minutos, no habiendo disculpa ni razón de especie alguna que justifique los errores o averías ocurridas, pues se trata de la "prueba final".

¿Cómo se consigue la rapidez de carga? La siguiente narración de un testigo ocular responde perfectamente a la cuestión.

"El teniente asegura el cronógrafo y ordena "Cargar". Retiran un proyectil del casillero; tres hombres corriendo, lo echan al elevador; se suelta un seguro y la masa de 870 libras cae en el carro. En este intervalo, tres hombres toman, sucesivamente, a medida que les son pasados a través del *flaped-hole* de la puerta del pañol, tres saquetes de pólvora que corriendo, colocan dentro de un

carro ascensor, el cual, en un movimiento rápido los lleva a los cañones....."Pésimo"—grita el teniente—"muchachos, ¡esto así no sirve! Han tardado 15 segundos"..... Vuelta el carro y los *dumies* ocupan su sitio en los casilleros..... Se hacen algunas alteraciones en los puestos de los hombres....."Cargar"..... Otra carrera loca, en la que uno de los acarreadores de pólvora cae abrazado al cartucho, perdiendo un tiempo precioso....."Doce segundos"....."Esto es mejor"....."pero, a este paso, no derrotaremos al "Delaware"....."Comenzar de nuevo"..... "Cargar"..... "diez segundos..... Muy bien muchachos, así está bien".....

Esta descripción dá una imagen perfecta del espíritu de benéfica rivalidad que anima a las dotaciones bien dirigidas. Como este ejemplo citaremos otros que, estamos ciertos, serán debidamente aprovechados.

Ahora nuestro observador está dentro de una torre del "North Dakota"..... "A la derecha del cañón, en el frente de la torre e inmediatamente por detrás del mantelete [port-plate] estaba el "apuntador", con la vista en el ocular de un periscopio, cuyo objetivo se hallaba al exterior de la torre en un pequeño saliente acorazado, en uno de los lados. La mano izquierda del apuntador aseguraba el gatillo, si este fallaba tenía otro al lado, y si todavía este se negaba, había un pedal para el disparo. El trabajo del apuntador era conservar el hilo horizontal del anteojo sobre el blanco; lo que conseguía por medio de una palanca en su diestra, maniobrando un poderoso y admirablemente sensible motor diferencial, de velocidad variable".

"La torre y los cañones, por consiguiente, eran dirigidos por un hombre situado entre las dos piezas. Los movimientos laterales eran determinados por la observación en otro periscopio, cuyo hilo vertical debería estar siempre sobre el blanco".....

"Detrás del apuntador se hallaba el *encargado del alza* con los teléfonos adaptados a las orejas. De la "estación central", debajo de la cubierta acorazada, le mandaban el alcance [elevación] y la "deflexión". Su servicio

consistía en girar un disco hasta que el puntero coincidiese con la distancia indicada y en mover, también, un pequeño cilindro, colocándolo en la deflexión respectiva".

"Detrás del "alcero" estaba un fuerte marinero que, por medio de un volante, maniobraba el block de culata. Próximo a él se encontraba el "encargado de los estopines" (*plugman*), teniéndolos convenientemente dispuestos en una caja, en la pared de la torre. A la izquierda estaba un teniente moderno encargado de la dotación. A la izquierda del teniente, y en línea con el eje de la pieza, se hallaba la cuchara eléctrica, maniobrada desde el lado izquierdo por medio de una palanca de la que estaba encargado un marinero. Delante de éste se hallaba otro que, moviendo una palanca, dirigía el elevador de municiones. Un mamparo de acero separaba los dos cañones y sus dotaciones para que un accidente o la explosión de una granada no alcanzase a la gente de la otra pieza. En el extremo posterior de la torre hay una pequeña garita, donde queda el comandante (un teniente antiguo), comunicándose con cualquiera de los cañones por medio de pequeñas aberturas situadas en su cámara, en las puertas de comunicación con los compartimientos. El comandante de la torre se conserva en correspondencia telefónica permanente con el oficial director de tiro, en la torre de mando. En el interior de la garita y frente al oficial hay varios conmutadores e interruptores, abiertos en estado normal, que conecta en cuanto recibe orden de "estar listo a comenzar el fuego"; mientras no haga las conexiones los cañones no disparan..... Estamos ahora en el campo de tiro y todo está listo, en espera del ruido del *buzzer*, a cuya señal el apuntador soltará el proyectil en su largo vuelo al blanco..... De esta manera, y con la precisión de un reloj, tiramos seis veces seguidas, en una corrida"..... Nuestro cronista sube a la cofa y empieza otra narración..... "Y allá, a unas siete millas, está el blanco, pequeña mancha cenicienta oscura, andando unos diez nudos, a 350 yardas de distancia del buque que lo remolca. La plataforma es espaciosa, mas o menos, ocho pies por doce. Aquí un oficial trasmite por el teléfono las marcaciones de la aguja, hacia el puesto

central del "fire-control"; otro, adherido al telémetro, pregona en el micrófono las distancias al blanco; un marinero en una especie de teclado, presiona unos botones que sirven para mostrar, en grandes caracteres, por la parte de abajo de la plataforma, las distancias al blanco. A un lado están los *umpires* de los otros buques y al otro, con el anteojo dirijido al blanco y la boca en el teléfono, está la persona de quien, más que de otra cualquiera, depende el éxito de la jornada, el *spotter*..... Se aumenta la velocidad a 15 millas porque nos estamos aproximando a la distancia mínima de 9000 yardas (para cargas reducidas). Una voz monótona va cantando las distancias; 11000 yardas, 10000, 9700 9200 y 9000..... Súbitamente suena el estampido del primer tiro, de rectificación..... cerca de 15 segundos después se levanta una columna de agua junto al blanco..... "Doscientos más-Dos a la derecha", grita el *spotter*, lo que quiere decir que el proyectil cayó doscientas yardas corto y dos millas o 40 pies a la derecha..... Mentalmente puedo ver al alcero aumentar 200 yardas la elevación y 40 pies la deflexión...,. Otro tiro, nueva columna de agua y el spotter dice: "Cien menos"..... En seguida una salva de seis cañones..... y el spotter dice "A straddle", lo que significa que unos tiros fueron cortos y otros largos, dando como promedio de los seis tiros, un impacto solamente.... Poco después, una salva de cuatro tiros alcanza al blanco, destruyéndolo en parte..... se recogió la lona que servía de blanco, siendo examinada por el "umpire", encargado de la artillería, y el spotter. Faltaba un pedazo del blanco desprendido por la salva de cuatro tiros, de modo que sólo se contaron cuatro impactos y seis rebotes.... el ejercicio se realizó entre seis y siete millas, empleando tres cuartos de carga".....

He allí el resúmen de una espléndida descripción de los hechos importantes de un ejercicio de tiro de combate [batlle-practice]..... De ella podemos sacar muchas enseñanzas, siendo la principal el aprendizaje del sistema, al vuelo, pero dejándolo grabado como si se hubiera hecho a nuestra vista.

Ahora tenemos que hacer una incursión por los de-

talles de la organización de los servicios de artillería, y como no tenemos la intención de dogmatizar, tomaremos como ejemplo la organización americana. De acuerdo con este criterio, y para conveniencia de los que no dispongan de las mismas informaciones que nosotros traduciremos lo que contiene el libro *Ship and gun drills.*

Esa traducción será solamente de la parte aplicable a nuestra marina, eliminando lo que, a nuestro juicio, sea superfluo:

El objetivo principal de un buque de guerra, especialmente el acorazado, es el combate de artillería. En consecuencia, su organización debe seguir esa mira.

Es de capital importancia que cada cañón tenga una dotación completa y permanente. La rapidez de tiro, esencial en el combate, sólo puede conseguirse disponiendo de una dotación suficiente en número para mantener abundante provisión de municiones en el cañón.

Una vez que el personal haya sido ejercitado, en el más alto grado de eficiencia, es de máxima importancia su conservación en los cargos y, por esta razón, quien quiera que hubiera sido entrenado en esa forma en un tipo particular de armamento, no debe ser trasladado a otro cargo o cañón, a menos que sus aptitudes le den derecho a un puesto más elevado, en beneficio del conjunto de la batería.

La permanencia de los oficiales en sus divisiones es, también, muy ventajosa. De modo que solamente se deben efectuar cambios, entre oficiales y tripulantes, cuando de ello resulte un aumento de la eficiencia del buque como unidad. Los cambios que fueren inevitables, deberán hacerse, a ser posible, inmediatamente después de los ejercicios de combate, para que la instrucción práctica para el siguiente período de ejercicios, bajo nueva orientación, se inicie con la máxima anticipación.

Con el fin de permitir que los cuartos de servicio de cubierta puedan dotar los cañones en caso de emergencia; las dotaciones desde el principio, deberán constituírse de un número de plazas igual en cada cuarto, no haciéndose en lo sucesivo, por ningún motivo, modificaciones en las

dotaciones para satisfacer necesidades de los roles de cuartos.

El personal de servicio de municiones y pañoles de artillería de las torres, debe formar parte de la misma división que la gente de los cañones respectivos, bajo la responsabilidad del mismo oficial. Lo dicho respecto a las dotaciones de los cañones, se aplica igualmente al personal de municiones, en lo que concierne al número y a la permanencia en los cargos.

Diversos servicios de a bordo y embarcaciones

Al distribuir la gente de la artillería en los otros cargos y servicios de a bordo, se debe procurar establecerla, tanto como sea posible, en las partes del buque que comprendan, lo más proximamente, los cañones de sus divisiones, desarrollando de ese modo una asociación más íntima entre los individuos, mandados siempre por el mismo oficial de la división y aumentando también el interés por la limpieza y conservación de los locales de la artillería.

Un equipo de cañón o municiones debe ser instruído y ejercitado como una unidad. Por esta razón se considera más conveniente tomar toda la gente de una o dos unidades, para tripular una embarcación o para otro servicio, en los períodos de ejercicios, que uno o dos hombres de varias unidades.

La eficiencia de un buque en conjunto, será desarrollada, conservando intactas las dotaciones de artillería, bajo las órdenes de su propio *gun-captain*, en todos los ejercicios, servicios y embarcaciones.

No debe designarse a un cañón un individuo que, por los deberes de su clase, no pueda estar presente en los ejercicios regulares del arma. En tal caso, se le determinará otro cargo donde su presencia, en un momento dado, se considere menos importante.

Personal de Máquinas

El personal de máquinas podrá contribuir con cierto número de hombres para el servicio de municiones.

En los puestos de colisión e incendio, los cargos del personal de máquinas deberán comprender, las zonas de las cubiertas próximas a las máquinas y calderas; algunos hombres se estacionarán junto a las puertas estancas, otros en las mangueras de incendio y servicios semejantes, bajo la fiscalización y responsabilidad del oficial maquinista más antiguo.

Dotación de reserva

La preservación de las dotaciones de los cañones es esencial para el éxito en el combate, no debiendo exponerlas innecesariamente. El personal de los cañones que no estuviere combatiendo, deberá colocarse en "reserva", protegido por los acorazamientos de las torres, barbetas o casamatas y resguardado así hasta el momento de ser utilizado en sus propios cañones o en otros de la banda por donde se combate, o en cualquier servicio especial.

La cuestión de la utilidad de las baterías secundarias en combate, depende de la naturaleza del enemigo y de circunstancias peculiares.

El comandante determinará los "puestos de las reservas" de las dotaciones de artillería, ejercitándolas en la ocupación de los lugares determinados. Estos "puestos" o "estaciones" deberán escogerse de manera que los oficiales de las divisiones puedan comunicarse facilmente con sus dotaciones de reserva, estando éstas siempre listas a la primera llamada. No deben sustituírse al mismo tiempo todas las dotaciones de la banda empeñada por las de reserva; en caso necesario, la sustitución podrá hacerse una por una, de modo de evitar, en lo posible, la interrupción del fuego.

Las dotaciones de reserva, trabajando generalmente por secciones, servirán para: extinguir incendios, remover los destrozos del combate, socorrer a los heridos, fusilería, reponer los claros de las dotaciones, etc., no debiendo tomar la gente de las baterías, para otros servicios, mientras hubiere personal de reserva.

En caso de ser necesario tomar gente de las dotacio-

nes empeñadas, se emplearán dotaciones completas, y no algunos hombres de varios cañones.

Armas y equipos

Las dotaciones de los cañones no usarán armas ni cinturones en la proximidad de sus piezas, porque la oportunidad de abordaje y uso de carabinas no es probable en los combates navales modernos. Las armas en las cubiertas u otros lugares, cerca del personal, pueden constituír, muy facilmente, proyectiles peligrosos. Este peligro y la exposición a que estarían sometidos los fusileros, superan en mucho al daño que podría esperarse inflingir al enemigo con el empleo del armamento portátil. Como providencia para circustancias de imposible previsión, las carabinas, pistolas y cartucheras, deben estar colocadas en lugares accesibles y protejidos, donde la gente pueda tomarlos facilmente, en caso necesario.

La infantería de marina puede emplearse en el tiro de precisión como *Sharpshooters*.

Las reglas dadas, no excluyen el uso del tiro de fusil contra los ataques de torpederos y submarinos.

Resistencia a los ataques de torpedos

Debe presumirse que los ataques de torpedos se realizarán de acuerdo con un plan preconcebido, en diversas direcciones y por varias embarcaciones.

El avistamiento de uno o más torpederos no debe distraer ni confundir a los defensores al punto que otras embarcaciones, tomándolos desprevenidos, consigan llegar, sin ser vistas, a la distancia de tiro. Los ataques nunca deberán constituír sorpresa, para lo cual, dentro de los límites de lo posible, deben ser anticipados y tomadas las disposiciones para repelerlos eficazmente.

El tiro de shrapnell debe emplearse en todos los calibres que lo permitan y la granada común en los demás. Cada cañón, de los calibres que van a emplearse, tendrá un determinado sector de fuego, cuya vigilancia estará al

cuidado de la respectiva dotación, que conservará el cañón libre, cargado y apuntado al centro del sector. Si en ese sector no se presenta enemigo, el cañón disparará sobre el más cercano, en conformidad con la elevación; pero, mientras la pieza haga fuego fuera de su sector, una parte de su dotación, dos hombres por lo menos, quedará encargada de la vigilancia del sector, sin tomar la menor intervención en el servicio del cañón. Así que se aviste un enemigo en su sector de fuego, los vigías darán la alarma e inmediatamente la pieza dirigirá el fuego sobre su sector.

Los carros de los ascensores estarán cargados y prontos a subir. Los otros cañones de la batería central tendrán, por lo menos cinco tiros próximos al cañón. Los cañones secundarios tendrán veinte, y los automáticos y ametralladoras, quinientos cada uno. Debido a la demora en el reglaje de las espoletas, los shrapnells estarán distribuídos en grupos de cinco con las espoletas graduadas para ½, ¾, 1, 1½ segundos y "sin tiempo".

En los ataques diurnos, las distancias, siempre que sea posible, serán medidas e indicadas a la batería. Si se puede, cada sector de fuego debe tener un telémetro para medir e indicar continuamente las distancias, a los cañones que comprende. A falta de medios eficaces para la dirección del fuego (fire control), las alzas de la mitad de los cañones se graduarán a las distancias indicadas y las de la otra mitad a 100 yardas menos.

Las espoletas de los shrapnells deberán regularse para cerca de 200 yardas menos de la distancia trasmitida, aprovechando las que de antemano lo estuvieran.

Por la noche, con lluvias, cerrazones, nieve, etc., las distancias no podrán medirse, y no existiendo medios eficaces de *fire control*, para un gran número de cañones, disparando en diferentes sectores, se puede establecer algunas distancias fijas. La distancia de visibilidad, en cada caso especial, servirá de guía para las alzas, a la apertura del fuego. Las condiciones del momento deben juzgarse con detenimiento y, en caso necesario, se determinará una alza fija. En la corrección de las distancias se deben aprovechar todas las informaciones fidedignas, pe-

ro debe evitarse una alteración constante que no tenga buenos fundamentos.

Por la noche, en condiciones ordinarias, se recomienda dejar las alzas, en cada sector, la mitad a 1000 yardas y a 800 la otra mitad, y las espoletas de los shrapnells a ¾ de segundo y bajar las alzas a "punto en blanco" y las espoletas a ½ segundo cuando la noche sea muy oscura y el enemigo apareciere muy cerca.

Todos los reflectores deben estar dotados y listos para su inmediata utilización, habiéndoseles determinado los sectores que deben recorrer. Los hombres que dirigen los proyectores deben estar ejercitados en el más alto grado de pericia.

La gente de las torres y municiones que no estuviere en acción, junto con los soldados, debe estar encargada de los servicios de vigilancia y fusilería, estando los primeros situados en puntos que les permitan dotar rapidamente las torres. En el caso de que el ataque se efectuase por una sóla banda, las dotaciones de las piezas desocupadas, deberán emplearse en la fusilería, en la banda del ataque. Todos los oficiales disponibles deberán aprovecharse en el servicio de vigilancia, prestando su concurso en la determinación de las distancias.

La puntería rápida de la torre, puede facilitarse por medio de una línea visible, paralela al eje del cañón, pintada al tope de la torre, que permite al apuntador de dirección encontrar facilmente el blanco.

Espolón y Fuego de Enfilada

En caso de que un buque, de batería descubierta, se hallare amenazado de "fuego de enfilada" por proa o popa, debe apuntar la artillería que no estuviere ocupada en dirección de la eslora para que presente menor blanco al tiro del enemigo, haciendo colocar a resguardo de la mejor protección disponible a las dotaciones de reserva o inactivas.

En la hipótesis de recurrir al empleo del espolón, los cañones que no alcancen o no sean efectivos contra el

enemigo, deberán apuntarse en dirección de la quilla y sus dotaciones abrigarse bajo coraza, como en el caso anterior. Los cañones que puedan utilizarse no cesarán el fuego, conservando las alzas en punto en blanco tan luego como la distancia lo permita.

En la inminencia de un golpe de espolón, se debe avisar al oficial de guardia en la máquina, para que provea en el sentido de evitar que las personas u objetos puedan ser lanzados sobre los órganos en movimiento de la máquina.

Puestos y trozos de reparaciones

La facilidad de reparar rapidamente las averías de combate, puede influir sobre el resultado de la acción. Cada buque debe tener un contingente destinado a ese objeto, y el detalle de su organización depende de la naturaleza del buque. Damos las siguientes líneas generales como indicación de las medidas que han de tomarse.

a) En los buques grandes, deben existir dos lugares de fácil acceso, destinados a "puestos de reparaciones" y situados, de preferencia, uno a popa y otro a proa, bajo la cubierta acorazada. A la orden de "Preparar el buque para el combate", cada "puesto" debe proveerse con todas las herramientas y material necesario para la ejecución de reparaciones rápidas.

b) En los buques pequeños basta un puesto y un trozo, organizado según los principios establecidos en el caso anterior.

El carpintero será el jefe del servicio de reparaciones. Los núcleos de los trozos estarán constituídos por un ayudante carpintero, un herrero y un electricista, auxiliados por la gente disponible de los otros cargos. El mismo expediente se puede aplicar al personal de máquinas, con tal que no se perjudique la eficiencia de los respectivos servicios.

Roles del buque

Todos los buques deben tener un rol comprensible,

que señale los puestos de combate de los oficiales y tripulantes y explique en detalle lo que se debe hacer a la señal de "zafarrancho de combate" y a la de "rompan el fuego", del mismo modo que los roles de incendio, zafarrancho de casco, colisión, en los cuales se encuentren los detalles de estos ejercicios. El rol del buque debe abarcar en plan, todo el buque y en sus detalles, todas las contingencias de previsión razonable.

El rol debe comprender lo siguiente:

a] el modo de obrar en los *incendios en combate*;

b] las estaciones de los *equipos de reserva* y las funciones en el aprovisionamiento, trasporte, etc. del material para las dotaciones empeñadas;

c] oficiales y tripulantes que se ocupan en la *determinación y trasmisión de las distancias* y los métodos empleados.

d] defensa contra ataques de *torpederos*, determinando los sectores de los cañones y proyectores.

e] los métodos del *fire-control*;

f] los servicios de las dotaciones de las baterías secundarias, cuando no son utilizados en sus cañones;

g] el almacenaje y aprovisionamiento de *municiones* y dónde deben colocarse las reservas;

h] dónde se encuentran los *fusiles y pistolas* y las municiones respectivas;

i] los *trozos de reparaciones* y los lugares donde han de instalarse;

j] los métodos sucesivos de *gobierno*, según las emergencias, y los hombres del timón para todos los puestos;

k] las *puertas estancas y escotillas* que deben conservarse abiertas y los encargados de cerrarlas, a una señal del puente o en una emergencia;

l) los lugares de los puestos de *socorros inmediatos*, explicando claramente lo que se debe hacer con los heridos de cada división.

m) los depósitos de repuestos y *artículos de artillería*;

n) una explicación de los toques de corneta, etc., etc.

Alarma general y llamadas

Las *campanas de alarma general* se pondrán en funcionamiento para indicar una emergencia grave y la necesidad de una inmediata acción de los oficiales y tripulantes de la dotación.

El *toque de corneta* indicará la naturaleza de la emergencia y debe hacerse simultaneamente con el toque de las campanas eléctricas, de manera que el cuarto de cubierta y los hombres en las cubiertas bajas sean prontamente avisados. El *toque* será repetido en cuanto cesen las campanas y se hará en los sollados a fin de que todos vayan al lugar que deben, sin confusión ni demora. Para esto, también será del deber del oficial (menos antiguo) de servicio, del *quartermaster*, del ordenanza de señales, informar a la máquina, por el tubo acústico o teléfono, de la naturaleza de la emergencia, así que el toque la haya indicado, para que la persona encargada de la máquina sepa lo que precisa hacer.

Ejercicios de Artillería

La *excelencia en artillería* es apreciada por la rapidez en herir el punto apuntado. Por elevado que sea el porcentaje de impactos, si no fueron obtenidos con la máxima rapidez posible, el cañón no ha rendido su máxima utilidad. Por grande que sea la rapidez de tiro, un cañón mal apuntado sólo es una arma inútil. La excelencia en el tiro requiere, por consiguiente, como condiciones esenciales: 1a. *Exactitud de la puntería*; 2a. *Rapidez de tiro*.

La exactitud de tiro depende, en resumen, de:

1] Exactitud de la puntería.

2] ajustamiento correcto del alza.

Exactitud de puntería depende de la habilidad individual del apuntador, que puede ser desarrollada; y de las condiciones en que se mantiene el alza, el cañón, el montaje y los varios aparatos que afectan la exactitud del tiro.

El ajustamiento exacto del alza depende de exactitud de las órdenes dadas, por el oficial de división o por el

encargado de la artillería, al alcero. Esto depende de la corrección de regulación del alza, el más difícil problema de la artillería. El encargado del alza debe cumplir rigurosamente las órdenes recibidas, con exactitud y presteza. Como todos los errores tienen que corregirse por la alteración del alza [continuando el apuntador con la vista en el mismo punto] nunca se prestará demasiada atención a esta tan importante parte del problema del tiro.

La rapidez del tiro depende de:

1) rapidez de carga

2) rapidez de puntería y fuego.

Rapidez de tiro es una habilidad, susceptible de perfeccionamiento, dependiente de:

1) de la rapidez con que cada miembro de la dotación ejecuta su deber;

2) de la *armonía de conjunto* [team-work] de la dotación, lo que significa que cada hombre debe ejecutar su trabajo en el cañón, en el momento preciso y exactamente en la sucesión debida y, en seguida, desocupar el lugar, para no interrumpir los servicios de los otros miembros de la dotación.

3) de la *precisión* con que cada individuo ejecutare su tarea en el cañón. Exactitud y prolijidad en los detalles, aún a costo del tiempo, forman el requisito esencial de la *rapidez de carga*; el deseo, loable, de conseguir mayor rapidez, puede causar serias demoras por atropellamiento, confusión y accidentes, pudiendo conseguirla por la precisión de los diversos movimientos. Por ejemplo, la caída del hombre que trasporta el proyectil puede, muy fácilmente, ocasionar un atraso mayor que el tiempo que se emplea en cargar y disparar varios tiros.

La *rapidez en apuntar y disparar* depende, así como la exactitud de puntería, de la pericia del apuntador y de las condiciones del alza, cañón montaje, etc. pero, sobretodo, de las condiciones del montaje y conexiones eléctricas. Un apuntador perito, disponiendo de conexiones perfectas y montaje correcto, se halla preparado para hacer fuego en cuanto sabe que el cañón está listo, alcanzando, en

los tiros apuntados, la misma rapidez que en los no apuntados.

Por lo dicho, es evidente que la pericia en el tiro, evaluada por la rapidez en alcanzar el punto apuntado, no depende únicamente del apuntador, sinó de la ejecución perfecta de los servicios encomendados a cada una de las personas que concurren a la operación. La rapidez de tiro sólo puede conseguirse por la unión de los esfuerzos de los elementos de la dotación.

El Oficial de División

Su *principal deber* es el perfeccionamiento de su división y, por consiguiente, el de cada dotación de cañón, en el más alto grado de excelencia. Se le entregan los cañones y sus respectivas dotaciones y con éstas, despues de un período determinado de entrenamiento, debe estar en condiciones de tocar rapidamente el blanco.

Para la consecución de este fin, no hay puntos de detalle que puedan menospreciarse u omitirse, y cuando el oficial haya realizado el objetivo que persigue, puede estar satisfecho de haber contribuído, con todo su valor individual, al éxito en el momento supremo, objetivo único de todo el entrenamiento.

Libro de notas e informaciones.—El oficial debe comprobar y anotar las velocidades iniciales para las cuales se regularon las alzas y la clase y cantidad de pólvora necesaria para esas velocidades iniciales. Debe conocer, también, la presión normal, la presión máxima que no se puede exceder, el tipo y longitud del arma [en calibres], el radio de las alzas, el ángulo permanente de las mismas, etc.

Para cada cañón, debe preparar una tablilla que muestre los siguientes datos, para distancias de tiro de: ejercicio, combate y grandes alcances:

a) el ángulo de elevación;
b) el „ „ caída;
c) duración de la trayectoria del proyectil;
d) zonas peligrosas para 17 piés (altura del blanco);
e) la deriva (en yardas) en el blanco, sin corrección;

f) la distancia lateral, sobre el blanco, comprendida por una división de la escala de las deflexiones, y el valor de la deriva corregida y sin corregir, para varios alcances;

g) los desvíos laterales causados por la acción de los vientos, para intensidades y direcciones diferentes;

h) las distancias verticales, sobre el blanco, correspondientes a varios alcances, para cada variación de 100 yardas en el alza;

i) el efecto (en yardas) sobre el alcance, de variaciones de uno por ciento en la densidad del aire;

j) las condiciones de las trayectorias, en varios alcances, para la graduación de las espoletas de los proyectiles;

El oficial de división debe conservar un "memorandum" de la acción de los varios índices de la pólvora con relación a distancias conocidas, introduciendo en sus notas todas las informaciones dignas de crédito que pudiera haber conseguido. Esos datos deben anotarse en un libro especial y de modo que puedan encontrarse facilmente en cualquier situación.

Un buen apuntador conseguirá agrupar sus tiros si conserva siempre la puntería sobre el mismo objeto; y si tira con igual perfección en rapidez, habrá satisfecho lo que de él se puede exigir; pero no basta eso *al cañón*, corresponde al oficial de división o al encargado de la artillería modificar la distancia y las compensaciones laterales, de modo que los tiros sean *agrupados en el blanco*. El apuntador no es *el tirador* (marksman), lo es el oficial, quien, por consiguiente, debe tener, en las puntas de los dedos, los datos que necesita para dirigir rapidamente los tiros sobre el blanco.

A fin de poder *adiestrar* inteligentemente sus dotaciones, en el más alto grado de eficiencia, el oficial de división debe conocer las funciones individuales de cada uno de los miembros de la dotación y saber cómo se consigue ese resultado del mejor modo posible. Debe insistir, en todos los ejercicios, en los diversos modos de entrenamiento de las dotaciones, así como en la práctica en el cañón, en la minuciosa observancia de los menores deta-

lles de las operaciones teniendo siempre presente que cualquier ejercicio ejecutado sin observar todos los detalles indispensables en el tiro real, o sin interés por la perfección, es *altamente perjudicial a la dotación del cañón*". Es necesario inculcar en el espíritu de esos hombres que todos los detalles mencionados en los reglamentos de ejercicios deben ser aprendidos, para evitar la reproducción de errores que fueron cometidos por otro. Ningún apuntador puede conseguir un gran número de impactos por minuto sin que su respectiva dotación sea capaz de mantener una carga rápida y continua. La dotación debe ser ejercitada en la rapidez de tiro de preferencia a ser *instruída en eso*.

En el ejercicio en el cañón, la dotación debe ser adiestrada para la gran emergencia del combate y, en esa ocasión, cada fracción de segundo es valiosa; el único medio de conseguir que una dotación sepa utilizar esa fracción de segundo, en combate, es ejercitarla en tiempo de paz.

Jefes de torres

El jefe de torre es, después de los oficiales, la mayor autoridad de la torre. Debe ser capaz de substituir a los oficiales en sus ausencias. En la ausencia del oficial, el jefe de torre queda encargado de élla, ejecuta los ejercicios ordinarios, aún los de tiro al blanco, y comanda la torre en combate, de la misma manera que lo haría el oficial, si estuviese allí. A sus deberes diarios corresponden el cuidado, limpieza y eficiente conservación de todo cuanto pertenezca a la torre. Debe dar sus órdenes a los jefes de cañones, dotaciones y equipos de municiones y velar por su cumplimiento, vigilando los servicios y auxiliándolos cuando sea menester. Es el responsable, ante el oficial, de la ejecución perfecta de los trabajos que se hagan en la torre. En vista de sus atribuciones generales, es indispensable que adquiera un perfecto conocimiento de la artillería de la torre y que conozca minuciosamente los detalles de los diversos aparatos a su cuidado.

Jefes de cañones

El jefe de cañón, además de sus deberes en su puesto individual en el cañón, es el encargado de la pieza y de su dotación. No se le debe permitir considerar sus funciones en conjunto.

Es responsable, ante el oficial de división, del buen estado del cañón, montaje y accesorios, y del entrenamiento de su dotación particular, debiendo poseer:

Un conocimiento práctico completo de su cañón, montaje, accesorios, municiones, etc., y del aprovisionamiento del arma.

Habilidad para encargarse del adiestramiento e instrucción de la dotación en los detalles prácticos del arma, sin intervención del oficial.

Habilidad ejecutiva para mandar un grupo de hombres, haciéndolos ejecutar todos los detalles del ejercicio y mantener el cañón y montaje en excelentes condiciones.

Es el encargado inmediato de los ejercicios con los aparatos mecánicos de entrenamiento de la dotación, debiendo, por consiguiente, comprender claramente el empleo de los instrumentos y el fin a que están destinados.

Grupo de Puntería

Lo forman el apuntador, el apuntador de direción y el alcero. El apuntador debe tener presente que ejerce un cargo de gran importancia. El buque está construído con el fin de utilizar su artillería y durante toda su existencia, apenas podrá combatir durante algunos minutos; si, en estos breves instantes, un apuntador, por exceso de confianza o descuido de algunos detalles del entrenamiento, no consigue tirar rigurosamente y tan de prisa como sea posible, desde que el cañón está cargado, habrá sacrificado su buque por haber ocupado una de sus importantes posiciones ofensivas sin ocasionar al enemigo el máximo daño posible.

Debe siempre visar el mismo *punto designado*, de manera que sus tiros se agrupen en una área pequeña; no

teniendo nada que ver con la corrección de las alzas, ni con el punto de caída de los proyectiles, no puede modificar su punto de mira. La distancia es determinada por los encargados de hacerlo y cualquiera tentativa de su parte para modificarla sólo puede producir error y confusión.

Se necesita habilidad para apuntar exactamente al mismo punto, en cada disparo, especialmente cuando el barco balancea o cabecea. La exactitud de tiro exige que los retículos estén sobre el blanco, por lo menos durante el "intervalo de fuego". Si el cañón no es susceptible de puntería constante, el apuntador debe ser ejercitado en apreciar el "intervalo de fuego"; para conseguirlo se necesita práctica contínua y mucha habilidad. La rapidez con que un apuntador puede apuntar y disparar el cañón, es un factor muy importante de su mérito, pero en su celo por conseguir rapidez, no debe olvidar que si los retículos no están *exactamente* "sobre el blanco", cuando el proyectil *deja el cañón*, errará el tiro seguramente, habiendo perdido todo el tiempo necesario para cargar, apuntar y disparar ese tiro, habiéndo engañado, al mismo tiempo, al oficial encargado de observar la caída del proyectil; por consiguiente nunca deberá sacrificar la exactitud a la rapidez. El "apuntador que dispara" debe dirigir la puntería del cañón diciendo al 2º. apuntador: *derecha*, *izquierda*, etc., conforme lo requiera el caso.

El *apuntador lateral* es el 2º. apuntador del cañón. Debe conservar su mira proximamente en la distancia, pero exactamente en la extensión lateral ordenada, y a menos que el apuntador le dé orden en contrario, debe conservar el cañón apuntado al centro del blanco o al punto designado; debiendo obedecer al apuntador, aunque tenga que sacar de pocisión su mira. Con alzas buenas es relativamente fácil conseguir una acción combinada entre los dos apuntadores.

El *alcero* debe mantener el alza en la indicación exacta [tanto vertical como lateral] que se le ordene, debiendo avisar al 2º. apuntador cómo se encuentra el alza del primero. Debe observar cuidadosamente el alza durante el fuego, con el fin de ver que no se ha movido de la posi-

ción en que fué colocada, por las conmociones de las descargas. Debe comprender que, a menos que el alza se conserve correcta, el apuntador perderá todos los tiros.

Se prohibe al apuntador intentar corregir errores verticales o laterales, modificando su punto de mira; por consiguiente, el encargado del alza y el oficial de división pondrán el mayor cuidado en ver que las distancias estén correctamente colocadas en el alza.

Cuanto más diestro sea el apuntador, mayor será su error en el blanco, por las incorrecciones en la regulación de las alzas a esas distancias.

Dirección de Fuego

El *entrenamiento elemental de dirección de fuego* se hace en los ejercicios de tiro simples, tirando los cañones a distancias medidas. Conociendo la velocidad, habiendo determinado las distancias en cada instante y hallado los alcances de las alzas, por medio de tiros de ensayo, sólo resta al oficial de la división indicar al encargado del alza las distancias [en el alza] y el valor de la deflexión, para tener la certidumbre de que todo tiro, apuntado con exactitud al centro del blanco, será un impacto.

Con un apuntador diestro y una plataforma firme, el primer tiro de una serie debe ser un impacto; el segundo y los siguientes deben tocar seguramente, el blanco, si las correcciones aplicadas han sido el resultado de una cuidadosa observación del tiro anterior. Con un control adecuado, los dos primeros tiros deben bastar siempre para colocar los demás en el blanco, aún con una alza un poco desarreglada o con un "error personal" del apuntador no compensado, o con distancia en el alza establecida incorrectamente por el tiro inicial. Por regla general, los errores laterales pueden corregirse con la observación del primer tiro; puede aceptarse alguna vacilación para alterar la distancia del alza por el error del primer tiro, pero si un segundo disparo produjese el mismo error, se hace imperativo el cambio de alza.

La gran táctica de la dirección de fuego tiene lugar

cuando todos los cañones de las baterías de un buque hacen fuego al mismo tiempo, a distancias no medidas y en condiciones variables, como es el caso de combate. En este caso, la distancia es determinada por el grupo telemetrista y trasmitida a la batería por el oficial de artillería, valiéndose de los indicadores de distancia o de cualquier otro medio de que disponga. La corrección de las distancias enviadas por el grupo telemetrista, debe hacerse por el encargado de la artillería con la observación de la posición del centro de impactos de los tiros; y esto, junto con la corrección lateral, le permite trasmitir a la batería los datos del alza para convertir el blanco en centro de los impactos. Conviene nuevamente, poner de relieve la gran importancia que tiene el que cada apuntador sea un hombre diestro, que tire solamente cuando su visual esté exactamente "sobre el centro del blanco" determinado; y tambien, la importancia de que todas las alzas estén igualmente colocadas, esto es, con las distancias de alza y correciones laterales enviadas por el oficial artillero, aunque ciertos cañones puedan aplicar, a las distancias trasmitidas, correcciones particulares, constantes, previamente establecidas. Esto producirá un agrupamiento de tiros que permitirá al oficial artillero hacer las alteraciones de alza necesarias para conseguir el agrupamiento en el blanco. De otro modo, le sería imposible sacar, de la caída de los proyectiles, conclusiones que lo guíen en la determinación de los errores existentes y la de las modificaciones a introducir en las distancias de las alzas, en conformidad con las informaciones telemétricas. En caso de interrumpirse las comunicaciones entre las divisiones y el oficial artillero, el oficial de división debe estar preparado para dirigir el tiro de su división, debiendo hacerlo desde un lugar que le permita, del mejor modo, observar y trasmitir las correcciones a los cañones.

Por la traducción

Victor Escudero.

Teniente 1o.

Notas Profesionales

Buques de Concreto

Del Scientific-American traducimos lo siguiente por ser de actualidad y porque necesitan conocerlo nuestros constructores de buques de cabotaje, a quienes tal vez, resulte más económico el sistema de construcción a que se refiere el señor R. G. Skerett, autor del artículo.

"Planteada la dificultosa cuestión de los buques y llegada al punto culminante la discusión sobre las embarcaciones de madera o acero, fué asombrado el público con la noticia de que se podían construir barcos de concreto de grandes dimensiones, aptos para el servicio. Para los legos en la materia, la idea de un barco de cemento pareció absurda y, a pesar de que los mejor informados demostraron que se podían construir embarcaciones flotantes de ese material, la opinión predominante fué que las paredes serían tan gruesas y el peso del casco tan grande que quedaría muy poco espacio para la carga. La idea para la mayor parte del pueblo fué la de una esperanza perdida en la lucha por el tonelaje, en contra de la campaña destructora de los submarinos. Es verdad que, en ciertos lugares del país, eran relativamente comunes las lanchas y pontones de cemento armado y que, por muchos años, con bastante éxito y economía, se habían empleado lanchones de concreto de 100 a 500 toneladas en el trasporte de arena y hormigón, en aguas completamente abriga-

das. Es cierto que esas embarcaciones se mostraron fuertes y de costo de conservación, comparativamente, pequeño; pero también lo es que todavía no tenían movimiento propio y que eran completamente inadecuadas para alta mar. No obstante, esas embarcaciones y pontones constituyeron un ingenioso comienzo, sobre el cual se pudo profetizar la construcción de los tan ambicionados buques de gran tonelaje. No es de admirar, por consiguiente, que, cuando los barcos de travesía quedaron en número excesivamente reducido para las exigencias del tráfico, los constructores navales e ingenieros, familiarizados con las estructuras de concreto, empezaran a proyectar buques de gran tonelaje de ese material, para el trasporte a través del océano. Debemos hacer presente que, antes de que nosotros entrásemos en esa revolución de la arquitectura naval, otros países escandinavos, obligados por idénticas condiciones, habían apelado al mismo recurso.

Los noruegos tomaron la delantera en este esfuerzo, y hace más de un año organizaron un astillero en Moss, cerca de 40 millas al Sur de Christianía. Los trabajos en este establecimiento fueron comunicados de un modo general por nuestro Cónsul en Christianía, pero, desde entonces, se ha hecho tanto, que merece mención detallada, y además Noruega tiene a su crédito el primer buque de concreto de alta mar, con movimiento propio. Este barco, el "Nansenfjord" ha hecho viajes de ida y vuelta entre Christianía y las Islas Británicas, que, dado el rumbo escogido para seguridad, representan un trayecto total de cerca de 2000 millas.

El "Nansenfjord" es de una sola hélice, movida por un poderoso motor a petróleo del tipo Diesel, y tiene un desplazamiento aproximadamente de 500 toneladas. Carga combustible suficiente para un viaje redondo y fué especialmente construído para el servicio entre Inglaterra y Noruega. No fué mucho después de comenzadas las hostilidades en Europa, que Noruega principió a sufrir intensamente por la escasez de material de construcción de acero, y fué ese estado de cosas el que indujo a Nicolay K. Fougener, quien ya había construído, en Filipinas, al-

gunos buques pequeños de cemento armado, a interesar a sus compatriotas en un establecimiento de construcción naval, en Moss. La urgente necesidad de aumentar buques encontró al público en buenas disposiciones y no hubo ninguna dificultad para conseguir fondos suficientes para la organización de un astillero, con capacidad para lanzar anualmente de 20 a 30 mil toneladas.

La construcción del primer buque principió en Junio de 1916, y a principios de 1917 el astillero había construido y lanzado 15 embarcaciones. Muchas de éstas eran lanchones para remolques en la costa y fué sólo hace algunos meses que el "Nansenfjord" quedó listo para el servicio. Las primeras embarcaciones capacitaron a la compañía para perfeccionar los métodos que ahora sirven de patrón, y actualmente el astillero tiene en gradas un barco de 4000 toneladas, bastante adelantado, y empezados uno de 1000 y tres de 1600; todos ellos deben ser movidos por motores Diesel, tipo Bolinder.

La misma compañía está construyendo también un buque faro de cemento armado, para el gobierno noruego, que, en cuanto esté listo, irá a estacionarse en el tempestuoso pasaje del Skagerat. Además de lo dicho, el astillero está construyendo un fuerte remolcador del mismo material y ha lanzado ya un dique flotante de concreto, con 75 toneladas de capacidad de suspensión. Basados en la experiencia adquirida en esos casos, han puesto ahora su interés en emprender la construcción de otros dos diques flotantes de cemento armado, capaces para levantar buques de 7000 toneladas de desplazamiento.

Estas diversas adaptaciones de cemento armado, muestran la vasta serie de aplicaciones de este material en los diferentes géneros de la arquitectura naval. La característica notable del método Fougener es necesitar una mínima cantidad de hierro forjado y emplearlo en forma de barras rectas o de rejillas. Este último material es semejante al empleado comunmente en el levantamiento de muchas de nuestras construcciones de cemento armado. Es decir, que en el sistema Fougener no son necesarios los travesaños que se emplean en casi todos los pro-

yectos americanos de barcos de concreto. En conclusión, el verdadero acero forjado, de alto precio, que con tanta insistencia se busca para la construcción de los buques totalmente de acero, no tiene aplicación en las embarcaciones de Fougener. Los materiales necesarios, de precio relativamente bajo, son los que pueden obtenerse fácilmente. En la ejecución de la construcción están suprimidas la costosa mano de obra del operario en acero y la del remachador, siendo substituidas por la del maestro albañil.

Este último no necesita conocimientos especiales; cualquiera de ellos, en poco tiempo, puede ser hábil en el trabajo. Por medio de una inteligente disposición del acero en forma de rejillas, el ingeniero Fougener hace las paredes del casco de un espesor variable entre un máximo de cuatro pulgadas, en las partes bajas, y un mínimo de dos y media, en las secciones más finas. Por otra parte, su casco es un cuerpo homogéneo y la unión entre el concreto y el metal del alma es perfecta; lo cual contrasta enteramente con otros planos de buques de cemento armado, asegurándoles un mayor valor después de un periodo de servicios en el mar. Si no fuese perfecta la unión, entre el concreto y el acero, el continuo zarandeo del mar conduciría a su separación y rotura, dando lugar a serias brechas en el concreto.

El ingeniero Fougener no recurre a los moldes generalmente empleados en las construcciones de concreto. El dispone el metal en forma de rejillas en una doble pared, colocando entre ellas el cemento. Naturalmente, la mezcla saldrá por las aberturas y formará protuberancias en las dos caras externas; estas protuberancias se aprovechan para la colocación de las capas interna y externa del buque. Las barras de acero que constituyen el refuerzo principal van, como es de presumir, colocadas entre las dos paredes separadas, formadas por el metal en forma de rejillas.

Las superficies exteriores de las paredes Fougener son terminadas a mano, pudiendo obtener de ese modo una cara bastante lisa. Se ha conseguido, así, un frota-

miento sorprendentemente pequeño, que hace muy fáciles de remolcar a las barcazas construidas. Es muy probable que en el futuro se empleen máquinas para colocar la mezcla en el espacio que le está destinado, quedando para hacer a mano únicamente el alisamiento.

No cabe duda sobre la ventaja de la impermeabilidad; se consigue agregando al concreto, cuando está en el estado de mezcla, una materia coloidal. El agua, al retirarse de la masa deja en cada poro un depósito coloidal que, cuando vuelve a ser alcanzado por el líquido, se hincha y cierra el paso, por el cual, de no ser así, se filtraría el agua. Se dice que el proceso es enteramente satisfactorio y, naturalmente, ese agente protector es una notable garantía de la durabilidad del concreto.

Como comparación, es interesante examinar las fotografías de las construcciones de buques de concreto practicadas según el sistema más usual de moldes. Las dos fotografías que acompañan a esta reseña, son de un buque que deberá lanzarse en Marzo en San Francisco. Su costo está calculado en 750 mil dollars, contra dos millones que habría costado hacerlo de acero".

Bateas insumergibles

De la Revista General de Marina

Las Marinas inglesa e italiana están empleando, con gran éxito, una nueva arma en la ofensiva contra Austria en forma de *bateas*, en las que montan cañones de grueso calibre.

Theofilo Schneider, natural de Boston, sometió, a primeros de 1917, al Gobierno inglés un proyecto de batea insumergible de poco calado. El Almirantazgo lo desechó diciendo que la idea era impracticable. Desde las pérdidas de buques franceses e ingleses en los Dardanelos se ha pensado seriamente en el desarrollo de tales bateas.

Mr. Schneider dice: "Siempre ha existido la lucha entre el cañón y la coraza, correspondiendo a un aumento de ésta otro en la penetración del cañón, de modo que

el aumento de uno de estos factores inevitablemente trae el del otro.

"Por esto crecen las dimensiones de los acorazados para poder llevar con la debida coraza cañones apropiados. No se ve otro límite que el de las condiciones físicas de la construcción práctica.

"Dos defectos graves presentan los *dreadnoughts* que crecen con el tamaño: el peso de la coraza, por encima de la flotación, es protección cuando el buque está intacto, pero es una amenaza cuando se afecta la flotabilidad por averías en el casco. Los pañoles de municiones, aunque se coloquen en los sitios más protegidos, son aún vulnerables, y una simple explosión puede ser suficiente para destruir el buque.

"La introducción de minas y submarinos enseña un tercer defecto; el calado necesario los expone francamente a los torpedos y minas de contacto.

"El gran desarrollo de las minas, y especialmente de los submarinos, parece demostrar la posibilidad de emplear los *dreadnoughts* para ataques de costas u operaciones en ellas. Las costas enemigas protegidas por minas no deben atracarse; las aguas infestadas por submarinos deben evitarse; parece que el bloqueo de una costa en la antigua aceptación pronto parecerá imposible.

"Ni Inglaterra con su poderosa Marina y la de sus aliados se atrevería a exponer los barcos contra un choque desesperado de la Marina alemana.

"Los acontecimientos de los Dardanelos prueban bien claramente el peligro. Las bases alemanas han estado inmunes, prácticamente, contra los ataques por mar, y las *ratas están aún en sus madrigueras.*

"Pero el problema debe mirarse desde otro punto de vista, no pensando en barcos de los usuales.

"Para defensa de costas y para ataques en aguas territoriales un barco, es, en último término, simplemente una plataforma protegida con artillería.

"Sustituir la idea de un *barco* por la de una *plataforma con cañones*, desde luego parece factible la resolución del problema con tal orientación.

"Si estas plataformas pueden construirse de tamaño suficiente para conducir los mayores cañones, con flotabilidad suficiente para soportarlos y construídas de modo que sea necesario para destruirlas algo más que la explosión de un torpedo o mina, el problema parecería resuelto.

"El cilindro hueco, probablemente, es la forma unitaria de mayor flotabilidad. Un cierto número, colocados paralelamente, formarían una plataforma de gran flotabilidad y sería prácticamente insumergible, porque sólo las secciones exteriores de los extremos serían destruídas. Las interiores quedan enteramente protegidas por las exteriores.

"Aquellas pueden contener los pañoles, tanques de aceite, maquinaria, etc.

"Montada en estas plataformas o balsas, estaría una torre equipada con los cañones más grandes, con cañones de tiro rápido como batería auxiliar, antiaéreos, y de calibres pequeños tantos como sean necesarios.

"Parece posible construir un tipo total o prácticamente sumergible llenando de agua un cierto número de compartimientos. Con ello se puede asegurar o restablecer el equilibrio en caso de destrucción de uno o más cilindros de una banda, llenando de agua igual número de cilindros de la opuesta.

"Debe expresarse que estas balsas no se pretende, ni nunca llegarían a reemplazar los cruceros y los dreadnoughts. Su empleo debe limitarse a la defensa de costas y puertos, y para atacar en aguas jurisdiccionales".

Mr. Schneider cree que un ataque con éxito puede llevarse a cabo con balsas con cañones, contra las bases navales alemanas.

Casi todos los peritos están conformes en que sólo pueden operar contra las bases alemanas los barcos de poco calado, que todos, como los torpederos y *destroyers*, llevan cañones demasiado pequeños para obtener éxito.

Las balsas pueden emplearse para proteger los desembarcos donde actualmente sería imposible.

Estableciendo un círculo de éstos alrededor de Heli-

goland, operando contra esta base de submarinos, cree que puede alcanzarse éxito contra ellos.

Se emplearía el siguiente método: Los cañones de balsas fuera del límite del alcance de los cañones alemanes, obligarían a los submarinos a sumergirse desde la salida, y a continuar así hasta estar fuera de tiro de los cañones de las balsas. Dado que se sabe el tiempo que puede permanecer sumergido un submarino, puede deducirse el punto donde ha de emerger, y puede estar acechado por barcos cuando salga a flote.

Mr. Schneider no ha completado todos los detalles técnicos de construcción de este tipo que cree debe dejar a los ingenieros y constructores. Pero la idea principal es la suya, y con ella da ciertas ideas de base de construcción. Cree que los compartimientos de los cilindros deben ser de 6 a 9 metros de largo y que una balsa tendría unos 40 a 50 cilindros.

Las balsas serían de tamaño proporcionado a su empleo, unos 60 a 90 metros de eslora.

Podrían disponerse para navegar lentamente con sus propios medios si así se deseara.

Bajo la protección de los cañones grandes conduciría minadores, rasteadores de minas, colocadores de redes contra submarinos, etc.

Naturalmente, sin suficiente número de balsas colocadas a distancias convenientes para apoyarse mútuamente, un fuego concentrado podría destruirlas. Pero sería preciso destruir muchas balsas para llegar a una pérdida igual a la de un sólo *dreadnoughts*. Una balsa es blanco mucho menor.

Estos no son todos los casos en que pueden emplearse las balsas. Podrían ser dotadas también para servir de bases de submarinos temporalmente.

Mr. Schneider tiene gran fé en la construcción de balsas no sólo por las funciones que los barcos grandes no pueden desempeñar, sino porque pueden construirse baratas y rápidamente, y la rapidez es la esencia de la estrategia.

Los italianos han empleado balsas similares contra los austriacos en Trieste y Pola.—(*Baltimore News.*)

Cruceros submarinos

Del "Naval and Military Record" de 7 de Noviembre

Se sabe que han llegado a poder del gobierno de los Estados Unidos informaciones de que Alemania está construyendo cruceros submarinos de un nuevo tipo. Según el corresponsal de "The Times" en Washington, un oficial de la marina francesa que trató de obtener colocación en los astilleros de Kiel, y que volvió ultimamente a Francia, declaró que estas nuevas armas estaban casi listas. La suposición natural es que estos buques son realmente cruceros ligeros construídos para pasar por debajo de la escuadra bloqueadora y aparecer en el Atlántico como raiders fantasmas, capaces de grandes proezas de destrucción del comercio. Si es cierta esta información, es de presumir, puesto que vino de un oficial francés, que no haya sido comunicada solamente al gobierno americano, sinó que también hayan sido informadas las autoridades navales de ese país. En este caso, ciertamente el asunto debe haber sido bien estudiado.

Desde que comenzó la guerra submarina han llegado noticias de esa especie, pero sin visos de autoridad. Naturalmente, no es imposible constrir submarinos del tamaño de cruceros ligeros, pero la cuestión es saber si un tal submarino tendrá más valor, en trabajo y material, que el equivalente en un grupo de submarinos pequeños. Además debe ser materia de detenida consideración si el dicho crucero submarino será tan invulnerable, como uno de menores dimensiones, para el ataque. Debe operar sin duda, con algunas desventajas. En superficie debe presentar mayor blanco, pudiendo por consiguiente, ser más facilmente alcanzado, tardando, por otra parte, mucho más tiempo en sumergirse. Además de estos puntos de regular importancia hay que tener presente que la dotación debe ser más numerosa y que la pérdida, en caso de destrucción, será mucho mayor.

Mirando la cuestión desde otro punto de vista, ¿Tal buque podrá, llevando probablemente mayor número de

cañones, o de mayor calibre, y provisto de más torpedos, estar en condiciones de poner fuera de acción el número creciente de buques mercantes que han sido armados para contrarrestar al tipo usual de submarinos? Difícilmente podríamos juzgar que el Almirantazgo dejará de investigar esta noticia y examinar el asunto con las luces del completo conocimiento que tiene de los modos característicos de ataque a los submarinos. Las declaraciones hechas por el primer lord del Almirantazgo muestran que las autoridades navales han obtenido un progreso en el problema submarino, y no dudamos de que se harán todos los esfuerzos para anular cualquier otra maquinación diabólica que pueda preparar el enemigo".



Publicaciones Recibidas

ARGENTINA

Revista Militar — Boletín del Centro Naval — Lloyd Argentino—La Ingeniería.

BRASIL

Revista Marítima Brazileira.

COLOMBIA

Memorial del Estado Mayor del Ejército.

CHILE

Memorial del Ejército—Revista de Marina.

ESPANA

Revista General de Marina—Vida Marítima — Unión Ibero Americana.

FRANCIA

L'Illustration.

INGLATERRA

Engineering—The Graphic—El Comerciante—El Marconigrama.

ITALIA

Rivista Marittima—Rivista Náutica. Italia Navale—Lega Navale.

MEXICO

Revista del Ejército y Marina.

NORTE AMERICA (ESTADOS UNIDOS)

Boletín de la Unión Panamericana — Inter-América—United States Naval Institute Proceedings—Journal of the United States Artillery—Weekly Commercial News.

NACIONALES

Ingeniería—Boletín de Minas—Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas—Boletín del Ministerio de Relaciones Exteriores—Boletín del Ministerio de Guerra y Marina—Boletín del Ministerio de Fomento — Boletín de la Sociedad Geográfica.

D 89

ESTADO MAYOR GENERAL DE MARINA
BIBLIOTECA

Necrología



En la plenitud de la vida falleció el 22 del mes próximo pasado, en la capital de la república, el señor capitán de navío D. Hector U. Carbajal, jefe distinguido de nuestra armada, en la cual su independencia, caracter franco y noble espíritu, le captaron las mas grandes simpatías.

Hijo del hoy 2o. vicepresidente de la república, señor contralmirante don Melitón Carbajal, estaba llamado a ocupar un papel importante en nuestra marina de guerra.

Ingresó como alumno a la "Escuela Naval" en 1888, cuando después de la guerra con Chile, en la administración del benemérito general Cáceres, fue instalado este instituto a bordo del vapor "Perú"; graduose como guar-

diamarina en 1894 y desde esa fecha prestó sus servicios en los distintos buques de nuestra armada. Fué profesor de las cátedras de Artillería y Torpedos. En dos ocasiones formó parte de las comisiones que el gobierno enviara a Europa para la adquisición de material naval, siendo la última de éstas la que corrió con la vigilancia en la construcción de los cruceros "Grau y Bolognesi", en la que le cupo particularmente como misión, recibir la artillería de estos buques. También formó parte de la Comisión Hidrográfica en donde realizó importantes trabajos. En estos últimos tiempos fué 2o. comandante del crucero "Lima", 2o. comandante del crucero" Bolognesi" y comandante del trasporte "Iquitos",puesto este último, en el cual, por razón de salud, pidió su pase a la disponibilidad, condición en que le sorprende la muerte.

Acongojados, ante la cruel realidad, todo el personal de jefes y oficiales de la armada acompañó hasta su última morada los restos del malogrado comandante. Y ahí despidiendo al camarada para siempre hablaron en frases muy sentidas los señores capitán de navío D. Carlos García Rossel y capitán de fragata D Germán Stiglich. Ante la tumba que iba a cerrarse guardando los despojos del amigo bien querido, al pié de la cual se desvanecen todas las materialidades de la vida, y surge impenetrable y majestuoso ese mas allá misterioso y eterno, poseidos de la mas grande emoción, todos no lo dudamos, en esa triste y última de las despedidas, sintieron en esos momentos que se desprendian de las fibras mas íntimas del corazón, intensos y tiernos sentimientos para depositarlos como ofrenda del afecto que le profesábamos.

La redacción de la revista de marina cumple con expresar a todos los deudos del extinto su mas sentida condolencia.

Revista de Marina

Año III Julio y Agosto de 1918 No. 4

Ideas generales sobre servomotores y algunas máquinas auxiliares empleadas a bordo.

1.—Consideraciones.—Es aplicable a los servomotores de vapor lo que ya hemos dicho al tratar de los servomotores hidráulicos, los cuales son unos aparatos interpuestos entre un manipulador que generalmente es el hombre, y un esfuerzo que se debe vencer por intermitencias, estos mecanismos obran como motores cuando el manipulador lo ordena, cesando de actuar en seguida para transformarse en freno cuando la acción directriz del hombre cesa de ejercerse.

Los servomotores de vapor podemos clasificarlos también en dos clases con respecto a los movimientos que realizan: servomotores de traslación *rectilínea discontínua* y servomotores *de rotación discontínua*.

2.—Servomotores a vapor de traslación rectilínea discontínua.—Los aparatos de esta clase que se emplean a bordo para accionar el cambio de marcha en las máquinas motrices realizan su funcionamiento en armonía con la disposición que indica el esquema de la figura 1.

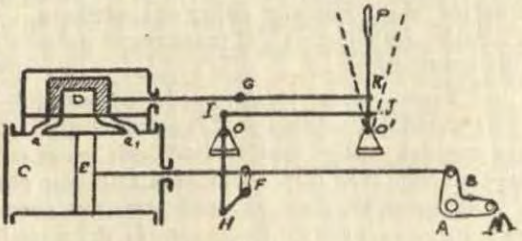


Fig. 1

En ella, *A* nos representa el árbol de cambio de marcha y *AB* la palanca, cuya extremidad *B* puede recibir un desplazamiento angular determinado en amplitud total por el camino que debe realizar el sector

de cambio de marcha ligado a la palanca AM por medio de la barra de suspensión no indicada en la figura, pudiéndose mover según esta medida en un sentido o en otro y en cantidades limitadas por pequeñas que sean.

La extremidad B es guiada por la biela FB articulada al vástago de un émbolo E de sección suficiente para producir el efecto deseado. Este sistema, tal cual lo hemos considerado hasta ahora, no llenaría el objeto deseado, pues la simple apertura del distribuídor D, que supondremos de concha y sin recubrimientos, daría por resultado un movimiento brutal o ilimitado con peligro de rotura de las piezas que forman el mecanismo. Con este motivo, para limitar los movimientos del émbolo a la voluntad del operador, el distribuídor D está unido por medio de su vástago DG y de la biela GK a la palanca de mano $O'P$, cuyo centro de rotación está en O', la que a su vez está unida por medio de la barra IJ al paralelógramo articulado $IOHF$, teniendo uno de sus brazos IOH, un punto fijo O en torno del cual éste puede realizar sus desplazamientos.

Si ahora el émbolo E está inmóvil y damos un traslado a la palanca de mando hacia la derecha, la palanca arrastrará al sistema articulado KGD y con ella al distribuídor en el mismo sentido, el cual deja descubierta la canal a lo que da lugar a que el vapor pueda admitirse en la cara izquierda del émbolo; éste se traslada en seguida hacia la derecha y pone en movimiento a todo el mecanismo. Puede observarse entonces, que en el desplazamiento que realiza el émbolo E, el punto F que es solidario del vástago de esta pieza se desplaza igualmente, y si la mano del operador no acciona la palanca de mando, el émbolo en su traslación lleva consigo al sistema de palancas $JIOHF$ determinando la reposición del distribuídor a su media carrera. Ahora, si en este caso se sigue moviendo PO' hacia la derecha, el émbolo seguirá también desplazándose. Eso sí, se debe tener cuidado de regular la longitud de las barras, de manera que si el émbolo está en uno de sus puntos muertos, el distribuídor cubra exactamente los conductos a a' de admisión. La simetría del mecanismo permite la maniobra en sentido contrario.

El resultado obtenido puede reasumirse de esta manera: la extremidad de la palanca AB sobre el cual actúa la resistencia sigue exactamente el movimiento de la palanca de maniobra $O'P$, reproduciendo su sentido, su continuidad o sus intermitencias.

Como se ve, pues, el mecanismo que permite obtener estos resultados debe presentar como carácter esencial el tener un distribuídor que esté colocado a la vez bajo la dependencia de la palanca de maniobra y de las articulaciones que mueve el émbolo; estando hecho además de tal manera, que cuando la acción del hombre cesa, el motor coloca por sí mismo el distribuídor en la posición de parada.

Fácil es darse cuenta que la simple disposición esquemática que acabamos de estudiar puede ser resuelta de muchas maneras.

En muchos casos los órganos pueden limitarse a los que acabamos de indicar; como por ejemplo, cuando el servomotor trate de vencer una resistencia que cese con el movimiento mismo; pero cuando se trata de vencer, como sucede con el árbol de cambio de marcha la reacción del sector en las posiciones donde presenta una gran oblicuidad, será preciso que el servomotor presente pequeñas alteraciones que pueden observarse en los aparatos que vamos a estudiar más adelante.

3.—Servomotores para el movimiento de rotación discontínuo, su principio.—Estos aparatos como su nombre lo indica están destinados a producir desplazamientos angulares de más o menos amplitud a un árbol, como sucede en el caso de la caña del timón. Un motor de rotación dispuesto para dos sentidos de marcha, sería una solución incompleta del problema, puesto que para volver el motor a la parada sería preciso volver el sector, con la mano a su punto medio.

El servicio exige que el motor permanezca en actividad mientras que el manipulador lo obligue a estar en movimiento; pero que pare instantáneamente el motor en una posición cualquiera sin que destruya el movimiento realizado desde que el manipulador cesa de actuar.

Como existe una variedad grande en estos aparatos vamos a considerar primeramente la disposición de principio de los empleados para mover la caña del timón.

La fig. 2 nos dá esta disposición de principio que realizan con pequeñas alteraciones muchos de los servomotores empleados con este fin. Sea el distribuídor D de un cilindro de vapor dentro del cual se mueve un émbolo cuyo vástago está acoplado por medio del travesaño h y de la biela hx, al botón de la manivela x constituída por la volante fija a un árbol E en el cual va dispuesto un tornillo sin fin que engrana en una rueda dentada que forma parte de un tambor T, el que gira en torno del eje eg presentando una ranura helicoidal en la cual va envuelta la cadena cuyas extremidades están enlazadas a los guardines del timón. En el tornillo sin fin engrana una rueda F que puede entornillarse o desentornillarse en el eje Fb, el cual lleva en su otra extremidad, como se ve en la figura, un piñón que su chabeta le permite al dicho eje deslizarse hacia a la derecha o hacia la izquierda de ésta, de modo que al girar la rueda F, movimiento que puede hacerse mover por medio de la volante de mando V y de los piñones P, P' y P'', como F, ni el piñón pueden desplazarse en ningún sentido, será el eje Fb el que se entornillará o desentornillará en F. En su extremidad exterior lleva dicho ejeuna cavidad anular en la que encaja a frotamiento suave para no impedir la rotación, la extremidad ahorqui-

llada *b* de una palanca que tiene su punto de apoyo en *a*, y que en el punto intermediario *O* se acopla con el vástago del distribuídor *D*. De esta manera la palanca *ab* puede girar en un cierto desplazamiento angular en torno de *a* y su extremidad *b* ir de izquierda a derecha o viceversa, lo que hará que el vástago del distribuídor siga el mismo movimiento, por estar acoplado a ella por medio de su vástago.

El distribuídor es normal, es decir no tiene recubrimientos,

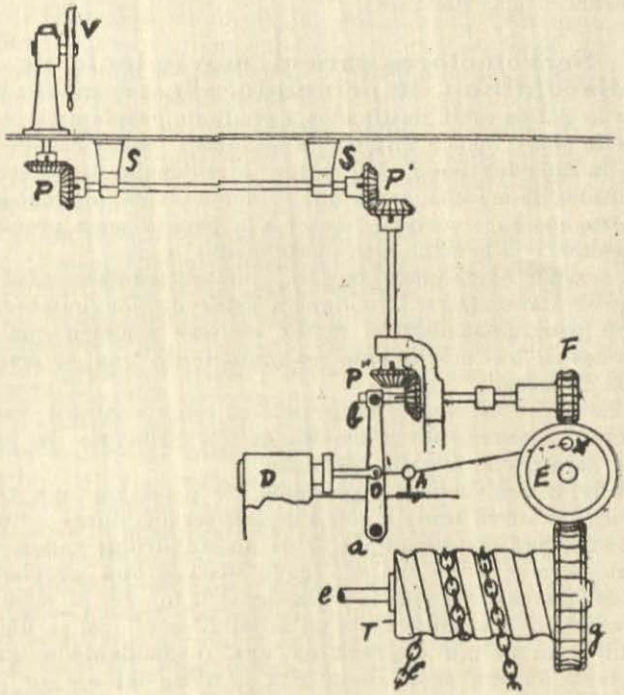


Fig. 2

y una vez desplazado para permitir que ingrese el vapor en el cilindro, merced a la disposición que guía al piñón, el motor hará únicamente un número de revoluciones proporcional a la variación angular imprimida a la volante *V* instalada en el puente. Desde este lugar la rueda de gobierno *V*, puede, movida por el timonel y merced a los ejes y a los piñones *P*, *P'* y *P''*, hacer girar el eje *Fb*.

Ahora, si suponemos la máquina parada y con vapor, y hacemos girar la volante *V* un cierto ángulo, el eje *Fb* que hemos di-

cho está roscado en la extremidad en que recibe la rueda F, se entornillará o desentornillará en éste.

No pudiendo girar F mientras no gire el tambor T permitirá que el eje Fb se traslade arrastrando la extremidad b de la palanca aob, la cual, girando en a, empujará con su otro extremo b al vástago del distribuídor que comunicará el movimiento al distribuídor. La introducción del vapor se realizará y el movimiento de la máquina hará que el tambor, tornillo sin fin y la rueda F giren, tomando éste último el mismo movimiento de rotación que se dió a la volante, lo que da lugar a que el eje bF recobre su primitiva posición, cerrándose por lo tanto el distribuídor.

4.—Válvulas distribuídoras de los servomotores para el gobierno del timón.—La mayoría de los servomotores del timón llevan tres válvulas de distribución, una central y las otras dos válvulas correspondientes una para cada uno de los dos cilindros iguales que tiene la máquina. La válvula central, que es la que regula el funcionamiento de la máquina, manda el vapor a los distribuídores de los cilindros de modo que el aparato de gobierno pueda girar a babor o estribor según sea conveniente, debiendo observarse, que en este caso, cada distribuídor requiere solamente una excéntrica y la válvula reguladora actúa para realizar el cambio de marcha. Los distribuídores carecen o tienen recubrimientos muy pequeños, de modo que el vapor actúa a presión constante durante toda la carrera, lo cual permite que las excéntricas sean colocadas de modo que el radio de excentricidad haga un ángulo recto con la dirección de su manivela respectiva; de modo que para invertir la rotación solo se emplea la válvula de cambio de marcha.

Sea, como indica la fig. 3, C uno de los cilindros de la máquina, en el cual el movimiento alternativo del émbolo se obtiene por medio del distribuídor A que se mueve en la caja cilíndrica E. Este distribuídor que es sin recubrimientos obtura en su posición de media carrera las canales de admisión y evacuación B, D. La caja de este distribuídor presenta un espejo sobre el cual se asienta otra caja y distribuídor F, y hay tres canales, dos, las m y n, que según el sentido de rotación una permite la introducción del vapor y la otra en comunicación con la

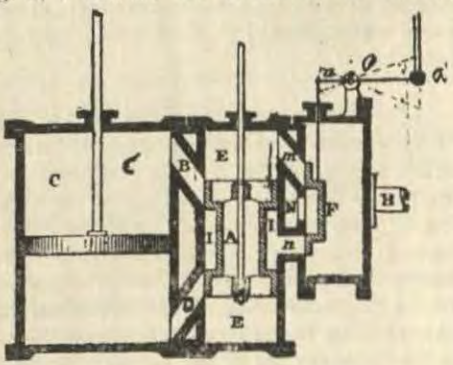


Fig. 3

central *N*, que conduce al condensador, o medio exterior, sirve para la evacuación. *La válvula reguladora* tiene una disposición de principio como indica la figura, es algunas veces una válvula plana; y en otra es cilíndrica. Es operada directamente por la rueda de gobierno del puente y automáticamente por medio de un mecanismo que le hace actuar en sentido inverso y que mueve el tambor de la cadena ligada a los guardines o la misma máquina o también por resortes antagonistas como en el caso del telemotor que ya hemos estudiado.

Cuando la máquina está parada, si la rueda de gobierno se gira, la válvula reguladora para el cambio de marcha abre la comunicación del vapor con los distribuídores de los cilindros y la máquina se pone en movimiento. La válvula de cambio de marcha es entonces conducida por medio del mecanismo que está en conexión con el eje de encigüeñado de la máquina, el cual procede de modo tal, que si la rueda de maniobra a mano tiende abrirla, el dicho mecanismo tiende a cerrarla. De aquí puede verse que si se quiere tener la máquina en movimiento deberá tenerse en movimiento la rueda de maniobra, pues de otro modo el mecanismo automático del servomotor conduce a la válvula de cambio de marcha a su posición de punto medio y el servomotor del timón detiene su marcha.

La figura 3 nos hace ver, que si la válvula de cambio de marcha *F* se mueve hacia abajo, la canal *m* queda abierta, teniéndose entonces que la válvula cilíndrica distribuídora recibirá el vapor por sus extremidades y la evacuación del vapor que evoluciona tendrá lugar por el centro de la válvula *F*; el distribuídor de cada cilindro actuará como distribuídor de concha. Pero si el vapor se admite corriendo el distribuídor hacia arriba, este fluído penetrará por *n* al centro del distribuídor de cada cilindro y el escape se hará por las extremidades y el sentido de rotación será contrario puesto que los distribuídores funcionarán como distribuídores en *D*.

5.—Servomotor para la maniobra del cambio de marcha realizado por el sector Stephenson.—La figura 4 representa uno de los muchos y más simples servomotores que se pueden emplear con este fin. Comprende un cilindro *C* para el vapor en el cual se mueve un émbolo *P*, cuyo vástago *A* es hueco y lleva en su extremidad, fijo por medio de una tuerca *E*, un travesaño de fierro *B* guiado por dos vástagos cilíndricos *R* paralelos al eje del cilindro. En las extremidades de este travesaño se encuentran muñones en los cuales se articulan bielas de llamada que arrastran consigo las palancas del árbol que mueve las barras de suspensión de los sectores de cambio.

La parte de la embocadura del vástago hueco que es de menos diámetro que todo el resto del interior, forma una tuerca en

una cierta longitud en la cual penetra un tornillo V a gran paso. Este tornillo está soportado en su otra extremidad que está provista de collares pequeños a,a,por una chumacera F que le impide todo traslado longitudinal. Fuera de la chumacera, el mismo tornillo se prolonga en una parte roscada en la cual está montada una volante de maniobra H. El movimiento de esta volante está limitado en la parte roscada en un sentido por el collarete c y en la otra por el anillo b fijo a la extremidad del mismo tornillo.

En el núcleo de la volante existe una ranura r, en la cual penetra una uña que forma parte de una barra cuadrada I que pasa a través de un orificio de la misma sección que le ofrece la chumacera F, y que está ligada por intermedio de la biela K, a la palanca L, que mueve al distribuídor T.

El distribuídor no tiene casi recubrimientos y la figura basta

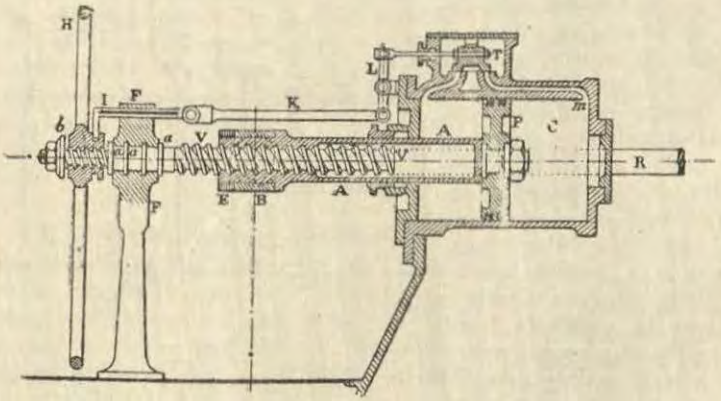


Fig. 4

para hacernos ver, que cuando la volante camina hacia la izquierda, él camina hacia la derecha o inversamente.

Antes de hacer la descripción del funcionamiento de este aparato, conviene que tengamos en cuenta, que en el sistema formado por un tornillo y una tuerca, cuando ésta no puede girar y se le imprime un movimiento longitudinal, es el tornillo el que se ve forzado a realizar la rotación.

Ahora, sentado esto, volvamos a la disposición que acabamos de considerar en la figura, y supongamos, que para el sentido de rotación impuesto a la máquina, sea necesario traer las bielas de suspensión a la izquierda de la figura, el examen del mecanismo nos hace ver que es preciso hacer girar la volante H de izquierda a derecha, pues, en este movimiento se entornilla, desplazándose hacia la chumacera o sea hacia la derecha de la figura y forzando

por medio de las palancas a que el distribuídor camine a la izquierda. La introducción tiene lugar entonces a la derecha del émbolo y éste se dirije entonces hacia la izquierda, arrastrando, con su vástago *A*, a las bielas de llamada *R* y con ellas a todo el mecanismo de cambio de marcha. Pero simultáneamente al desplazamiento de la tuerca *B* en sentido longitudinal, el tornillo *V* gira en sentido de las agujas de un reloj supuesto el observador colocado delante de la volante por la parte exterior. Ahora, si el operador no ejerce ninguna acción sobre la volante y la abandona así mismo, ésta que posee un gran peso va quedando por efecto de su inercia sin entornillarse al realizarse la rotación del tornillo, se desentornilla por lo tanto, retrocediendo hacia la izquierda y arrastrando en su movimiento a la barra *I*, la que pone en movimiento todo el sistema que gobierna el distribuídor, trayendo éste hacia la derecha hasta que ocupa su posición de cierre. En una palabra, apenas se inicia el movimiento del émbolo, éste se detiene, y si se quiere que su movimiento persista, se debe impedir que la volante retroceda hacia la izquierda. Por consiguiente, a medida que el émbolo marcha tiende a cerrar la canal de introducción *m*, y para tener esta abierta se debe maniobrar la volante como antes se ha indicado. Las mismas circunstancias se reproducen; pero en sentido inverso, para la marcha contraria del aparato.

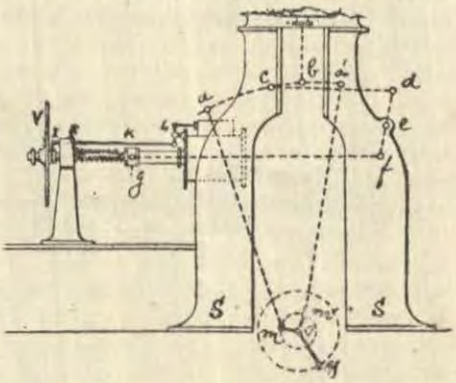


Fig. 5

Es preciso tener en cuenta, que la corredera de cambio de marcha, provista de un servomotor semejante, puede también ser maniobrada a mano sin la ayuda del vapor, lo que se consigue evidentemente, haciendo girar el tornillo *V* con la ayuda de la volante, que se produce cuando la volante viene a apoyarse sobre el collarete *a* o en contra el anillo *b*.

El esquema que indica la figura 5 nos da una idea de movimiento la instalación general de un servomotor de esta clase sobre una máquina vertical.

Sea la máquina cuyas columnas soportes de uno de los cilindros es *S*, *S*, *OM* nos representará la manivela del émbolo y *om* *om*' los radios de excentricidad o manivelas de las excéntricas, *am* y *am*' serán respectivamente las bielas de dichas excéntricas que van a acoplarse al sector de cambio de marcha *aa*', que resbala en la corredera o nuez en que acopla el vástago del distri-

buídor. En un punto *c* se acopla un extremo de la barra de suspensión *cd*, mientras que su otra extremidad se une en *d* al árbol acodado *def*, cuyo centro de rotación está en *e*.

En *f* va acoplada la barra de llamada *gf* que es arrastrada por el travesaño *B*, solidario del vástago *A* del émbolo del servomotor, piezas estas últimas que se notan con más detalles en la fig. 4. Ahora, si el émbolo *P* del servomotor corre hacia a la izquierda, hala la extremidad *f*, *fed* gira en *e*, y *d* se desplaza hacia la derecha, operación que puede realizarse hasta que la extremidad *a* de la biela de la excéntrica *om* quede en línea con *b*, la excéntrica *om* y su biela *ma* gobiernan entonces el distribuídor y la máquina, supuesto el distribuídor de concha, girará en sentido contrario de las agujas de un reloj. Lo contrario sucederá si el émbolo camina hacia la izquierda, pasará por un punto medio que es de parada e irá a poner el extremo *a'* frente de *b* para que sea *om'* la excéntrica que gobierne el distribuídor, haciendo girar la máquina en sentido opuesto.

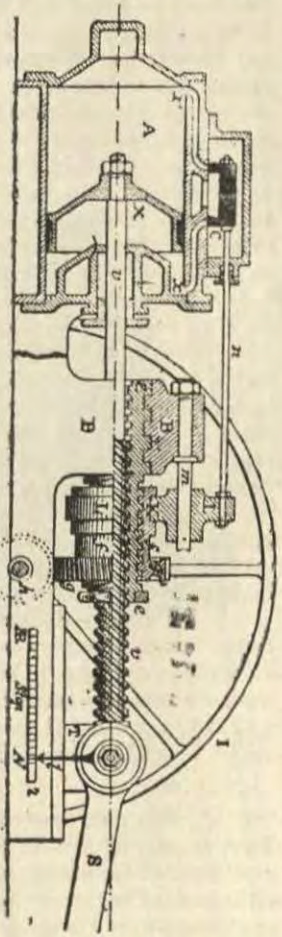


Fig. 6

6.—Servomotor aplicado a un cambio de marcha de una sola excéntrica. — El aparato que mencionamos está aplicado a un cambio de marcha tal como el sistema Marshall, y como indica la fig. 6, está constituído por un cilindro *A* en el interior del cual se mueve un émbolo *X* ligado a un patín *I* por medio del vástago *c*, roscado a la izquierda en una gran parte de su longitud. El vástago y el patín están acoplados de una manera corriente; pero con una gran rigidez. En este vástago va montada una tuerca de bronce *e*, embutida en una parte de su longitud en una especie de chumacera *B* que presenta cavidades anulares que la obligan a girar sobre sí misma sin poderse desplazar longitudinalmente. La tuerca *e* en una parte extrema va roscada exteriormente hacia la derecha, sirviendo como de tornillo a otra tuerca *f*, la cual en su parte *g* constituye una rueda dentada con dientes oblícuos, que engrana con otra rueda *h*, maniobrada por la volante *I*.

En la parte *K* forma un espaldón circular en el cual se embute a frotamiento suave la pieza *L*, ésta es guiada y mantenida por el vástago *m*, y arrastra consigo dicha pieza *L* al vástago *n* del distribuidor *C*, que casi es normal y no posee sino débiles recubrimientos.

Considerado esto, veamos como maniobra el mecanismo, sea para un cambio de marcha o sea para una simple modificación de la suspensión.

Hagamos desplazar el patín *T* hacia la derecha o hacia la izquierda; entonces éste por intermedio de las bielas de llamada *S* accionará el brazo de llamada que pone en movimiento la biela de la excéntrica en cada distribuidor. Observando el tornillo *v* por su extremidad exterior, o sea a la derecha de la figura, supongamos que se maniobre la volante *I* de manera de hacer girar el engranaje *g* en sentido de las agujas de un reloj. Este se desplaza hacia la izquierda de la figura, a lo largo de la rosca exterior de la tuerca *e*; arrastrando a la pieza *L* y con ella al distribuidor, que descubre un poco el orificio *x* del cilindro. Inmediatamente el vapor se introduce y empuja al émbolo hacia la izquierda. El vástago *v* solidario del émbolo, marcha hacia la izquierda, llevando en su movimiento al patín *T*, las bielas *S* y el brazo de llamada del árbol de cambio de marcha. Pero este desplazamiento longitudinal del tornillo *v* da por resultado hacer girar en su sitio a la tuerca *e* en el sentido de las agujas de un reloj, supuesto siempre el observador colocado en el eje del tornillo *v*, observándole por el exterior del lado del patín; desde luego, si se cesa de accionar la volante *I*, la tuerca es llevada hacia la derecha y el orificio *x* es cerrado. Si el émbolo continúa su marcha en razón de la fuerza expansiva del vapor introducido precedentemente, el distribuidor no solo cierra el orificio *x*, sino que es solicitado a desplazarse hacia la derecha y abriendo este orificio del lado interior inicia el escape del vapor lo que produce la detención del émbolo y con él la de todo el mecanismo.

Lo mismo se realizaría en sentido contrario si damos a la volante *I* un movimiento que produzca la rotación del engranaje *g* en sentido opuesto de las agujas de un reloj. Debemos agregar que este mismo mecanismo puede perfectamente servir para mover a brazo la disposición de cambio de marcha por medio de la misma volante *I*, de lo cual nos podemos dar cuenta fácilmente.

7.—Servomotor para el gobierno del timón.— La disposición de principio que hemos descrito en la fig. 2 está realizada en la máquina indicada en la fig. 7, la cual tiene dos cilindros, cuyos sistemas articulados ponen en movimiento el eje encigüeñado portador del tornillo sin fin que engrana con la rueda dentada *A* que forma una sola pieza con el tambor *E*. El tornillo sin fin, no se ve en la figura. Con el fin de que en toda posición pueda la máquina ser puesta en movimiento, las manivelas del ár-

bol encigüeñado van colocadas de modo que forman entre sí un ángulo de 90°.

El exámen del tambor nos hace ver que existe en él una ranura helicoidal donde se aloja en parte la cadena que guía los guardines del timón; de modo, que si gira desarrollará de una banda igual cantidad de cadena que arroya por la otra.

En el otro extremo del tambor va fija la rueda dentada *C*, que por la intermediaria *D*, pone en movimiento al piñón *F* entornillado en el eje de la volante *B*. El piñón lleva además una garganta donde se ajusta un anillo conectado a la palan-

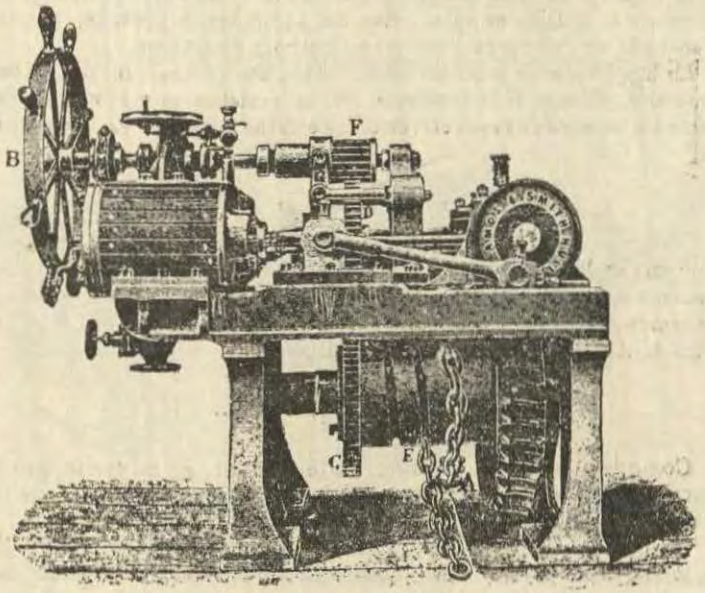


Fig. 7

ca *G*, que a su vez, por su otro extremo, se une al vástago del distribuídor central que casi no tiene recubrimientos.

Si ahora suponemos parada a la máquina y con vapor, y hacemos girar la rueda *B* de maniobra un cierto ángulo, el eje de dicha rueda se roscará en uno u otro sentido en el piñón *F*, que no puede girar mientras no gire el tambor *E*, produciéndose entonces un movimiento de traslación en el piñón, el cual, por medio de la palanca *G*, moverá el distribuídor; éste permitirá la admisión del vapor en cada cilindro y la máquina girará en el mismo sentido que se ha movido la rueda *B*; pero a medida que la máquina funciona, gira el tambor, la rueda intermediaria y el piñón

que recobra su primitiva posición, cerrando nuevamente la entrada de vapor.

En la figura hemos considerado por simplificación, la rueda de maniobra B al pié de la máquina; pero ya nos hemos dado cuenta en la fig. 2, de la manera como se realiza, por medio de ejes provistos de sus respectivos piñones, la trasmisión,desde el puente, de los movimientos que demos a la volante B.

8.—Cabrestante a vapor.—Estos aparatos son una aplicación de las máquinas simples que hemos estudiado en mecánica. En el aparato a que hacemos referencia la fuerza motriz es el vapor, y se realiza en ella, como en todas las máquinas, que lo que se gana en fuerza se pierde en tiempo y viceversa.

La condición de equilibrio del torno, en el caso de no haber engranajes, siendo P la potencia, R, la resistencia y r, r' los radios de los tambores respectivos en que éstas actúan, es, como se sabe,

$$P.\ r = R\ r'$$

pero como en las máquinas a que hacemos referencia, de las cuales vamos a estudiar un modelo, se aplican trenes de engranajes, si hacemos l, l', etc. los radios de los piñones y L, L' etc. de las ruedas dentadas, la ecuación de equilibrio será

$$P\ r.\ L.\ L'.. = R\ r'\ l.\ l'..$$

Como hemos dicho, el cabrestante a vapor, es un torno, por lo general, colocado horizontalmente, el cual realiza su trabajo merced a dos maquinillas de vapor a las cuales va acoplado.

El aparato tiene la disposición que indica la figura 8. En ella, como se ve, existe una placa de fundición, sobre la cual van afirmados los cilindros A, A y los marcos soportes de los ejes.

Cada uno de los cilindros A corresponde a una máquina de vapor, la cual por medio de su sistema articulado de émbolo, vástago, biela y manivela, puede hacer girar a un eje que lleva el piñón F. Las manivelas de estas máquinas hacen un ángulo de 90° para corregir todo lo posible el inconveniente de los puntos muertos.

La marcha realizada por las máquinas pone en movimiento al piñón F, el cual por endentar con la rueda G, fija al árbol H, mueve a dicha rueda, haciendo girar a su árbol; el cual lleva consigo dos piñones que en la figura no se ven, los cuales por mecanismos de embrague, maniobrados por las palancas I, permiten, cuando es preciso, que se trasmita el movimiento a las ruedas dentadas C.

Junto con las ruedas *C* y por medio de la prensa *D*, que se ajusta o se desvía, se pueden o no girar las ruedas mordazas *B*. *B*, que por su disposición especial, cada una, aprisiona los eslabones de la cadena del ancla del lado correspondiente,la cual pasa por su escobén *M* para caer al pañol respectivo.

Como se ve, en la figura, tanto las ruedas dentadas *C*, como las mordazas tienen un eje común *E*, y por la disposición que hemos descrito se puede virar una cualquiera de las anclas o las dos a la vez.

A más de lo que acabamos de indicar, la máquina puede mover un eje *H*, el cual lleva en sus extremidades unos carretes y puede actuar con independencia de las ruedas *C*.

De esta manera, el cabrestante puede emplearse para la faena

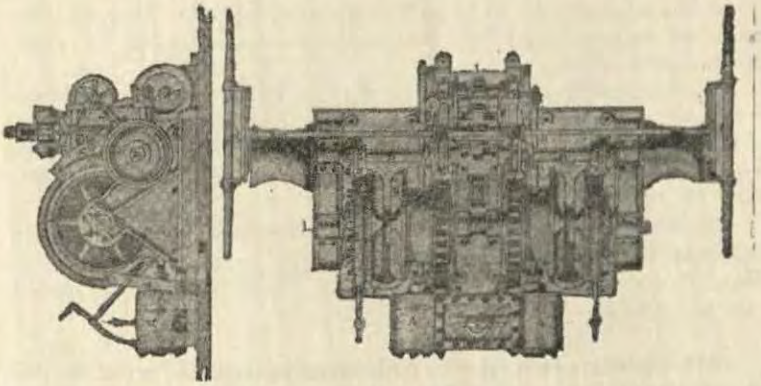


Fig. 8

de levar anclas y también para otras maniobras, tales como las operaciones de atracar a los muelles, paso de canales, etc.

Cuando la máquina está funcionando, no basta cerrar la llave de toma de vapor para alcanzar su detención inmediata; y a fin de poderla obtener, el cabrestante lleva un freno *L*, formado por una lámina de fierro, recubierta en madera en la generalidad de los casos, la cual termina en una palanca y va arrollada a una garganta plana de mucho ancho y profundidad, solidaria del eje en que las ruedas trabajan.

Por último, como la máquina a vapor puede sufrir una descompostura, el cabrestante lleva un balancin *J*, desmontable, que se articula para el movimiento a brazo.

El balancin mueve una pieza *K*, que presenta una uña de escape, que obra sobre la rueda *C*, haciéndola girar en una cierta cantidad de arco en cada oscilación.

9.—Definiciones. — Las bombas compresoras de aire empleadas a bordo, tienen por objeto tomar el aire de la atmósfera y someterlo a una serie de compresiones para almacenarlo a una presión elevada en recipientes llamados *acumuladores*. El aire así depositado sirve para la carga de los torpedos, para el lanzamiento de éstos, para la puesta en marcha del motor cuando la máquina motriz es de combustión interna; etc.

Nosotros nos vamos a ocupar en este capítulo de las bombas compresoras empleadas para la carga y lanzamiento de torpedos. Estas bombas son movidas por motores a vapor o eléctricos.

Como se sabe, a medida que se realizan las compresiones sucesivas, elévase la temperatura del aire, lo cual sería peligroso para la conservación de los aparatos, siendo por esto necesario que la bomba esté provista de una circulación de agua fría destinada a la refrigeración del aire comprimido.

Además, con el fin de impedir rozamientos, debe hacerse llegar sobre las superficies frotantes una pequeña cantidad de agua mezclada con aceite.

El aire pasa por un serpentín y después de su enfriamiento es enviado a un recipiente especial que se llama *columna de purga* en donde se le separa del agua que arrastra para luego enviarlo al acumulador, desde el cual, se le distribuye según las necesidades del servicio.

De esta manera, toda bomba de compresión debe comprender las siguientes partes: *una máquina motriz, una bomba propiamente dicha, una bomba de circulación, una columna de purga y un acumulador de aire.*

10.—Principio de funcionamiento de una bomba compresora.—Sea primeramente, como se ve en la figura 9, el cilindro de la izquierda, dentro del cual se mueve un émbolo de una impermeabilidad grande; si ahora suponemos que dicho émbolo desciende, la válvula *A* que impide la comunicación con el medio exterior se abre de afuera adentro, y el aire llena el cilindro a medida que el émbolo realiza su desplazamiento.

Ahora, en el movimiento de rotación que realiza la máquina motriz, el émbolo de la bomba llega a su punto muerto bajo, comienza a ascender, ciérrase la válvula *A* y el aire contenido al disminuír de volumen aumenta su tensión hasta que alcanza un cierto valor suficiente para levantar la válvula *B*; en estas condiciones dicho fluído cuya temperatura se ha elevado pasa por el conducto de refrigeración *R*, levanta la válvula *C* y llena el espacio anular que queda entre la parte baja del émbolo y el cilindro; realizándose así una primera compresión.

El émbolo que ha llegado a su punto muerto alto comienza a descender, ciérranse las válvulas *B* y *C*, el aire comprímese aún más, realiza así su segunda compresión hasta que su fuerza elástica

es suficiente para levantar la válvula D, y pasar por el refrigerador R_1, levantando la válvula E, al cilindro de la derecha, cuyo émbolo desciende en ese momento.

El aire así comprimido en esta segunda faz, llena la parte superior del cilindro de la derecha y cuando el émbolo de este cilindro asciende, ciérrase la válvula E, el aire disminuye aún más de volumen en esta tercera compresión, hasta que su fuerza elástica es tal que vence la resistencia que le ofrece la válvula F, pasando entonces por el refrigerador R_2, para levantar la válvula G e ingresar al espacio anular que le ofrece la parte inferior del cilindro; en el descenso del émbolo el aire es comprimido aún más, realizáse así una cuarta compresión en este fluído, levántase la

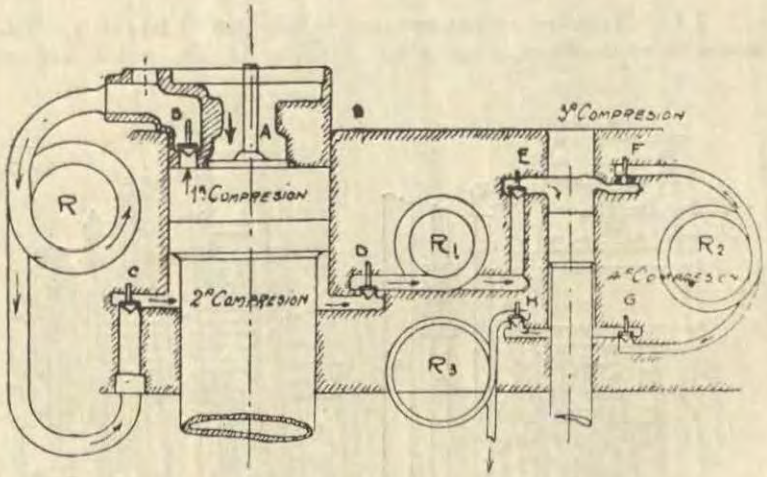


Fig. 9

válvula H, pasa por el refrigerador R_3 y sigue a la columna de purga de donde se dirige al acumulador.

Este es el principio de funcionamiento de una máquina compresora usual.

Si ahora consideramos el volumen de aire aspirado del medio exterior, que llamaremos v_0 y cuya presión es p_0; y prescindimos de la serie de compresiones que se realizan en la máquina admitiendo que todas sean una hasta que el volumen de aire sea v y su presión p; en el supuesto que no haya rozamientos y que la compresión se hace adiabáticamente; tendremos entonces, que la presión final quedará determinada teniendo en cuenta la ecuación de la adiabática que liga las presiones y los volúmenes

$$p\ v^{\gamma} = p_o\ v_o^{\gamma};$$

del mismo modo, la temperatura lo será por la expresión

$$T\ v^{\gamma-1} = T_o\ v_o^{\gamma-1}$$

y finalmente, el trabajo $\tilde{e}$ gastado estará dado por la ecuación

$$\tilde{e} = \frac{p\ v - p_o\ v_o}{\gamma - 1}$$

11.—Bomba compresora sistema Thirión.—Vamos a hacer la descripción de un aparato de los varios que se

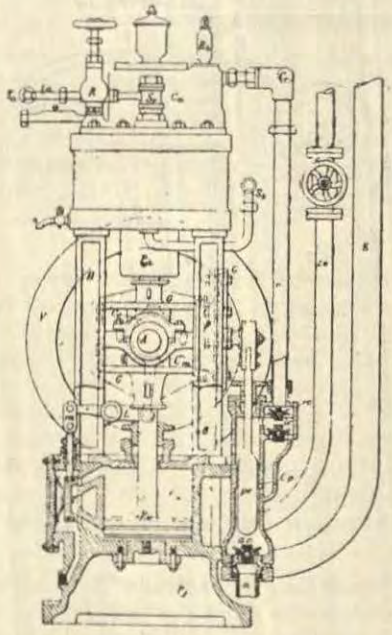


Fig. 10

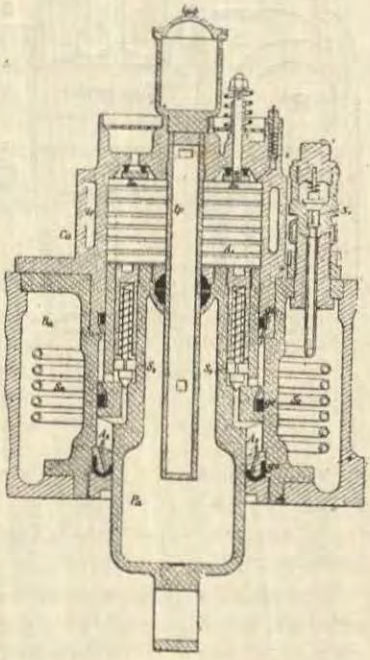


Fig. 11

emplean construídos por la casa de ese nombre, y cuyos detalles y conjunto esta dado en las figuras 10, 11 y 12.

La compresora que vamos a describir es movida por una máquina de vapor cuyos detalles nos lo explica claramente la fig. 10. Puede estar constituída por uno, dos o tres cuerpos cilíndricos absolutamente idénticos; cada uno de los cuales está representado en sus cortes trasversal y longitudinal por las fig. 11 y 12. Como se ve en ellas, C_a es el cilindro de aire, que está hecho de bronce, formado de dos partes de diámetros diferentes, unidas convenientemente, conservando en su unión un eje común que se halla en la prolongación del cilindro de vapor correspondiente a la máquina motriz.

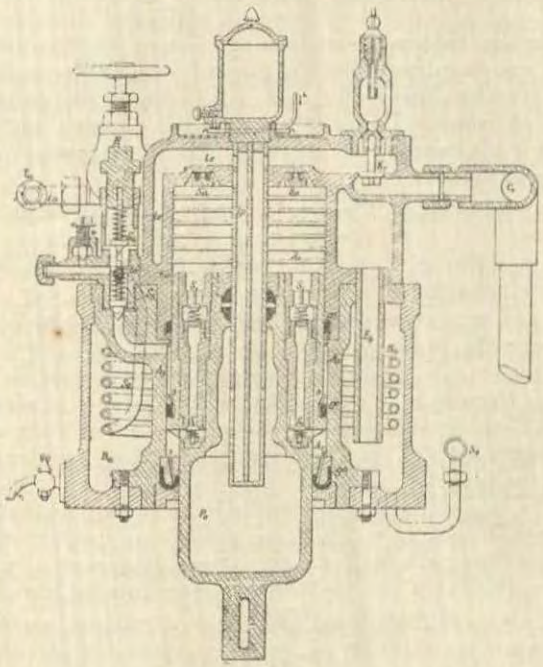


Fig. 12

La parte alta, que llamaremos el fondo del cuerpo de bomba, es la de menor diámetro, y está hecho de una sola pieza con el cilindro y presenta diversos órganos que se describirán más adelante. Una chaqueta de agua, situada en el recorrido de la circulación, rodea completamente esta parte, cuya pared cilíndrica interior lleva una serie de pequeñas acanaladuras, destinadas a formar junta hidráulica con el émbolo por medio del agua de refrigeración.

La parte del cilindro de aire situada hacia el lado bajo está fija en una envoltura y cerrada por una cubierta roscada; siendo atravesada de una manera estanca por el émbolo de aire.

Este émbolo es P_a, de bronce, y viene a acoplarse con el marco G de la máquina de vapor, fig. 10. Está formado, fig. 12, de tres partes que tienen diámetros diferentes estando el diámetro mayor hacia la parte media y el menor hacia la parte alta.

De esta manera se tiene las cámaras de aire A_1, A_2 y A_3 de volúmenes diferentes, determinadas por la forma especial del émbolo en el cilindro e impermeabilizadas por las empaquetaduras g_s, g_e y g_o. Siendo la relación de A_1 a A_3 24,75, y la A_1 y A_2 de 3'9.

La empaquetadura g_s está formada por un anillo cilíndrico de cuero y se apoya sobre el émbolo merced a un anillo de latón, que lo rodea exteriormente y que está colocado en la garganta que le sirve de alojamiento. El aire bajo presión penetra en este alojamiento por los huecos 1, 1; forzando a la empaquetadura a aplicarse sobre el émbolo.

La empaquetadura g_e se apoya en el contorno del cilindro forzada por el aire que penetra por los huecos 3, 3; y la empaquetadura g_o sobre el émbolo, merced a la acción del aire comprimido que penetra por 2, 2.

Para que la presión no tome valores elevados la cámara A_1 lleva una válvula de seguridad s.

Para los efectos de las compresiones sucesivas se tiene las *válvulas de llegada* o de aspiración de aire del medio exterior S_a, de bronce, hechas perfectamente estancas y mantenida cada una en su sitio merced a su vástago respectivo que es atraído hacia afuera por un resorte.

En una caja cilíndrica entornillada en el émbolo van dispuestas de dos en dos las válvulas S_1 S_1, que comunican la cámara A_1 con la A_2, sirven para realizar la primera compresión y se equilibran en sus asientos por medio de resortes antagonistas.

Alojadas en el émbolo en un plano diametral perpendicular al que pasa por las válvulas S_1, van dispuestas dos válvulas S_2, de bronce, equilibradas por resortes, que sirven para que se efectúe la segunda compresión comunicando la cámara A_2 con la A_3.

En una caja de bronce b_s, entornillada en el cilindro de aire, se encuentra alojada la válvula S_3, del mismo metal, que realiza la comunicación de la cámara A_3 con el serpentín y sirve para que se pueda realizar la tercera compresión. La caja contiene además una válvula S_u de seguridad y un tornillo de purga v para el serpentín.

El serpentín S_e almacena el aire entre las dos válvulas S_3 S_u y termina en la caja que contiene la válvula de retención S_r. Esta válvula de retención hace comunicar el serpentín con un tubo t_a,

provisto de una llave de toma de aire que desemboca en el colector T_a que conduce el aire comprimido a la columna de purga. Sobre una derivación que sale del tubo T_a se encuentra colocado un manómetro que indica constantemente la presión del aire inyectado a la columna de purga.

Para evitar el calentamiento excesivo del aparato, la compresora lleva una bomba diferencial colocada verticalmente atrás de uno de los cilindros de vapor, y cuyo émbolo recibe su movimiento merced a un travesaño afirmado al marco G. Como se ve en la fig. 10, dentro del cuerpo de bomba C_b que es de bronce, se mueve el émbolo p_c, que es del mismo metal y forma una sola pieza con su vástago, pieza que sobresale al exterior a través de un prensa-estopas.

La bomba aspira el agua por medio del tubo a, este líquido pasa por la válvula de aspiración a_c y es impulsado al regresar el émbolo por la válvula intermediaria i_c y la de impulsión r_c, siguiendo por el tubo de impulsión al colector C_r del cual parten los tubos que conducen el agua de circulación a cada cuerpo de bomba. En el conducto de impulsión está colocada la válvula K_r coronada por el reservorio de aire.

El agua penetra al espacio l_c que constituye la envuelta de agua y que rodea todo el fondo del cilindro compresor que comunica por medio del tubo E_b con la cisterna B_a o gran depósito que contiene al resto del cilindro y el serpentín, la cual está provista de una válvula de seguridad R_b, tiene su salida para el agua en S_b y presenta un grifo r_1 para poderla vaciar cuando se quiera.

Con el fin de refrigerar el émbolo, va entornillado al fondo del cilindro el tubo t_p, dividido en dos compartimentos por un diafragma intermediario. Este tubo atraviesa el émbolo de aire, penetra en una cavidad que presenta éste; pero de modo que el émbolo desciende o asciende de una manera estanca, sin que el agua pueda penetrar al cilindro.

El funcionamiento de la bomba podemos explicárnoslo fácilmente. En el principio, al descender el émbolo, hay depresión en A_1 y las válvulas de aspiración S_a se abren de afuera adentro permitiendo el ingreso de aire al interior del cilindro. Cuando el émbolo asciende, las válvulas S_a se cierran y el aire realiza su primera compresión pasando a través de las cuatro válvulas S_1 a la cámara anular A_2.

Siguiendo este volumen de aire en su compresión, se tiene que cuando el émbolo vuelve a descender se realiza la segunda compresión, pues el aire al comprimirse, levanta las válvulas S_2 y pasa de la cámara anular A_2 a la A_3 de menor volumen.

Por último, la tercera compresión se realiza cuando el émbolo regresa, entonces el aire es impulsado de la cámara A_3 al ser-

pentín, a través de la válvula de retención S_3, dirigiéndose de ahí a la columna de purga para luego pasar al acumulador.

La disposición es de tal naturaleza que se tiene 4 kilogramos como presión máxima en A_1, 25 en A_2; y 100 en A_3; para una presión de 100 kgs. por cm². en el acumulador.

12.—Bomba compresora Brotherhood.—La bomba Brotherhood, de gran tamaño, que es la que vamos a estudiar, es del tipo llamado de pilón movida por una máquina de vapor que describiremos ligeramente más adelante.

La compresora propiamente dicha comprende dos cuerpos de bomba A_1 y A_2, fig. 13, de bronce, de diámetros diferentes, convenientemente calibrados, dispuestos lado a lado de modo que sus ejes sean paralelos, y están situados en un mismo plano perpendicular al plano que contiene los ejes de los dos cilindros de vapor que constituyen el motor.

Los cilindros de los dos cuerpos de bomba que forman la compresora están cerrados en sus extremidades por tapas y fondos roscados, impermeabilizados completamente por una junta plástica.

Dentro de estos cilindros se mueven los émbolos P_1 y P_2, de bronce, que están formados, por tres partes que son:

El cuerpo del émbolo de forma cilíndrica, entornillado a su vástago, presentando un rebajo especial para servir de alojamiento a una válvula. La unión de cada émbolo con su vástago debe ser lo más estanca posible para evitar averías.

Los *vástagos* que tienen un gran diámetro en relación con el que corresponde a los cuerpos de los émbolos, son huecos, y la cavidad que presentan interiormente sirve para la circulación. El pasaje de los émbolos a través de las tapas entornilladas de los cilindros de aire es hecho estanco por medio de una empaquetadura especial.

Por último *la corona* que está entornillada firmemente al émbolo y asegurada por medio de tornillos freno V.

Los émbolos de la compresora reciben su movimiento de un travesaño T' que está ligado a los travesaños de los émbolos de los cilindros de vapor y deben llevar sus empaquetaduras correspondientes para realizar la más completa impermeabilidad. Estas son de cuero en el émbolo compresor de mayor diámetro y de ebonita generalmente en el de pequeño diámetro.

Examinando el cuerpo de bomba de gran diámetro; puede observarse la válvula S_3, de toma de aire, que es de bronce, y se apoya sobre un asiento que existe en el fondo del cilindro, merced a la acción de un resorte antagonista que actúa sobre su vástago. La válvula como puede notarse se abre de afuera adentro, y posee una coladera para la aspiración a fin de que ningún cuerpo extraño puede ingresar al cilindro.

Alojada en una cavidad que presenta el émbolo de este cilindro va una válvula S_1, de bronce, gobernada por su respectivo resorte antagonista y que se abre de modo de comunicar la parte superior del émbolo con el espacio anular que forma su vástago con el cilindro.

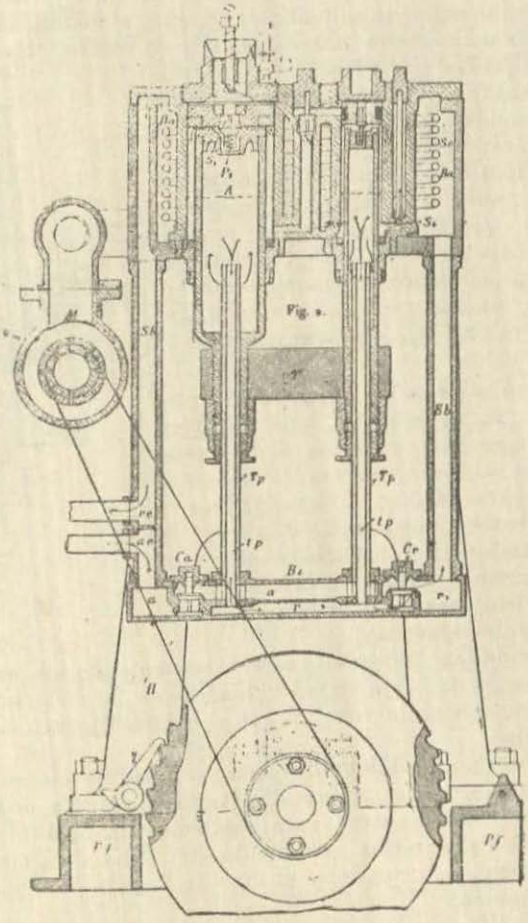


Fig. 13

Siguiendo en orden la figura se ve una válvula intermediaria S_2, de bronce también, que está alojada en un espacio intermediario que pone en comunicación los dos cuerpos de bomba.

En el pequeño émbolo, en una cavidad especial que este presenta, se halla colocada otra válvula S_3, que comunica la cara su-

perior de este émbolo con el espacio anular que existe entre su vástago y el cilindro.

Este espacio anular puede comunicarse con el serpentín S_e cuando se levanta la válvula S_4. El aire ingresa a este conducto para ir a la columna de purga, atravesando la caja de válvulas b_s que indica la fig. 14; en la cual se halla la válvula de retención S_r que permite aislar la columna de purga y el acumulador en caso de avería o cuando se quiere examinar la bomba. En ella se hallan establecidas las válvulas de seguridad S_u y el grifo de purga r_v, establecido en la extremidad del serpentín bajo de la válvula de retención.

La disposición para poder refrigerar el aparato recibe el agua de una bomba de circulación que funciona aparte, y comprende la caja B_c de válvulas, dividida interiormente en cuatro compartimentos a, a_1 r, r_1 por un tabique que lleva los asientos de la válvula C_a de aspiración y la C_r de impulsión.

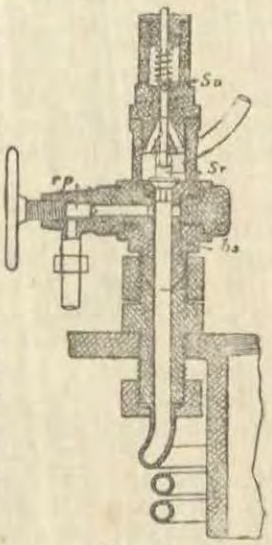


Fig. 14

Entornillados en la parte superior de dicha caja van los tubos T_p que penetran en los vástagos huecos de los émbolos de aire, siendo su pasaje a través de éstos completamente estanco. Concéntricos y soldados a estos tubos van los tubos t_p, de modo de establecer un espacio anular por donde asciende el agua para descender por el tubo central, merced a orificios establecidos convenientemente.

Rodeando los cilindros de aire y conteniendo los serpentines está establecida una caja de fundición que es la cisterna, la cual comunica por medio del tubo E_b con el compartimento r_1 de la caja de válvulas.

Un tubo S_b, dividido en dos compartimentos en su extremidad inferior por medio de un diafragma, presenta dos orificios r_e y a_e; el primero que sirve para establecer la comunicación de la cisterna con el exterior por medio del tubo de expulsión, la parte inferior a_e que comunica el tubo de llegada del agua con las cajas de válvulas.

La envuelta B_a presenta una válvula de seguridad R de resorte que impide que pueda realizarse ningún aumento peligroso de tensión.

El funcionamiento podemos explicarnolos teniendo en cuenta, como se ve en la fig. 15, que los émbolos de los dos cuerpos cilíndricos de que consta la compresora son puestos en movimiento por medio del travesaño T que está acoplado a los sistemas articula-

dos de dos cilindros de vapor C_v, cuyos distribuídores T_v son de concha, y sus émbolos P_v están ligados, cada uno, por medio de sus vás'agos respectivo al travesaño a que antes nos hemos referido, y por intermedio de sus bielas B hacen girar el árbol A encigüeñado, que lleva al medio una volante V que a la vez que sirve para regularizar el movimiento, sirve para virar a mano el aparato, cuando es necesario.

En cada extremo del árbol A está colocada la excéntrica C_e que por medio de su sistema articulado gobierna el distribuídor del cilindro de vapor correspondiente. La regulación de la velo-

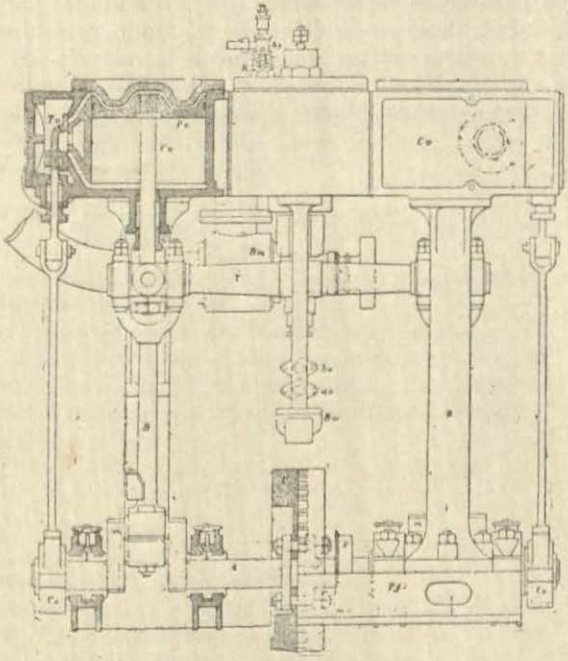


Fig. 15

cidad se hace por medio del regulador M que recibe el movimiento por medio de una correa sin fin, el cual, naturalmente, está interpuesto entre el tubo de llegada del vapor y los distribuídores.

El conjunto del aparato se halla soportado por las columnas huecas H, que están afirmadas a la placa de fundación P_f.

Si ahora suponemos que el travesaño T desciende, y consideramos el émbolo del compresor que llamaremos de baja presión, tendremos que al alejarse del fondo del cilindro producirá una de-

presión, dando lugar a que se abra la válvula S_2, el cilindro se llena de aire, y cuando el émbolo regresa, la válvula se cierra y el volumen disminuye, la presión aumenta y la válvula S_3 se abre, el aire ocupa el espacio anular y efectúa su primera compresión.

La segunda compresión se efectúa cuando el émbolo se vuelve alejar del fondo del cilindro, entonces la válvula S_3 permanece cerrada, mientras que el aire va aumentando más de tensión levanta la válvula S_2 que se encuentra entre los dos cilindros y pasa a ocupar el espacio que va dejando libre el émbolo en el pequeño cuerpo de bomba. En la carrera de vuelta el aire levanta la válvula colocada sobre el émbolo pequeño, y al realizar su tercera compresión pasa al espacio anular que presenta el cilindro, y cuando el émbolo desciende alejándose del fondo, se comprime aún más, realiza su cuarta compresión, levanta la válvula S_4 y sigue su camino a través del serpentín S_e, y sale por la válvula S_f para ir a la columna de purga y luego al acumulador.

P. V.

Breves apuntes sobre Termodinámica

Por el Ingeniero Inspector Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

Si ahora consideramos un trabajo elemental $d\tilde{e}$, correspondiente a un traslado del émbolo dx, se tendrá, siendo la presión unital p_u, como ya hemos dicho,

$$d\tilde{e} = 10.000\ S p_u .\ dx = 10000\ p_u .\ dv$$

puesto que el desplazamiento de la sección S en una distancia dx dá un volumen elemental dv.

La expresión general del trabajo total efectivo $\tilde{e}_t$, realizado durante toda la carrera del émbolo en el cilindro, estará dada por la suma de todos los trabajos elementales y su expresión corresponde a la del trabajo de un gas que se dilata desde un volumen o a un volumen v, y será

$$\tilde{e} = \int_o^v p\ dv$$

siendo, como sabemos, $p_o = 10000\ p_u$.

La integral que da el valor de $\tilde{e}$ corresponde al área del ciclo total $OAEHK$, y como hemos admitido, que en la cara opuesta del émbolo la presión es nula, se tendrá que el trabajo $\tilde{e}$ estará compuesto del trabajo $\tilde{e}_a$ de admisión del gas, o sea un ciclo a presión constante, que corresponde a la porción $OAED = v_o$ del diagrama, y del trabajo $\tilde{e}_e$ de expansión que corresponde a la porción $DEHK = v$ del diagrama, en la cual, la línea EH, representativa de la evolución, se admite que es una rama de hipérbola equilátera que corresponde al ciclo isotérmico o de temperatura constante.

De esta manera, el diagrama considerado que suponemos compuesto de dos partes, se puede escribir

$$OAEHK = OAED + DEHK$$

y puesto que representa el trabajo total

$$\mathcal{E}_t = OAEHK = OAED + DEHK = \int_o^{v_o} p_o\, dv + \int_{v_o}^{v} p_o\, dv$$

Para el trabajo $\mathcal{E}_a$ realizado a presión constante

$$\mathcal{E}_a = \int_o^{v_o} p_o\, dv = p_c\ v_o$$

Para el trabajo $\mathcal{E}_e$ realizado a temperatura constante, comencemos por calcular la cantidad Q de calor suministrada en la evolución EH y tendremos, como se ha deducido para la isotérmica,

$$Q = ART \int_{v_o}^{v} \frac{dv}{v}$$

y puesto que el trabajo es el cociente de la cantidad de calor por el equivalente calorífico A,

$$\mathcal{E}_e = \frac{Q}{A} = RT \int_{v_o}^{v} \frac{dv}{v} = RT\ log\ nep\ \frac{v}{v_o}$$

pero sabemos que $RT = p_o\ v_o$, luego podremos escribir

$$\mathcal{E}_e = p_o\ v_o\ log\ nep\ \frac{v}{v_o}$$

de donde resulta que el trabajo total

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_e = p_o v_o + p_o v_o\ log\ nep\ \frac{v}{v_o} = p_o v_o \left(1 + log\ nep\ \frac{v}{v_o}\right)$$

y como ya hemos visto, cuando se quiere emplear logaritmos vulgares

$$\mathcal{E} = p_o\ v_o \left(1 + 2.3026\ log\ \frac{v}{v_o}\right)$$

esta expresión tiene una importancia considerable en el estudio teórico de las máquinas de vapor.

Supongamos ahora que el gas tiene una presión de 10 kgs. por centímetro cuadrado y admitamos que su volumen v_o, es decir, que el correspondiente a la admisión que es a presión constante, sea $0.^{m3}200$, y que $\frac{v}{v_o}$ sea igual a 5; entonces tendremos para la porción $OAED$ a presión constante

$$\mathcal{E}_a = p_o\, v_o = 10.000 \times 10 \times 0'200 = 20.000\ Kgms$$

puesto que sabemos que p_o es la presión por metro cuadrado de superficie. En cuanto a la expansión a temperatura constante, el trabajo estará dado por

$$\mathcal{E}_e = p_o v_o\, 2.3026\ log\ \frac{v}{v_o} = 20.000 \times 2'3026\ log\ 5 = 32.189\ Kgms$$

y sumando los dos valores hallados tendremos el trabajo total

$$\mathcal{E}_t = \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_e = 20.000\,(1 + 2.3026\ log\ 5) = 52.189\ Kgms.$$

27.—Trabajo realizado en una evolución adiabática.—Ya sabemos que en la hipótesis de calor constante la variación de calor $dQ = 0$, y por lo tanto, la ecuación

$$dQ = dU + A\,p\,dv$$

se puede escribir

$$dU + A\,p\,dv = 0 \qquad \text{o} \qquad A\,p\,dv = -\,dU$$

Según lo que entonces indica esta igualdad, se ve que el trabajo exterior, será igual a la variación de energía interna realizada.

Ahora, si consideramos el trabajo realizado por un gas que se dilata adiabáticamente pasando de un volumen v_o a un volumen v, tendremos en cuenta la ecuación

$$\mathcal{E} = \int_{v_o}^{v} p\,dv \qquad \text{y la} \qquad p_o\, v_o^{\gamma} = p\, v^{\gamma}$$

de donde, de esta última, se saca

$$p = p_o \left[\frac{v_o}{v}\right]^{\gamma}$$

y sustituyendo este valor de p en la ecuación del trabajo se tiene:

$$\tilde{e} = \int_{v_o}^{v} \frac{p_o v_o^{\gamma}}{v^{\gamma}}\, dv = p_o v_o^{\gamma} \int_{v_o}^{v} \frac{dv}{v^{\gamma}} = p_o v_o^{\gamma} \int_{v_o}^{v} v_o^{-\gamma}\, dv$$

y haciendo la integración

$$\tilde{e} = p_o v_o^{\gamma} \left[\frac{v^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right]_{v_o}^{v} = p_o v_o^{\gamma} \left[\frac{v^{1-\gamma} - v_o^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right]$$

y multiplicando por —1 numerador y denominador del segundo miembro se tiene:

$$\tilde{e} = p_o v_o^{\gamma} \left[\frac{v_o^{1-\gamma} - v^{1-\gamma}}{\gamma-1}\right]$$

haciendo la multiplicación y recordando que

$$p_o v_o^{\gamma} = p v^{\gamma}$$

la expresión del trabajo podrá escribirse en la forma

$$\tilde{e} = \frac{p_o v_o - p v}{\gamma-1}$$

28.—Otras formas del trabajo y variación de la temperatura en una evolución adiabática.—Puesto que en la evolución adiabática el gas realiza un trabajo sin dar ni recibir calor, transformará, como ya hemos dicho, una cierta cantidad de su energía interna para pasar en su expansión de la temperatura T_o a la temperatura T.

Ahora, la energía interna en un gas está representada por $c\,(T_o - T)$; en una palabra, se confunde con el calor sensible,

por cuanto no se realiza ningún trabajo de disgregación en las moléculas; y realizando la relación entre el calor interno transformado y el equivalente calorífico tendremos el trabajo

$$\tau = \frac{c}{A}\,(T_o - T)$$

y recordando que $\dfrac{C-c}{R} = A$

$$\tau = \frac{c}{\dfrac{C-c}{R}}\,(T_o - T) = \frac{R\,c}{C-c}\,(T_o - T)$$

y dividiendo por c numerador y denominador del coeficiente del segundo miembro, se tendrá, puesto que $\dfrac{C}{c} = \gamma$

$$\tau = \frac{R}{\gamma - 1}\,(T_o - T)$$

y como conocemos la relación es que ligan las temperaturas a los volúmenes y a las presiones, que son

$$\frac{T}{T_o} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^{0.41}$$

y

$$\frac{T}{T_o} = \left[\frac{p}{p_o}\right]^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left[\frac{p}{p_o}\right]^{0.29}$$

Se podrá escribir restando en cada igualdad ambos miembros de la unidad

$$1 - \frac{T}{T_o} = 1 - \left(\frac{v_o}{v}\right)^{0.41}$$

$$1 - \frac{T}{T_o} = 1 - \left(\frac{p}{p_o}\right)^{0.29}$$

La primera la podemos poner bajo la forma

$$T_o - T = T_o \left[1 - \left(\frac{v_o}{v} \right)^{\gamma-1} \right]$$

y la segunda por

$$T_o - T = T_o \left(1 - \left(\frac{p}{p_o} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)$$

expresiones que nos permiten hallar la variación de temperatura en la evolución adiabática.

Sustituyendo estos valores de $T_o - T$ en la nueva expresión que acabamos de hallar para el trabajo en la evolución adiabática tendremos:

$$z = \frac{R\ T_o}{\gamma-1} \left(1 - \left(\frac{v_o}{v} \right)^{\gamma-1} \right)$$

y

$$z = \frac{R\ T_o}{\gamma-1} \left(1 - \left(\frac{p}{p_o} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right)$$

Aplicación.—Supongamos que un metro cúbico de aire, a la presión atmosférica, y a la temperatura de 20° *C*, se comprima hasta un volumen en que la presión sea 4'500 kgs. por centímetro cuadrado y propongámonos calcular la temperatura, el volumen y el trabajo realizado, al efectuarse la compresión adiabáticamente.

Para la temperatura T puesto que T_o será igual a 20+273 se tendrá

$$T = \left(\frac{4'5 \times 10.000}{1'033 \times 10000} \right)^{0.29} \cdot (20+273)$$

y tomando los logaritmos de esta expresión

$$log\ T = 0.29\ (log\ 45.000 - log\ 10.330) + log\ 293$$

de donde resulta que la temperatura absoluta T sería

$$T = 449^{o} \; aprox.$$

y en grados centígrados

$$t = 176^{o} \; aprox.$$

En cuanto al volumen que en este caso ocuparía nos lo dá la ecuación

$$\left(\frac{v}{v_o}\right)^{\gamma} = \frac{p_o}{p}$$

de donde se deduce

$$v^{\gamma} = v_o^{\gamma} \frac{p_o}{p}$$

y extrayendo la raíz γ a la ecuación

$$v = v_o \sqrt[\gamma]{\frac{p_o}{p}}$$

y poniendo valores, puesto que v_o es igual a la unidad, se tiene:

$$v = \sqrt[\gamma]{\frac{10.330}{45.000}}$$

y tomando logaritmos

$$log \; v = \frac{log \; 1.0330 - log \; 45.000}{1.41} = \overline{1}\,35089$$

de donde

$$v = 0^{m3}.222$$

Ahora, calculando el trabajo gastado, se tiene:

$$\tilde{e} = \left(\frac{p_o v_o - p v}{\gamma - 1}\right)$$

$$\tilde{e} = \frac{1 \times 10.330 - 45.000 \times 0.222}{0.41} = 829 \text{ Kgs. } 2$$

29.—Líneas politrópicas y su construcción.— Son aquellas que representan una transformación en la cual el incremento de temperatura es proporcional al calor suministrado, entonces, si referimos a dos ejes rectangulares coordenados las temperaturas en ordenadas y las cantidades de calor en abscisas se tendrá como se ve en la fig. 12 que la línea representativa de $T = f(Q)$ será una recta CB que hará un ángulo con el eje de las temperaturas y cuya tangente nos dará la cantidad de calor. Es decir que, si como sabemos, hacemos c el calor específico, que en este caso es el valor de la tangente del ángulo TCB se tendrá que es DF y podremos escribir

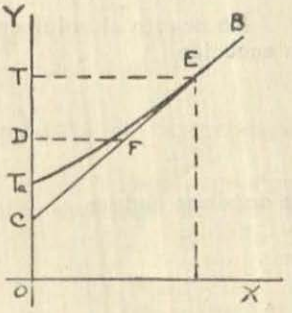


Fig. 12

$$TE = c\,(T_o - T_1)$$

Puede comprobarse que el trabajo desarrollado en la transformación considerada, está expresado de un modo análogo al de una adiabática. La ecuación de las curvas a que estamos haciendo referencia, será pues de la forma

$$p\,v^n = \textit{constante}$$

La adiabática es un caso particular de una transformación politrópica, pues, entonces

$$p\,v^n = p\,v^\gamma$$

y el valor de c será igual a cero.

La curva isotérmica también es otro caso particular de la politrópica porque teniéndose $p\,v = const$, se ve que n es igual a la unidad.

El trazo de la curva politrópica puede hacerse pues, siempre que se conozca la ecuación $p\,v = constante$, y también, cuando se

conocen dos estados del gas que realice semejante evolución es decir, cuando se tiene p_o v_o y p' v'. Inversamente dada la curva se puede determinar su exponente n y establecer su ecuación.

Vamos a realizar la construcción de la politrópica, teniendo en cuenta el método de Brauer que es el que vamos a seguir en la fig. 13.

Supongamos que se conocen dos estados próximos de la evolución tales como p_o v_o y p v, y refiramos estos,a dos ejes rectangulares coordenados ox y oy; sus coordenadas serán p_o, v_o y p, v respectivamente.

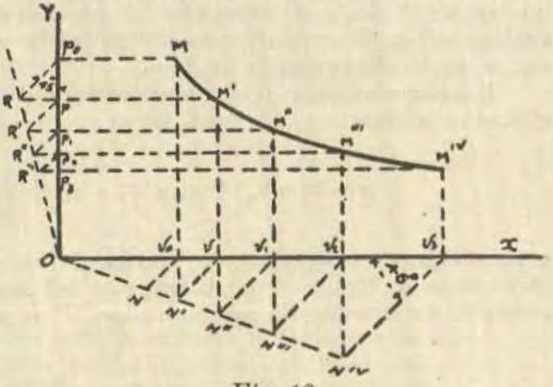


Fig. 13

Desde v, formando un ángulo de 45° con el eje de abscisas, se traza una recta vN', prolongándola hasta su encuentro con la perpendicular Mv_o en el punto N', uniendo este punto con el de origen o se tendrá un nuevo eje oN'''', que servirá para la determinación sucesiva de los puntos M'', M''', M'''', etc de la curva. Ahora del punto M tracemos una paralela al eje de las x hasta su encuentro con el eje oy en p_o; desde este punto una recta p_oR que haga un ángulo de 45° con el eje de ordenadas, y desde el punto M' otra paralela $M'R$ a ox hasta su encuentro en R con p_oR. De esta manera se tiene un punto R que unido al de origen o nos determina un nuevo eje auxiliar oR.

Es digno de notarse que los ángulos que hacen los ejes auxiliares con los ejes rectangulares coordenados dependerán del valor que tenga n en la ecuación $p\,v^n = const.$ Estos valores no pueden fijarse con exactitud y son aproximadamente:

$n = 1.10$	$\alpha = 11°.20$	$\beta = 12°.35$
$n = 1.15$	$\alpha = 11\ .20$	$\beta = 13\ .10$
$n = 1.20$	$\alpha = 11\ .20$	$\beta = 13\ .50$
$n = 1.25$	$\alpha = 14\ .05$	$\beta = 17\ .55$
$n = 1.30$	$\alpha = 14\ .05$	$\beta = 18\ .40$
$n = 1.35$	$\alpha = 14\ .05$	$\beta = 19\ .25$
$n = 1.41$	$\alpha = 18\ .25$	$\beta = 26\ .30$

Ahora continuando con el trazo de la politrópica, pasemos a determinar un punto M'' de esta curva, para esto, prolonguemos M'v hasta su encuentro en N'' con el eje auxiliar oN, desde este punto tracemos una recta $N''v_1$ inclinada 45° al eje de abscisas y desde v_1 levantemos una perpendicular que va a encontrarse en M'' con la paralela $R'M''$ al eje de las x, trazada desde R'; punto que se determina tirando desde M' una horizontal que encuentra al eje de las y en p, y desde el cual se traza la línea pR' inclinada 45° al eje de ordenadas y que va a encontrar al eje auxiliar oR en R'; procediendo de un modo análogo determinaremos los demás puntos de la curva.

Habiendo hecho el trazo, consideremos el triángulo ovN_1, en el cual el lado ov se puede expresar por

$$o\,v = o\,v_o + v_o\,v = o\,v_o + v_o\,N$$

y puesto que en todo triángulo rectángulo un cateto es igual al otro cateto multiplicado por la tangente del ángulo opuesto a dicho lado; en el triángulo rectángulo ov_oN' se puede escribir

$$v_o\,N' = o\,v_o\,tg\,x\,o\,N''''$$

Si llamamos α al ángulo xoN'''' se tendrá

$$o\,v = o\,v_o + v_o\,N = o\,v_o + o\,v_o\,tg\,\alpha = o\,v_o\,(1 + tg\,\alpha)$$

es decir que el volumen $ov = v$ será igual al volumen anterior v_o por el binomio $1 + tg\,\alpha$.

De la misma manera si consideramos el valor ov_1 se tiene:

$$o\,v_1 = o\,v + v\,v_1 = o\,v + v\,n'' = o\,v + o\,v\,tg\,\alpha = o\,v\,(1+tg\,\alpha)$$

y sustituyendo el valor de ov hallado anteriormente tendremos:

$$o\,v_1 = o\,v\,(1+tg\,\alpha) = o\,v_o\,(1+tg\,\alpha)\,(1+tg\,\alpha) = o\,v_o\,(1+tg\,\alpha)^2$$

y en general se tendría para un valor

$$o\,v_n = o\,v_o\,(1 + tg\,\alpha)^n$$

Consideremos ahora el triángulo op_0R y según la construcción de la figura tendremos

$$o\,p_0 = o\,p + p\,p_0 = o\,p + p\,R = o\,p + o\,p.\,tg\,\beta$$

$$= o\,p(1 + tg\,\beta) \quad \text{y} \quad p_0 = p\,(1 + tg\,\beta)$$

Es decir que la presión inicial p_0 será igual a la presión anterior p multiplicada por el binomio $1 + tg\,\beta$. Ahora puesto que hemos visto que v es igual a $v_0\,(1 + tg\,\alpha)$; cuando se tenga la condición $p_0\,v_0^n = p\,v^n$ se podrá escribir

$$p\,(1 + tg\,\beta)\,v_0^n = p.\,v^n.\,(1 + tg\,\alpha)^n$$

de donde se deduce

$$1 + tg\,\beta = (1 + tg\,\alpha)^n$$

Esta igualdad nos permite realizar la construcción de la politrópica, y de una adiabática en particular. Para esto si se conoce el estado de un gas caracterizado por la presión p_0 y el volumen v_0, se tendrá un punto de la curva, refiriendo estos valores a los ejes rectangulares ox y oy. Hecho esto, trazando un eje auxiliar oN que forme un ángulo cualquiera α con el eje de abscisas ox, y luego determinando el ángulo β por medio de la ecuación antes establecida, trazaremos el eje oR de modo que forme este ángulo con el eje oy.

Determinados los ejes auxiliares y el estado M cuyo volumen y presión son v_0 y p_0 respectivamente; puede notarse por el exámen de la figura que los puntos M', M'', M''', M'''', etc pueden ser determinados cuando se trazan las rectas $N'v$, $N''v'$, $N'''v''$, etc de modo que hagan con el eje ox un ángulo de 45°; y de idéntica manera trazando para las presiones correspondientes a esos volúmenes las rectas pR', $p'R''$, $p''R'''$, etc. que haga un ángulo de 45° con el eje de las y.

Si se conoce la politrópica se puede deducir el exponente n, para esto basta determinar dos estados $p_0\,v_0$ y $p\,v$ y ligarlos por la ecuación general:

$$p\,v^n = p_0\,v_0^n$$

tomando logaritmos

$$n\ log\ v + log\ p = n\ log\ v_0 + log\ p_0$$

y como n es la incógnita se tendrá haciendo la trasposición y sacándola como factor común

$$n\,(log\ v - log\ v_o) = log\ p_o - log\ p$$

de donde

$$n = \frac{log\ p_o - log\ p}{log\ v - log\ v_o}$$

Finalmente cuando se tiene el diagrama cerrado por la politrópica, también puede deducirse el exponente n, el cual entonces estará dado por la relación de áreas

$$n = \frac{p_c\ M\ M'\ p}{M\ v_o\ v\ M'}$$

CAPITULO IV

Principio de Carnot y su extensión. Entropía

30.—Ciclos reversibles.—Ciclo de Carnot.—Hemos visto anteriormente,que cuando un cuerpo evoluciona según un ciclo $A\,B\,C$,fig. 14,se puede admitir teóricamente que el gas puede volver a su estado inicial haciéndole recorrer un ciclo en sentido inverso, en el cual, a cada instante, el valor de la presión es igual pero de signo contrario al que tenía en el ciclo primitivo, y que en este caso el trabajo realizado es nulo. Habiéndose hecho notar los inconvenientes que concurren para que semejante ciclo fuera realizable.

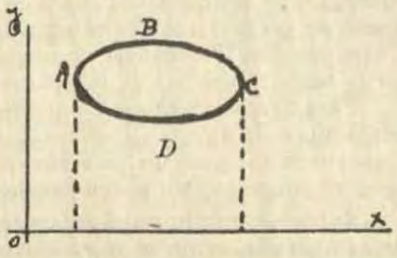


Fig. 14

También se hizo ver entonces,que el cuerpo puede volver al estado inicial A, realizando otra evolución cualquiera $CD'A$. En este caso,el trabajo externo es igual a la diferencia de superficie de las áreas que determinan cada uno de estos ciclos, o sea también, igual al área del ciclo cerrado que ambos determinan.

De una manera general, si hacemos v el volumen de un kilogramo de gas estudiado, y suponemos que actúe a una presión p sobre la cara de un émbolo de sección S que se mueve dentro del cilindro de una máquina, cuando dicho émbolo se ha desplazado una cantidad dx, ya se sabe que el trabajo estará expresado por

$$\tilde{e} = \int_{v_0}^{v} p\,S\,dx = p\int_{v_0}^{v} p\,dv$$

Por otra parte, es indudable que tanto las presiones límites, como los volúmenes límites, se pueden averiguar en el ciclo consi-

derado; las primeras lo son por dos tangentes al ciclo paralelas al eje de las x y las segundas por dos tangentes paralelas al eje de las y.

Trazando dos isotérmicas tangentes al ciclo y dos adiabáticas, que lo sean también, podremos saber por las primeras cuáles son las temperaturas límites y por las segundas cuando recibe calor y cuando cede el cuerpo considerado.

En estas condiciones es aún más fácil ver cual es el sentido de la evolución, pues entonces, dicho sentido dependerá de la diferencia de presiones y de temperaturas. De este modo, si el cuerpo al evolucionar lo hace a una temperatura o presión menor que la de los cuerpos exteriores recibirá calor o se comprimirá; en el caso contrario, es decir, si su presión o temperatura son mayores, se dilatará o cederá calor.

Fácil es concebir que exista entre las presiones y temperaturas del cuerpo que evoluciona y la de los cuerpos exteriores una diferencia bien pequeña, de modo que si experimenta de un lado un exceso de presión o temperatura puede provocar la evolución en el otro sentido. Teniéndose entonces un ciclo reversible, que podrá por lo tanto recorrerse en un sentido o en el otro.

Para que un ciclo sea reversible, se debe realizar necesariamente que cada uno de sus elementos sea reversible. Pudiendo decirse entonces que para un ciclo sea reversible, se deberá realizar, pues, que esté compuesto de porciones de isotérmicas y de adiabáticas.

Entre los infinitos ciclos que se podrían imaginar, el más simple comprende, como se ve en la fig. 15, dos isotérmicas AB y CD y dos adiabáticas BC y DA que se cortan determinando un ciclo cerrado, que por haber sido considerado por Carnot lleva el nombre de *ciclo de Carnot*.

El ciclo que acabamos de mencionar lo podemos establecer fácilmente, suponiendo que el cuerpo que evoluciona es un gas. Sea, como se ve en la figura, A, el estado en el cual el gas tiene un volumen v_0 y una presión p_0. Si ahora se suministra al cuerpo una cierta cantidad de calor Q_0 por medio de un manantial de calor que se supone indefinido y a temperatura T_0; el gas al evolucionar experimentará una expansión isotérmica, de modo que para un punto tal como B, su volumen será v' y su presión p'; habiendo la temperatura T_0 permanecido constante.

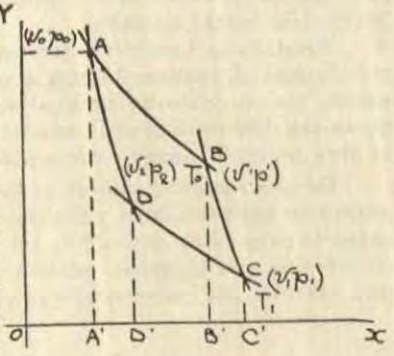


Fig. 15

A partir del estado B, se suprime el manantial de calor y el

gas al continuar su dilatación, admitiendo que no dá ni recibe calor, realizando su evolución entonces, según la adiabática BC. Para un estado C de su transformación su presión es p_1 y su volumen ha aumentado a v_1, habiendo descendido hasta T su temperatura.

En estas condiciones el gas vuelve a sufrir una transformación isotérmica, el fluído entonces se comprime y la temperatura permanece constante e igual a T, con la ayuda de un refrigerante, supuesto indefinido y que se halla a la temperatura T. En un estado D el volumen del gas será v_2 y su presión p_2.

A partir del punto D la compresión continúa; pero de modo tal que el gas no cede calor, el refrigerante no actúa por lo tanto, y el gas al comprimirse aumenta de temperatura hasta volver a las condiciones que caracterizan al estado A.

Como se ve pues, durante el recorrido del ciclo el cuerpo habrá recibido del manantial térmico una cantidad de calor que llamaremos Q y habrá alcanzado y mantenido durante la primera evolución isotérmica AB la temperatura T_0 que tiene el manantial; en la adiabática BC' su temperatura habrá descendido hasta llegar a ser igual en C a la temperatura T del refrigerante.

En la segunda isotérmica CD, el gas cede una cantidad de calor Q' y a partir de D, al realizar la segunda adiabática el gas aumenta su temperatura hasta que en A vuelve a alcanzar la T_0 del manantial de calor.

En las dos primeras evoluciones el gas habrá efectuado un trabajo positivo, es decir habrá transformado una cierta cantidad de calor en trabajo, y en las otras dos como transforma trabajo en calor habrá realizado un trabajo negativo.

El ciclo de Carnot es pues, un ciclo reversible, y según lo que se ha admitido, puede ser realizado por los cuerpos en un sentido o en el otro.

Decimos que es reversible, porque en tal caso el gas partiendo del punto A que caracteriza su estado final en el ciclo directo, se dilata adiabáticamente desde A hasta D, no cediendo ni recibiendo calor; a partir del punto D hasta C sigue realizando su expansión; pero isotérmicamente y en este caso tendría que absorver una cantidad de calor del refrigerante para producir el trabajo que entonces se realizaría.

Luego para pasar del estado C al B tendría que comprimirse el gas adiabáticamente gastando un trabajo representado por el área $CBB'C'$. Y por fin, para llegar al estado inicial A habría que realizar la compresión isotérmica del fluído considerado, lo que equivaldría a gastar un trabajo que estaría dado por $BAA'B'$ lo que permitiría devolver al hogar la cantidad de calor Q producida para realizar el ciclo directo. Lo que se conseguiría gastando trabajo en la compresión.

El examen del ciclo que estamos considerando nos hace ver que en un ciclo invertido el trabajo gastado tiene que ser igual

al trabajo producido en el ciclo directo; y que el calor producido es necesariamente igual al gastado en el ciclo directo.

Una transformación de este género, volvemos a decirlo, es completamente ideal y solo puede obtenerse aproximaciones al pretender alcanzarla.

31.—Enunciado o principio de Carnot.—El teorema que vamos a estudiar fué enunciado en 1824 por Sadi Carnot en su obra titulada *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego*, fundándose en las ideas de la época; y sentando el principio de la conservación del calor.

Clausius, precisando el principio enunciado por Carnot, mostró en 1850 que no era incompatible con el principio de equivalencia del calor y el trabajo.

Para hacer esta demostración Clausius, y más tarde W. Thomson, modificaron las hipótesis formuladas por Carnot, estableciendo dos postulados, que son, puede decirse fundamentales en el estudio de Termodinámica.

La proposición de Carnot precisada por Clausius puede considerarse como el primero de estos postulados; el cual se enuncia como sigue:

No puede pasar calor de un cuerpo frío a un cuerpo caliente sin consumo de trabajo.

De este postulado se deduce, que para que funcione una máquina térmica y realice un trabajo debe haber caída de temperatura entre el manantial de calor y el refrigerante; de modo que sería imposible obtener este funcionamiento estando el manantial de calor sin el refrigerante.

Teniendo en cuenta lo que acabamos de decir se tiene que la máquina térmica al funcionar gastará calor y producirá trabajo; y que en la inversa de este funcionamiento, que es realizado por la máquina frigorífica,se gasta trabajo y se produce calor.

Si seguimos considerando un cuerpo o un sistema que realice un ciclo cerrado; y se tiene que todas las transformaciones que en él se realicen son reversibles, el ciclo todo será reversible.

Ahora, si admitimos que estas transformaciones sean A, A_1, A_2,A_3,....; y suponemos que para la transformación A, la temperatura sea T en todos sus estados, el sistema habrá absorvido una cantidad de calor Q; para la A_1 hecha a la temperatura T_1 el sistema habrá absorvido la cantidad Q_1; y así sucesivamente.

De esta manera cuando un sistema recorre un ciclo reversible el principio de Carnot, modificado por Clausius nos permite decir, que la suma de las relaciones

$$\frac{Q}{T} + \frac{Q'}{T'} + \frac{Q''}{T''} + ... = 0$$

estas relaciones entre las cantidades de calor y las temperaturas absolutas son las que llamó Clausius *transformaciones.*

Si ahora consideramos el ciclo de Carnot aplicado a los gases perfectos y calculamos los valores de Q realizados en sus transformaciones, tendremos para la isotérmica AB, según la ecuación establecida para el caso de esta evolución:

$$Q_o = ART_o \; log \; \frac{v'}{v_o}$$

que será la cantidad de energía calorífica que el gas absorve del manantial.

Siguiendo al gas en su evolución, en el ciclo ideal que estamos considerando, se tendrá, que al dilatarse según la adiabática BC, no experimentará aumento ni disminución de calor; pasando entonces dicho fluído desde la temperatura T_o a la T_1 cuando el volumen aumenta desde v' a v_1, y entonces sabemos que se puede establecer como relación de dichos volúmenes con las temperaturas

$$\left(\frac{v_1}{v'}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_o}{T_1}$$

Cuando el gas realiza la isotérmica CD, tendrá forzosamente que haber compresión puesto que va de un valor de la presión a otro mayor, el fluído cede calor al refrigerante que se ha supuesto indefinido para poder permanecer a la temperatura T_1, de modo que el calor absorvido entonces por el manantial frío, podrá expresarse por

$$Q_1 = ART_1 \; log \; nep \; \frac{v_1}{v_2}$$

Por último, en la compresión del gas según DA, como ésta se realiza adiabáticamente, el refrigerante no estará en contacto con el cuerpo que evoluciona y su temperatura aumentará al disminuír del volumen v_2 al volumen v_o desde T_1 a T_o que era la temperatura en el origen; siendo entonces la relación entre los volúmenes y temperaturas

$$\left(\frac{v_2}{v_o}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_o}{T_1}$$

Las ecuaciones que indican las relaciones entre las temperaturas y volúmenes en las adiabáticas BC y DA nos permiten escribir

$$\frac{v_1}{v'} = \frac{v_2}{v_o} \quad \text{y también} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{v'}{v_o}$$

Comparando ahora los valores de las cantidades de calor Q_o absorvida en la isotérmica AB y la Q_1 cedida en la CD, se tiene:

$$\frac{Q_o}{Q_1} = \frac{T_o \ log\ nep \ \frac{v'}{v_o}}{T_1 \ log\ nep \ \frac{v_1}{v_2}} = \frac{T_o}{T_1}$$

puesto que como hemos visto

$$\frac{v'}{v_o} = \frac{v_1}{v_2}$$

de esta manera si se cambia los medios se tiene:

$$\frac{Q_o}{T_o} = \frac{Q_1}{T_1}$$

lo que nos conduce a lo que antes hemos establecido, es decir, a escribir

$$\frac{Q_o}{T_o} - \frac{Q_1}{T_1} = 0$$

y por lo tanto

$$\frac{Q_o}{Q_1} = \frac{T_o}{T_1}$$

Por lo tanto, se puede enunciar el siguiente principio; diciendo que: *cuando un gas realiza en su evolución un ciclo reversible, que en el caso considerado es el de Carnot, la relación de la cantidad de calor tomada del manantial a la absorvida por el refrigerante es igual a la relación de la temperatura absoluta del manantial caliente a la del refrigerante, y también decir, que en el ciclo de Carnot las cantidades de calor tomada al manantial y cedida al refrigerante son proporcionales a las temperaturas absolutas de estos dos medios.*

Se ve pues que el calor transformado es igual al calor suministrado Q_0 menos el calor Q_1 absorvido por el refrigerante.

De esta manera se tiene por el principio de equivalencia, que el trabajo realizado es igual a la cantidad de calor desaparecido por el equivalente calorífico, es decir que

$$Q_0 - Q_1 = \varepsilon \, . \, A$$

Pero hemos visto que

$$\frac{Q_0}{T_0} + \frac{Q_1}{T_1} = 0$$

de donde se deduce

$$\frac{Q_0}{T_0} = \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_0 - Q_1}{T_0 - T_1}$$

La igualdad de estas razones nos permite escribir

$$\frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} = \frac{T_0 - T_1}{T_0}$$

y despejando el valor de $Q_0 - Q_1$ se tiene

$$Q_0 - Q_1 = Q_0 \frac{(T_0 - T_1)}{T_0} = \varepsilon . A$$

y averiguando el valor de ε

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{A} \cdot \frac{(T_0 - T_1)}{T_0} = \frac{Q_1}{A} \cdot \frac{(T_0 - T_1)}{T_1}$$

Se tiene así el valor del trabajo producido en función bien del calor absorvido o también del suministrado y de las temperaturas límites entre las cuales se realiza el ciclo.

De este modo, como segunda parte del principio de Carnot de que nos venimos ocupando, puede enunciarse lo siguiente: *que si se realiza un ciclo de Carnot entre los límites de temperatura T_0 y T_1, a una misma cantidad de calor Q_c tomada del manantial de calor corresponde una misma cantidad de trabajo pro-*

ducido y también, que *el trabajo producido es proporcional a la diferencia de temperaturas existente entre la temperatura del hogar y la del refrigerante.*

De esta manera, si se realiza un ciclo de Carnot entre las temperaturas límites T_0 y T_1, los cuerpos que evolucionan según este ciclo toman la misma cantidad de calor Q_0 y ceden al refrigerante la misma cantidad Q_1, de manera, que no siendo el trabajo dependiente de la naturaleza de los cuerpos, sino de la diferencia de temperaturas, todos transformarán la misma cantidad de calor $Q_0 - Q_1$ y por lo tanto realizarán el mismo trabajo.

Lo que acabamos de expresar se funda en el principio de conservación, porque si esto no fuera así, llegaríamos a la conclusión de que era posible hacer pasar calor de un cuerpo frío a un cuerpo caliente sin gasto de trabajo.

En efecto, supongamos que un cuerpo M al evolucionar ha desarrollado un trabajo $\tilde{e}$, correspondiente a la transformación de la diferencia de energía calorífica entre el calor Q_0 tomado del manantial y la Q_1 entregada al refrigerante, lo que nos daría, según el principio de equivalencia

$$\tilde{e} = \frac{1}{A} (Q_0 - Q_1)$$

Ahora, supongamos un nuevo cuerpo N que realice un trabajo $\tilde{e}'$ mayor que $\tilde{e}$, tomando la misma cantidad Q_0 de calor, lo cual equivale a admitir que entrega al cuerpo frío o refrigerante una cantidad Q' de calor menor que Q_1.

Si habiendo admitido la evolución de estos dos cuerpos, hacemos que el cuerpo N efectúe el ciclo directo $ABCDA$ de la figura 15, dicho cuerpo habrá absorvido del manantial una cantidad de calor Q_0 y habrá realizado un trabajo $\tilde{e}$; y si luego tomamos al cuerpo M y lo hacemos recorrer al ciclo inversamente según $ADCBA$, gastará trabajo y producirá calor.

Según estas condiciones supongamos que ambos ciclos se realicen simultáneamente, es decir que exista entre ellos un acoplamiento; entonces el calor obtenido en el ciclo descrito por M será producido por N.

En el caso de la reversibilidad se habría llegado al resultado, que el manantial de calor habría suministrado Q_0 calorías al cuerpo M; pero en cambio habría recibido Q_0 calorías del cuerpo N no realizándose entonces cambio de ninguna clase. En cambio, si se efectúa que el refrigerante entrega Q_1 calorías al cuerpo M y que recibe Q' calorías del cuerpo N; se tendrá que éste dará más calor que el recibido, puesto que Q' es menor que Q_1, de este modo un trabajo positivo $\tilde{e}' - \tilde{e}$ se efectuaría incesantemente y se habría conseguido el movimiento perpetuo.

Se habría llegado al caso de que pasará una cantidad de calor del refrigerante al manantial, es decir, se habría suministrado una cantidad Q' de calor al refrigerante y el manantial de calor recibiría de éste una cantidad mayor Q_1; produciéndose al mismo tiempo un trabajo positivo.

Siendo esto absurdo y contrario a lo que hemos establecido al ocuparnos del postulado de Clausius; se tendrá que produciendo el mismo trabajo σ en el ciclo directo que en el reversible, el refrigerante deberá en el ciclo inverso devolver al manantial la misma cantidad Q_1 de calor que recibió en el ciclo directo.

De esta manera, puesto que como hemos dicho el trabajo producido es proporcional a la diferencia de temperatura existentes entre el manantial de calor y el refrigerante, se deduce, que no puede el cuerpo que evoluciona transformar en trabajo todo el calor que recibe del manantial, puesto que una parte tiene que ir al refrigerante, y también, que con la misma cantidad de calor absorvida del manantial, se obtendrá el mismo trabajo cualquiera que sea el cuerpo que actúe en la transformación, siempre que esta transformación se haga entre los mismos límites de temperatura.

32.—Teorema del coeficiente económico.—Este teorema lo podemos enunciar como sigue: *En todo ciclo de Carnot la relación entre el calor tomado al foco y el calor cedido al refrigerante es igual a la relación de la caída de temperaturas a la temperatura absoluta más elevada, siendo independiente de la naturaleza de los cuerpos y constante el rendimiento.*

En efecto, puesto que Q_0 y Q_1 son constantes se sabe que puede escribirse

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{T_0}{T_1}$$

de donde se deduce

$$\frac{Q_0 - Q_1}{T_0 - T_1} = \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_0}{T_0}$$

lo que conduce a poder establecer la relación

$$\frac{Q_0 - Q_1}{Q_0} = \frac{T_0 - T_1}{T_0}$$

que es el rendimiento. Esto es la consecuencia principal del ciclo

de Carnot que tiene una importancia capital para las máquinas térmicas. La fracción de calor utilizado $Q_o - Q_1$ será tanto más grande cuanto mayor sea el valor de la diferencia de temperaturas. Esto deberá tenerse siempre en cuenta cuando se quiera mejorar el rendimiento utilizando lo más posible el calor suministrado por el manantial.

De esta manera, si llamamos ρ al rendimiento, $\mathcal{E}_1$ al trabajo total y $\mathcal{E}_e$ al trabajo efectivo,se podrá escribir

$$\rho = \frac{\mathcal{E}_e}{\mathcal{E}_m} = \frac{E(Q_o - Q)_1}{E\,Q_o} = \frac{T_o - T_1}{T_o}$$

Expresión que nos dice que el rendimiento del ciclo de Carnot depende de la diferencia de temperaturas entre el manantial de calor y el refrigerante.

De esta expresión se deduce

$$\mathcal{E}_e = \rho.\,\mathcal{E}_m = \rho.\,E\,Q = E\,Q\,\frac{(T_o - T_1)}{T_o} = E\,Q\,\left(1 - \frac{T_1}{T_o}\right)$$

puesto que sabemos que $E = \frac{1}{A}$.

Observando el valor que corresponde al rendimiento, se ve que para aumentarlo es preciso aumentar T_o y disminuír T_1. Naturalmente, cuando T_o sea constante se procurará reducir lo más posible T_1.

Por otra parte, de la expresión que estamos considerando se deduce,que cuando $T_o = T_1$ el valor del trabajo efectivo $\mathcal{E}_e$ será nulo, haciéndonos ver por lo tanto que no puede realizarse un trabajo exterior si no hay *transporte de energía, es decir, si no hay un salto de temperatura.*

La misma expresión nos indica que si la temperatura del refrigerante T_1 llega a ser igual a cero, la cantidad de calor recibida sería también igual a cero, lo cual es contrario al principio de Carnot que para que se realice debe haber paso de calor de un cuerpo caliente a un cuerpo frío.

33.—Principio de la degradación o disipasión de la energía.—Del principio de Carnot que hemos venido estudiando, hemos sido conducidos a establecer, que para que un motor térmico realice un trabajo debe haber un salto de temperatura.

Entre los límites ordinarios de temperatura, es, pues, absolutamente imposible utilizar todo el calor que contiene o que produce un fluído.

En una palabra, no se puede transformar en trabajo sino una parte muy pequeña del calor suministrado en la evolución de un gas; caso que corresponde a las distintas máquinas térmicas empleadas en la industria.

Esto puede servir de base crítica para el estudio de esta clase de máquinas.

El coeficiente económico del ciclo de Carnot reversible es, como acabamos de ver, inferior a la unidad. De donde resulta, ya se ha visto también, que el trabajo $\mathcal{E}_e$ que realizaría una máquina recorriendo el ciclo ideal a que nos estamos refiriendo será siempre inferior a la cantidad de trabajo a que equivaldría todo el calor Q_o si se transformara en energía mecánica.

El carácter especial de esta pérdida de calor, o lo que es lo mismo, el trabajo equivalente al calor que pasa del cuerpo mantenido a la temperatura del manantial al cuerpo que sirve de refrigerante y que está a una temperatura inferior; podemos expresarlo diciendo: *que en el caso de que un cuerpo evolucione según un ciclo de Carnot reversible, se perderá siempre energía, o lo que es lo mismo habrá degradación de una cierta cantidad de trabajo.*

De esta manera, se ve, que así como es imposible obtener trabajo de la nada, es también imposible convertir en trabajo toda una cantidad de calor dada; las dos imposibilidades físicas que acabamos de mencionar y que se reducen del estudio que hemos venido haciendo, hacen ver que es imposible obtener el movimiento perpetuo.

Según lo que hemos venido expresando puede enunciarse el *principio de degradación de la energía*, del siguiente modo: *Si el cuerpo que evoluciona en una máquina térmica, es mantenido a una temperatura constante, merced a un manantial, y en esta evolución el cuerpo realiza un ciclo de Carnot reversible, la cantidad de calor desprendido del manantial no puede ser transformada integralmente en trabajo y habrá siempre una cantidad de energía degradada que será equivalente al calor que el manantial cede al refrigerante.*

Del exámen que se haga de las transformaciones de la energía se ve que ésta tiende a degradarse. El calor tiende a pasar de los cuerpos calientes a los cuerpos fríos lo que disminuye su facultad de transformarse en trabajo. El calor que pasa a un cuerpo caliente a un cuerpo frío y no se transforma en trabajo se disipa.

Es digno de tener en cuenta que cuando una máquina térmica funciona según un ciclo reversible distinto del ciclo de Carnot, su coeficiente económico es inferior, cosa que más adelante vamos a demostrar.

34.—Rendimiento de las máquinas térmicas.—

Vamos a considerar como aplicación el rendimiento de una máquina de vapor. Puesto que el rendimiento de un motor térmico, es, como acabamos de ver, cuando funciona según un ciclo de Carnot

$$\rho = \frac{T_o - T}{T_o} = 1 + \frac{T}{T_o}$$

admitamos el caso de una máquina de vapor en la cual este fluído inicia su evolución a 170° C y evacua en el condensador a 50° C; entonces se tendrá para $T_o = 170+273$ y para $T = 50+273$ y hallando el valor que corresponde al rendimiento

$$\rho = \frac{(170+273)-(50+273)}{170+273} = 1 - \frac{323}{443} = 0.25$$

Lo que nos dice que por kilogramo de vapor que evoluciona en la máquina se obtendrá un trabajo que estará dado por la transformación de los 0.25 del calor contenido por este fluído.

Si ahora queremos hallar el calor contenido por un kilogramo de vapor a 170; aplicaremos la fórmula de Regnauld y tendremos

$$Q = 606'5+0.305\times170$$

y como el 0'25 de este calor es transformado en trabajo útil, será

$$\mathcal{E}_e = 445\times0.25\ (606'5+0.305\times170)$$

El rendimiento que acabamos de anotar corresponde al vapor; pero como para producir este fluído hay que quemar combustible en los hogares, y en estos se obtiene un rendimiento que no pasa en mucho del 60%; se ve claramente que el rendimiento global que sería el producto del rendimiento de la máquina por el rendimiento ρ' de la caldera nunca puede alcanzar el valor 0'25 hallado, sino que jamás pasa de 0'14 a 0'15.

[*Continuará*].

Operaciones Navales

Sexta Conferencia

La Escuadra de Combate.

Por el Capitán de Fragata
D. R. Marques de Azevedo.

Traducido de la Revista Marítima Brasilera

La organización de la escuadra de combate debe obedecer a la misma orientación que hemos procurado poner de relieve en las conferencias anteriores: tener como objetivo de las preocupaciones, en cada uno de los aspectos que concurren a la eficiencia de las unidades de la escuadra, la "victoria final".

Respecto a la acción combinada de las unidades componentes de la escuadra de combate, los métodos empleados deben estar sujetos a principios inflexibles, para evitar la dispersión de los esfuerzos cuando es más necesaria la coordinación de las fuerzas para el fin ambicionado.

En los centros adelantados, se sabe muy bien que la composición de la fuerza militar del país debe estar subordinada, en primer lugar, a los rumbos que siga la política nacional. Según los designios, mediatos o inmediatos, de esos objetivos, se debe calcular, dentro de las posibilidades económicas, la naturaleza y extensión del armamento indispensable.

Una vez decidida esta cuestión primordial, corresponde, únicamente, a los técnicos militares el proyecto de la organización de las fuerzas, teniendo en cuenta la calidad de los instrumentos de acción militar más apropiados a las condiciones existentes.

Este es el punto más importante del aspecto militar, esto es, la elección de los medios para ejecutar el fin que persigue la intervención armada: *el combate decisivo, reduciendo al mínimo el tiempo y los sacrificios de la riqueza nacional.*

La guerra, en el mar o en tierra, no es más que el instrumento del estadista, la continuación de la acción diplomática cuando se han agotado los recursos de solución pacífica de los principios en litigio. Es el medio coercitivo, tanto más eficaz cuanto más rápida sea su acción y más enérgicos los sistemas adoptados.

Por consiguiente, es claro que los efectos se aproximarán más a las condiciones ideales, cuanto mejores hayan sido los preparativos hechos en tiempo de paz, siguiendo un plan bien coordinado y permanente.

En la organización de las fuerzas, aunque se trate de unidades aisladas, desde su adquisición hasta la composición de la escuadra y los indispensables sistemas de entrenamiento colectivo, *no hay ningún detalle que pueda escapar a los preceptos rígidos de una orientación práctica y definida.*

La marina de guerra es el instrumento que la nación posee, en el mar, para mantener o imponer una política determinada, bien para la defensa de los derechos adquiridos, bien para resolver cuestiones internacionales o crear nuevos horizontes a la nacionalidad. Antes, pues, de estudiar los medios de ejecución de la acción militar, es indispensable el conocimiento de los puntos o zonas donde, probablemente, ha de jugarse la suerte de las campañas navales.

Una vez señalados los enemigos probables, debe tratarse inmediatamente de la constitución de la escuadra. *La marina de guerra tiene por fin exclusivo el combate,* aunque en tiempo de paz, se le puedan encomendar otras

funciones. La escuadra debe estar constituída por tipos de buques capaces de formar el núcleo de combate, además de los elementos variables, en número y calidad, según los teatros de las guerras y las situaciones de las bases navales o de aprovisionamiento.

En la constitución de la fuerza naval se debe exigir que los recursos se aprovechen únicamente en la adquisición de buques aptos para ocupar un puesto en la línea de fuego, y no otros que, por sus características, sean incompatibles con la permanencia en el combate; problema relativamente fácil cuando los programas navales son estudiados con criterio.

Admitiendo, conforme a la aceptación universal, que un buque de guerra es inútil al cabo de veinte años, la escuadra puede estar siempre compuesta de unidades que estén en condiciones de tomar parte en la acción principal, a menos que ocurran verdaderas revoluciones en los procesos de la ingeniería naval, o que una profunda alteración en los principios ahora establecidos, venga a modificar radicalmente las ideas sancionadas.

Una escuadra puede estar dividida en dos grupos:

a) buques propiamente de combate,

b) buques auxiliares.

La escuadra de combate se compone de acorazados, cruceros, torpederos y submarinos.

Los auxiliares, cuya especie es tanto más variada y numerosa cuanto mayores son las necesidades de conservación de la fuerza naval eficiente, en los lugares de las operaciones, debe comprender: los tenders, buques talleres, trasportes de municiones y de provisiones, hospitales, minadores, rastreadores de minas, carboneros, etc.

No se puede decir, en justicia, cuál es el grupo más importante, por la sencilla razón de que una fuerza mal atendida en los servicios que concurren a su existencia organizada, no podrá desarrollar el máximo de eficiencia de que sería capaz, si aquellos satisficieran las múltiples necesidades de sus órganos en actividad. Iríamos muy lejos si entrásemos en consideraciones relativas a este asunto.

Sujetos, como estamos, a un programa, estudiaremos solamente lo que concierne a la escuadra de combate.

Constituída por las unidades mencionadas, precisa que la organización de la escuadra de combate alcance un grado tal de perfección que el cambio del "estado de paz" al "estado de guerra", se haga naturalmente y, por decirlo así, sin alteración de la rutina habitual.

Como hemos dicho e insistido, el entrenamiento diario en los buques y los ejercicios periódicos de escuadra, no son más que una imitación de los sistemas a ejecutar en el combate.

En la imposibilidad de poder realizar, en los ejercicios, las condiciones de guerra, se necesita que la organización sea exageradamente minuciosa, para que las diferencias de situaciones influyan lo menos posible sobre las condiciones materiales y morales, en el momento del combate.

Suponiendo que los métodos de instrucción técnica adoptados en la escuadra satisfagan los requisitos deseables y se aproximen a la perfección que requiere el material de que se dispone, es imprescindible que la división de la escuadra en grupos, obedezca, en todo tiempo, al mismo criterio que se adoptaría en el caso de que el estado permanente, en la existencia de la vida militar, fuera la guerra.

Es evidente que en toda organización colectiva debe haber una unidad de dirección, lo que, en el caso de una escuadra, significa la unidad de mando en la persona de un Almirante—Jefe. Pero no siendo humanamente posible que una sola persona se encargue de la conducción de todas las fuerzas en el combate, se hace forzoso subdividir la escuadra en grupos, cada vez, menores, hasta conseguir la unidad táctica, facilmente manejable por un jefe. También concurren otras consideraciones para reforzar esa solucción, mas, en las marinas extranjeras, no se ha esta; blecido todavía, en forma difinitiva, cuál deberá ser el tipo de "unidad táctica" bajo el mando de un jefe almirante.

En Norte América, la menor subdivisión, del comando de los buques de línea, comprende cinco buques en ca-

da división (section). En Italia, cuando la guerra con Turquía, las divisiones eran de cuatro buques; en Alemania, en 1913, las divisiones, denominadas "squadrons", eran de nueve buques, mandados por un Vice-Almirante y un Contra-Almirante; en Francia, seis buques bajo el comando de un Vice-Almirante y un Contra-Almirante; en Inglaterra, despues de la última distribución de fuerzas, la escuadra quedó dividida en "squadrons" de siete a ocho buques con un Vice-Almirante y un Contra-Almirante. La escuadra inglesa, antes de la guerra, estaba constituída por tres escuadras: la "primera", la "segunda de reserva" y la "tercera de reserva".

La primera escuadra, mandada por un Almirante, a bordo de un buque suelto, el "Neptuno", estaba compuesta de cuatro "squadrons" de batalla, teniendo cada uno dos grandes cruceros (scouts); cuatro escuadrillas de cuatro cruceros de combate [battle cruizers] o, a falta de estos, de cruceros acorazados; cuatro flotillas, constituídas por un crucero-scout, un depósito y 15 o 20 destrovers. Como auxiliares de la primera escuadra servían seis buques rastreadores; dos buques talleres; un crucero pequeño y un buque hospital.

La segunda escuadra "de reserva", estaba constituída por las 5a y 6a escuadrillas de acorazados "predreadnoughts", ocho buques bajo el mando de un Vice-Almirante y un Contra-Almirante; dos escuadrillas de cinco cruceros acorazados, mandados por un Contra-Almirante; dos cruceros menores y siete buques minadores-de-escuadra.

La tercera escuadra "de reserva", estaba formada por dos escuadrillas de "predreadnoughts", cuatro cruceros de 2a clase y 5 escuadrillas de cruceros de 1a y 2a clase, con seis buques cada una; cuatro flotillas de destrovers y seis de submarinos, bajo el mando de un Contra-Almirante. Estas dos escuadras estaban mandadas por un Vice-Almirante y dos Contra-Almirantes, más el comandante de las flotillas.

Como claramente se ve, las subdivisiones obedecen, primero, al tipo y despues, a las cualidades tácticas de los buques. La homogeneidad táctica de una escuadra es im-

posible de alcanzar, pero la de los grupos es de obtención relativamente fácil. Sería de desear que cada grupo táctico estuviese organizado con unidades exactamente iguales, bien se trate de acorazados o de submarinos; sin embargo, esto es absolutamente irrealizable, por la evolución constante y rápida de los métodos de construcción y de las ciencias técnicas.

De todas las características que influyen en la constitución de las unidades técnicas, la velocidad representa la más importante para la armonía de las combinaciones estratégicas y tácticas; en lugar inmediato, pero menos importante, viene el radio de acción.

Todos conocen el aforismo "ninguna escuadra, o división de escuadra, es más veloz que la menos rápida de sus unidades", tan verdadero en las operaciones estratégicas y en los movimientos tácticos. Por consiguiente, en la composición de las divisiones y escuadrillas, se impone la velocidad como base para la elección.

Hemos visto ya que, en los buques grandes, la velocidad representa el sacrificio de una cualidad que se llama el "valor combatiente del buque", o sea el "compromiso" a costa de la coraza o del cañón.

De lo que llevamos dicho se puede concluir que: los cruceros de combate deben constituír divisiones aparte, incorporadas al núcleo de combate, pero siempre listas a actuar, como unidades tácticas, en grupos homogéneos e independientes, en los momentos tácticos oportunos, operando como división ligera o de maniobra, sobre uno de los extremos de la línea enemiga. El núcleo de combate, compuesto por los acorazados menos rápidos, será el apoyo de la maniobra, semejante al que las plazas fuertes prestan a las alas de los ejércitos, en los movimientos de defensiva u ofensiva táctica.

La distribución de las unidades en los diversos grupos y la organización administrativa de las unidades y grupos, deben estar orientadas por las mismas consideraciones de "estado de guerra".

La simple inspección del cuadro de organización de

las fuerzas navales inglesas, nos muestra que el sistema adoptado consiste en la distribución de los buques por escuadrillas, compuestas de grupos de unidades de tipos diferentes; disposición, más o menos, semejante a la de las marinas alemana, italiana y francesa. La ventaja inmediata es que cada comandante de escuadrilla tenga bajo sus órdenes una pequeña escuadra completa y que el Comandante en Jefe maniobre con un número, de unidades de la escuadra, menor que el que resultaría si los grupos estuviesen formados en divisiones distintas, de buques arreglados por tipos.

La distribución de los buques "en grupos de escuadras" presenta mayor flexibilidad y facilidad de adaptamiento a las condiciones de la guerra naval. Si se tratase de una concentración táctica, las distintas escuadrillas se fundirián, naturalmente, en una escuadra, bajo el mando superior, directo, del Almirante-Jefe; quedando las unidades de los diferentes tipos bajo las órdenes del oficial general más antiguo que exista en ellas. Con este objeto, los jefes de cada división [llamada tambien escuadrilla] de la primera escuadra serán más antiguos que los de los demás grupos de unidades idénticas, de las otras escuadras, lo que es lo mismo que decir que quedan subordinados al oficial más antiguo, comandante del primer grupo, en todos los asuntos que no sean los administrativos, que siguen bajo la jurisdicción del Jefe bajo cuyas órdenes estaban antes de la reunión.

Desde cualquier fase que se comtemple el sistema, esta organización se presenta marcadamente natural. Una vez realizada la concentración, las subdivisiones desaparecen, como agrupamientos menores, para formar una escuadra de elementos semejantes, aumentados en número.

Si se hiciera necesario, antes o durante el período de acción táctica, destacar una fuerza para un objetivo, estratégico o táctico determinado, se la tendría lista ya y constituída por todas las unidades precisas en las operaciones navales.

Las escuadrillas "en reserva" obedecen al mismo criterio organizador y pueden ser incorporadas a la escua-

dra, total o parcialmente, en caso que lo exijan las circunstancias y del modo más simple posible.

El sistema se recomienda no solamente como organización; pues, siendo indispensable una misma orientación en todos los servicios, el entrenamiento de la escuadra se acerca más a la perfección con este sistema, porque, en los ejercicios y maniobras, pueden oponerse unas a otras, escuadrillas semejantes; se adiestra así a las dotaciones y comandos en los mismos procesos y bajo la misma dirección de tiempo de guerra, de manera que la transición del uno al otro estado, se haga naturalmente, sin interrupciones.

"Neptuno" Buque Jefe

1a. Escuadrilla	2a. Escuadrilla	3a. Escuadrilla	4a. Escuadrilla
Escuadrilla de combate	2a. idm	3a. idem	4a. idem
"Belerophon"	Siete acorazados	Ocho acorazados	Cinco acorazados pre-
"Collingwood"	(1 vice-almirante y	predreanoughts	dreadnoughts (1 vice
"Dreadnought"	1 contra-almirante)	(1 vice y 1 contra-almte.)	y 1 contra-almte.)
"St. Vincent"			
"Superbe"			
"Temeraire"			
"Vanguard"			
Cruceros agregados			
"Gloucester", Scout	2 cruceros scouts	Idem	1 Scout
"Liverpool", Scout			
Buques agregados			
"Cyclops", taller	1 buque taller		
"Maine", hospital			
"Sappho", crucero de 2a.			
"Swift", destroyer			
1a. Escuadrilla de cruceros [Battle-Cruisers]	5 buques [1 contra-almirante]	3 buques [1 contra-almirante]	
"Indefatigable"			
"Lion"			
"Inflexible"			
"Invincible"			
1a. Flotilla			
"Blenda", Jefe, crucero ligero	1 buque jefe	1 buque jefe	1 buque jefe
1 Depósito	1 Depósito	1 Depósito	1 Depósito
"Venus" crucero ligero	1 crucero ligero	1 crucero ligero	1 crucero ligero
16 destroyers	16 destroyers	16 destroyers	16 destroyers
6 rastreadores			

Necesidad de la Organización del Servicio Hidrográfico de la Armada.

Hace mucho tiempo que un verdadero interés profesional me guiaba a tratar sobre este tema, con el propósito de contribuir al desarrollo de una de nuestras fuentes de actividad más provechosa. Temeroso de incurrir en omisiones odiosas o aseveraciones inexactas, por falta de datos precisos para hacer una exposición de los trabajos de esta índole que se han llevado a cabo en la Armada, me concreto solamente a su recuerdo y análisis ligero, como una sustentación de estos breves apuntes; y digo recuerdo solamente, porque de los pocos que ha alcanzado mi afán investigador no es posible hacer crítica ninguna, pues no llenan plan de trabajo hidrográfico ninguno, mejor dicho, no son nada ni medianamente completo.

Fundada la Comisión Hidrográfica el 20 de Junio de 1903, su funcionamiento duró por espacio de 11 años, mas o menos, habiéndose sucedido los jefes asesorados por entusiastas oficiales del cuerpo; pero, de lo que aquella Comisión hizo, no hay huellas. Probablemente, ella no pudo llevar a cabo su programa, si éste existió alguna vez, aún en alguno de sus estudios, pues de todos los trabajos que he podido ver, no hay ninguno completo. En un puerto solamente se hacen sondajes y, en forma elemental, se determina durante varios días las mareas, sin que se haga ningún estudio serio de éstas, con un periodo de ob-

servaciones suficientemente largo y con instrumentos perfeccionados; en otro, se hace un pequeño levantamiento; y en algunas islas se determinan las coordenadas.

En nuestros *96* años de vida independiente, han desfilado por nuestras costas todas nuestras unidades de guerra y en ellas los jefes y oficiales más eficientes; muchos se han sucedido en la dirección de la Marina con entusiasmos patrióticos, y muy buenas intenciones, pero en las cartas de navegación de nuestro extenso litoral marítimo no figuran ni los más insignificantes datos originales relativos a exploraciones, aún simples reconocimientos hechos en el país por buques de la armada nacional. En las memorias de la marina figuran algunos viajes del extransporte "Constitución" y del "Chalaco" con este solo objeto; pero más que en comisiones hidrográficas, pudieron llamarse, en viajes de práctica o instrucción para un reducido número de oficiales que iban a manejar instrumentos de precisión por primera vez; la mayor parte de sus trabajos, hechos sin una verdadera organización del personal y del trabajo, con instrumentos insuficientes y en poco tiempo, fueron aisladamente algunas situaciones de islas donde debían colocarse faros y sin excepción ninguna no tuvieron lugar verdaderos trabajos hidrográficos.

Teniendo concepto cabal de la importancia de los estudios hidrográficos, no se comprende como hasta hoy no ha sido subsanado el error de discordancia entre el Decreto de Constitución del E. M. G. de M., que fijaba entre las materias que correspondían a la 2a. Sección la HIDROGRAFIA, y el Reglamento del Instituto que pasa por alto el importante ramo del servicio hidrográfico de la armada, que debió constituir desde el principio, uno de los negociados y que, como los demás, debió tener un jefe Inspector o Director de los Estudios Hidrográficos de la armada, asesorado por un grupo de oficiales encargados de la ejecución de ellos. Por esta sola omisión del reglamento, que debió hacerse conforme al decreto de constitución, no existe en el Instituto nada que se relacione con una de las ramas, que reclaman más estudio y más interés en la armada, por su indiscutible utilidad.

Importancia y necesidad de la organización del servicio desde el punto de vista de la navegación y la defensa.

¿Son necesarios los accidentes, para llamar la atención sobre el conocimiento de bajos y arrecifes que existen aún en las derrotas de nuestros propios barcos? ¿Es necesario que una compañía de navegación, extranjera, con el objeto de dar mayores seguridades al tráfico de sus naves, nos pida permiso para hacer el levantamiento de un puerto de nuestro litoral, para reconocer que el cuerpo de marina tiene la obligación de responder por cultura a esos requerimientos? ¿Será necesario un conflicto, con alguno de nuestros enemigos vecinos, para que en nuestras oficinas militares, encargadas de velar por la defensa, existan datos seguros de los puertos de nuestra costa donde puedan hacerse desembarcos, o estudios completos para la mejor ubicación de bases para nuestros submarinos? No; es necesario solamente darse cuenta cabal, aparte de su imprescindible necesidad náutica, de las amplias proyecciones que tienen estos estudios, tanto en el campo civil como en el militar. Pasando por alto las primeras, entre las que bastarían citar las informaciones sobre la pesquería y la desconocida fauna marítima de nuestra costa, obtendríamos importantes datos de carácter militar, pues los encargados de llevar a cabo estos trabajos a medida que recorrieran el terreno al hacer los levantamientos, podrían recojer todos los datos útiles, desde el punto de vista de la defensa de nuestras costas: puntos de desembarco estratégicos, peligrosos o propicios, según los planes de la defensa terreste, y condiciones para efectuarlos con artillería etc., etc. Además, en la vida de campamento, por el obligado contacto con los lugareños, se obtendrían los mejores y más seguros datos sobre la vida de esas regiones, así como de sus medios de movilidad.

Viniendo sobre su importancia náutica principal, es inutil entrar en largas digresiones, pues de profesionales es sentida, hace muchisimo tiempo, la necesidad de asegurar las derrotas de nuestro litoral con la formación de

una edición peruana de cartas náuticas, que sean el exponente de cultura de nuestro cuerpo de marina.

Tratándose de nuestra costa oceánica, nos vemos obligados al uso de cartas extranjeras, todas ediciones viejas, con muchos datos erróneos y muchos otros importantes sin consignar, y como la verdad es que, no existiendo entre nosotros una oficina controladora, queda a la voluntad de los oficiales de derrota, fijar en las cartas que tienen a su cargo las correcciones dadas por los "Avisos a los Navegantes", cuando estos llegan a sus manos; pues son enviados a las oficinas de la Capitanía y del E. M. donde son archivados sin que nadie más tenga conocimiento de ellos. Lo natural es que exista una oficina hidrográfica que los reciba, los comunique y ordene su anotación en las cartas de navegación del servicio de la armada. Hoy choca un vapor con un bajo desconocido, mañana otro vara, y solo nos limitamos a informarnos de los datos erróneos dados por el Capitán de la nave, datos que no son recogidos por nadie, ni marcados en ninguna carta, y nuestra costa, que además de ser una de las más desprovistas de seguridades para la navegación de noche por la deficiencia de su alumbrado, tiene todavía la falta de control en la exactitud de sus cartas para la navegación de día.

Hace poco más o menos, ocho años, si mi memoria no me es infiel, un buque noruego que traía un cargamento de carbón, llega de noche al Callao, y su Capitán da parte de haber chocado con una roca al pasar entre Palominos y San Lorenzo. En las oficinas de la Capitanía se constata sobre las cartas que no existía ninguna roca en el lugar indicado por el Capitán y no se le hizo más caso, creyendo hubiera tocado Wells,y se hacen algunos comentarios que no es del caso mencionar;no han pasado los años como para que este hecho se olvide, cuando el vapor Iquitos hace avería al chocar en una roca desconocida al pasar por el mismo sitio, y no pudiendo hacerse análogos comentarios a los de la vez pasada, por estar a salvo de ellos su distinguido Capitán, se hacen mayores investigaciones, y después de un prolijo sondaje de la zona indicada,se descubre un pico de roca no marcado en las cartas.

De nadie es desconocido el creciente desarrollo de nuestra marina mercante, comandada por capitanes y patrones peruanos, que la mayor parte, no conocen el idioma en que están las principales indicaciones de las cartas que usan, siendo causa, este solo detalle, para la mayor parte de los accidentes y para casi todos los errores de sus derrotas costeras, más que la misma ignorancia de que muchos de ellos adolecen. Les es imposible seguir sus derrotas corrijiéndolas según las indicaciones de las cartas, de donde resulta su famosa "navegación al ojo". He sido testigo de un caso de estos, en una recalada con niebla cerrada, de una embarcación de cabotaje. Recomendele al capitán los sondajes para situar y ganar el puerto antes de que anocheciera, pues hacía 18 horas que navegaba voltejeando sin objeto; verificaba lo indicado y, como observara yo que no variaba de maniobra, investigué la causa y pude darme cuenta de lo inútil que resultaba mi consejo sin mi intervención como intérprete, pues las abreviaturas de la calidad de fondo, eran un enigma para el capitán, por ser abreviaturas de palabras inglesas. Y este es un solo ejemplo de los que podría citar, algunos un poco más graves y muchos más curiosos, que hacen sentir la necesidad imprescindible de facilitar la navegación de nuestras costas, haciendo investigaciones propias para preparar una edición de cartas peruanas. Algo más, las ediciones inglesas están agotadas, casi ninguna de las embarcaciones menores de cabotaje las poseen y, bien cumplido nuestro mal Reglamento de Capitanías, paralizariamos más de la mitad de dichas embarcaciones.

Esto es ligeramente lo que pasa en nuestra región marítima; las mismas o mayores son las necesidades de las regiones fluviales, que deberían llamar nuestra preferente atención por ser, casi todas, regiones fronterizas. Una de las que más reclama la inmediata intervención de la Armada es la región del lago Titicaca.

Encontrándome en Puno, el año próximo pasado, desde mi llegada a esa región, desconocida imprudentemente por los oficiales de marina, fué mi más incansable afán el de procurarme el mayor número de datos e infor-

maciones relativas a la navegación del lago y elementos de que se dispone para efectuarla. Respecto a lo que se refiere este estudio, son muchas las cartas que existen de las costas del lago, de distintos autores; pero casi todas son deducidas de la de una comisión francesa, mejoradas algunas con las correcciones de la carta levantada por el Comandante Espinar; la primera de las mencionadas, es la única que tiene una línea errónea de sondaje y en ninguna figura la declinación magnética.

Por el solo exámen de una de ellas, la mejor, que conservo en mi poder, puede uno darse cuenta perfecta de que serían poco menos que inútiles o deficientes para el uso de ellas por oficiales de marina que tuvieran que comandar alguna unidad en el lago, en caso de una emergencia, pues no figuran absolutamente sondajes de los puertos, ni ubicación de fondeaderos, ni puntos notables señalados para situaciones por marcaciones, ni los muelles y atracaderos, y los que figuran, puedo asegurar, por informaciones minuciosas recojidas de los prácticos que navegan allí muchos años, que no merecen fé. En algunos puertos se atraca al muelle en determinadas épocas del año, en otros se fondea a una milla y más, pero nada de esto señalado ni indicado; y al igual que sucede con los muelles y atracaderos, sucede con los accidentes de la costa e islas, ninguna está bien situada. No hay un solo punto, determinado astronómicamente, que pudiera servir de referencia, pues hasta la fecha no ha habido un solo trabajo a base científica.

Siendo región fronteriza, no hay datos, sobre los lugares para posibles desembarcos de tropas, donde fuera estratégico hacerlos en caso de invasión, tanto por el norte como por el sur.

Como se vé pues es urgentisimo el levantamiento de la carta hidrográfica de la costa peruana del lago y el levantamiento de cartas de punto mayor de cada uno de los puertos y caletas que las necesidades de la defensa imponen conocer bien.

Su importancia y necesidad desde el punto de vista de la Instrucción y Disciplina.

Aunque los datos y razones mencionadas son suficientes para reconocer la importancia y necesidad de organizar el servicio hidrográfico, hay todavía algunas más, que en otra parte serían de segundo órden, pero que entre nosotros son de órden primordial y que merecen por lo tanto ser consideradas.

Las fuentes de trabajo, no están precisamente en las manos de los Oficiales del cuerpo, saliendo del extricto cumplimiento de sus obligaciones como oficiales embarcados o en el despacho de alguna de nuestras oficinas; el desarrollo de la actividad en materia profesional como el servicio hidrográfico, sería pues provechosísimo desde los dos importantes puntos de vista anotados.

El obligado conocimiento de nuestra costa, el repaso de las Matemáticas, la Astronomía y la teoría y práctica relativa a las operaciones hidrográficas, así como el empleo de los instrumentos delicados y de gran precisión relativos a ellos, son un amplio capítulo de estudio para los oficiales. Nada puede ser de más provecho ni dar mayor rendimiento para la oficialidad joven que el desempeño de comisiones de esta índole, pues además del obligado estudio y la intensa vida de mar que en ellas se lleva en la continua navegación, forma los oficiales experimentados y con verdaderos hábitos de trabajo, curándolos así de esa inactividad que desalienta el espíritu, mata la iniciativa y predispone a la degeneración intelectual y moral. Esa fatal inactividad profesional que ha creado la ya numerosa secta de los desilusionados, mejor dicho de los vencidos moralmente, muy al principio por cierto de la lucha; de los que heridos, unas veces por la falta de estímulo, y, otras por la indiferencia, creen que jamás encontrarán terreno fértil para las nobles aspiraciones del cumplimiento del deber y desinteresado ezfuerzo en el trabajo.

Del trabajo se deduce el control del personal, el estímulo y, como consecuencia, la fuerza moral, fuerza que es tan útil a cada uno, como al cuerpo mismo y que debe

tratarse siempre de acrecentar en la juventud, y es deber de los jefes, desarrollando el trabajo, tratar por medio del estímulo y muy particularmente por el ejemplo,elevar la moral de sus oficiales.

No pudiéndose en la actualidad disponer del buque necesariamente agregado al servicio hidrográfiico, podría aprovecharse uno de nuestros cruceros, con lo que se obtendrían tan evidentes ventajas para el buen régimen del servicio, disciplina e instrucción de sus dotaciones, que en parte compensaría el mayor gasto que significa la movilización de una de esas unidades.

La estadía fuera del Callao, con dotación completa, aprovechando la de las naves que quedan en este puerto, durante determinados períodos reglamentarios, harían efectiva la instrucción de las dotaciones cuya insuficiencia, que no necesita mayores comentarios se debe al servicio en el Callao por las exigencias que de todos son conocidas. Habrá una buena ocasión de que la gente no será distraída en servicios fuera de los que son reglamentarios abordo, intensificando la instrucción y asegurando la formación de verdaderas dotaciones instruídas y disciplinadas.

Son estas las ligeras razones que no hubiera querido pasar por alto, que corroboran en pró de la necesidad de organizar el nuevo servicio y al que debemos todos propender con un espíritu máximo de contribución.

La Organización del Servicio Hidrográfico en la Armada.

En la mayoría de los casos, cuando se ha tratado de organismos nuevos,hemos tenido el singular error de trasplantar organizaciones extranjeras que, por su vasto desarrollo, por la abundancia de sus medios y la mejor organización de su personal, resultaron difíciles, sinó impracticables entre nosotros; de modo pues que aconsejar la organización de tal o cual país para copiarla, es poner la primera valla a la realización de cualquier proyecto. Toda organización nueva necesita estudio de los multiples facto-

res que en ella intervienen, y tratándose de abrir nuevas orientaciones al trabajo, sería irónico comenzar por copiar, lo cual no acusa sino negligencia.

Precisa desde luego estudiar las organizaciones de otros paises, experimentadas y enmendadas, y deducir de ellas lo que nos sea más fácil y más practicable; debemos ceñirnos dentro de nuestras prácticas, más o menos a las mismas normas generales a seguir en las comisiones hidrográficas extranjeras, para la buena organización y mejor desarrollo de los trabajos dando primeramente las instrucciones reglamentarias que han de uniformar los procedimientos. Habrá necesidad por consiguiente de crear en el E. M de M. la Sección del Servicio Hidrográfico, a cargo de un jefe encargado de la organización general de los estudios hidrográficos, con los correspondientes negociados de modo de poder establecer un verdadero control del servicio.

En cuanto a la organización de las comisiones, sí creo que podríamos copiar la organización argentina, con alguna que otra modificación y de la que me permito tomar unos cuantos acápites como ilustración, sacados de las *Instrucciones generales para Comisiones hidrográficas* de los "Anales hidrográficos de la Dirección de Hidrografía, Faros y Balizas".

"*Distribución de una comisión.*—Toda comisión se subdividirá en *gabinete y subcomisiones.*

El gabinete, estará a cargo de un jefe, será encargado de la dirección general de los trabajos y comprenderá las secciones Detall, Cálculos, Mareas, Cartografía y Contaduría.

El *Detall* correrá con los inventarios, correspondencia, instrucciones, ordenación de las planillas y libretas. trámites y archivos.

La sección *Cálculos* determinará las coordenadas geográficas del pilar, orígen y azimut de la base y efectuará los cálculos de todos los trabajos, menos de las mareas, verificando que las planillas y libretas estén en forma para devolverlos al detall.

La sección *mareas* estudiará la cadena de mareógra-

fos; reducirá las observaciones; efectuará el análisis y sus cálculos y dispondrá las falsas de reducción de sondajes. Además, reducirá las observaciones de corrientes y catalogará las muestras de fondos y demás observaciones litológicas.

La sección *Contaduría* será encargada de la contabilidad y aprovisionamientos generales.

Las Subcomisiones recibirán el nombre de sus respectivos jefes y se organizarán conforme lo que se indica en los respectivos capítulos. Una de las subcomisiones correrá a cargo con la medición de bases y con la triangulación o parte de la triangulación, y las demás subcomisiones con los trabajos costaneros y oceánicos. Los trabajos de cada una de ellas serán fijados por el gabinete, quien las ordenará de acuerdo con estas instrucciones.

PERSONAL

Dotación.—Mientras no se patenten profesionales de esta especialidad, la División de Hidrografía etc. tratará en lo posible de que el personal de una comisión hidrográfica sea completa en forma tal que cada subcomisión esté perfectamente organizada y además, que reúna las condiciones profesionales y físicas aptas para estos trabajos.

El del gabinete será elegido dentro de la comisión por el jefe de la misma y el correspondiente a las demás subcomisiones queda también libre al criterio del jefe, quien tendrá en cuenta las siguientes indicaciones:

a).--Los oficiales de gabinete serán en general: Un Guardiamarina para el detall y ayudante del jefe; un contador, que podrá serlo el del buque hidrógrafo, cuando el movimiento de las contadurías lo permitan; un oficial encargado de determinar las coordenadas geográficas del pilar y de la orientación de la base o lado auxiliar y de los cálculos en general, sin perjuicio de las verificaciones posteriores, y otro oficial encargado de la sección Mareas, quien puede tener destino en otros trabajos cuando haya

instalado la cadena de mareógrafos y mientras no lleguen al gabinete un número suficiente de cálculos.

b).—La subcomisión de triangulación tendrá: un oficial como jefe, en general un teniente de fragata, encargado personalmente de la triangulación, un guardiamarina para construcción de pilares y erección de señales y nivelación de la base; un cabo o conscripto que revele contracción e inteligencia que será ayudante del jefe, y un hombre que sepa cocinar en campaña. Cuando la triangulación tenga lados muy grandes y escasos elementos de vida en las proximidades, tendrá también un hombre que sepa manejar vehículos en cualquier terreno.

Además tendrá seis hombres de campo, para traslados, entretenimientos, erección de pirámides y construcción de pilares.

c).—Las subcomisiones costaneras tendrán: un oficial como jefe, en general un alferez de navío, encargado de la dirección de los trabajos y personalmente de la triangulación auxiliar, topografía, poligonal, nivelación, erección de balizas y elección de estaciones de sondajes; otro oficial, en general guardiamarina, por cada estación de situación de sondajes; dos cabos o dos conscriptos, como ayudantes de cada oficial, y que uno de ellos sea capaz de utilizar los goniómetros de situación de sondajes, para el caso forzoso de que el oficial encargado deba dejar momentáneamente la estación; un hombre que sepa cocinar o dos cuando una de las estaciones de sondajes esté retirada del núcleo de la subcomisión; y tres hombres como mínimo de la estación de mareas que corresponde al tramo de la costa que levanta, que sean los tres muy sinceros y uno de ellos que sepa cocinar en campaña. Además tendrá un mecánico y un cabo por cada estación radiotelegráfica; dos hombres para carros y correspondencia y el personal necesario para señales.

d).—Las subcomisiones oceánicas estarán embarcadas en los buques hidrográficos designados. El comandante del buque es el jefe de la subcomisión. El personal que debe asignarse, responderá al entretenimiento del buque y a obtener: buena situación, ya sea cerrando los triángu-

los con estaciones en tierra, por el problema de la carta o por cálculos astronómicos y de marcaciones; sondajes dentro de la aproximación de los mecanismos de la sonda y que sean en número suficiente para no fatigarlos; rápidas comunicaciones con signos o radiográficas; observaciones sobre corrientes costaneras y generales y de meteorología náutica; extracciones de muestras de fondo y temperatura del mar. Además como debe obtener ejemplares de la fauna y flora del mar, si no dispone del personal competente, el jefe de la comisión lo gestionará de las siguientes rep r:iciones, Ministerio de Agricultura etc., etc."

Son estos unos cuantos acápites que tratan del modo como está organizada una comisión hidrográfica; las instrucciones mencionadas de donde son tomados, son las que normalizan el servicio hidrográfico de la marina argentina; deducidas de una larga experiencia, ellas tienen un carácter altamente práctico, por lo que me permito recomendarlas como las mejor aprovechables.

CONCLUSION

Habiendo satisfecho muy medianamente mi deseo de señalar un paso adelante hacia el progreso de nuestra institución, tengo la firme convicción de que seré secundado en esta iniciativa por muchos compañeros que con más inteligencia y mejores disposiciones den la forma de un verdadero proyecto de organización del servicio hidrográfico de la Armada, sobre cuya importancia me parece haber dicho bien poco. Es una necesidad que se impone, pues responde a las mayores razones de cultura y organización militar.

La formación de la edición peruana de cartas nauticas no será inmediata pues su labor es larga y delicada; pero después y al fin de las minuciosas y cuidadosas operaciones que requieren su levantamiento, tendremos un verdadero exponente de cultura profesional del cuerpo de marina.

El primer cuidado de la navegación es tener buenas cartas marinas, por consiguiente todos los esfuerzos que

CASCOS DE LOS SUBMARINOS [1]

Tomado de la Revista General de Marina.

Por el Constructor Naval E. S. Land. U. S. N.

Siempre fué discutido el tipo más apropiado del casco de submarino; el asunto aún no está resuelto y, probablemente, durará aún muchos años, porque el submarino está en la infancia. Se pretende haber adelantado mucho con relación al tipo primitivo; numerosos y fantásticos fueron los primeros proyectos; en éstos, como en la mayoría de las cosas de este mundo, es natural seguir las indicaciones de la *madre naturaleza* que creó el salmón. Un exámen casual de este interesante pescado demostró que, en cuanto a los cascos se refiere, el contorno del salmón constituye quizá un buen modelo para un submarino.

Combinando el modelo de la naturaleza, con la imaginación y posterior concepción de Julio Verne, tenemos el submarino de ayer, de hoy y mañana.

Sin empezar por los primitivos proyectos que sin duda os son familiares, es mi deseo presentar, siquiera imperfectamente, las ventajas e inconvenientes de los cascos submarinos como se consideran en el día. Se dividen en dos tipos característicos; de simple y de doble casco. Sin

(1) Memoria leída en la sesión celebrada el 16 de noviembre último en la Sociedad de ingenieros y maquinistas navales de Nueva York.

embargo hay tipos intermedios que se aproximan más o menos a uno de aquellos. Recientemente se han desarrollado varios tipos que son, prácticamente, un término medio entre ambos, que se conoce con el nombre de casco de *galápago* (*Saddle*).

Del tipo clásico de casco sencillo, el más conocido es el tipo Holland, que predomina actualmente en la Marina americana, y del que hay muchos ejemplares en otras Marinas. Los tipos de doble casco están bien representados por los proyectos Laubeuf y Krupp-Germania. Entre los submarinos alemanes hay algunos tipos hay algunos tipos de casco doble adoptados principalmente según el tamaño de los barcos y el objeto con que han sido construídos. El proyecto Krup-Germania, ha sido en gran parte, una evolución de los planos preparados por el ingeniero frances d'Equevilley [1]

Muchos rasgos característicos de otros tipos fueron adoptados por los alemanes. El proyecto Laurenti se considera generalmente como un verdadero proyecto de doble casco; sin embargo, no es un barco de doble casco completo, sino que es mixto porque una parte es doble y la otra sencilla. Los cascos de *galápagos* son más comunes en la Marina inglesa, y pueden considerarse más bien como procedentes del tipo Holland, que de ningún otro. El proyecto Lake, en el cual la superestructura es estanca, es realmente un proyecto de casco único, pero por esta misma razón no es tipo puro de casco simple. El proyecto Hay-Denny, que es muy conocido en Holanda y Dinamarca, pertenece al tipo mixto, que combina rasgos característicos de ambos tipos distintivos.

Ciertas partes del barco son de casco sencillo y otras de doble casco. Probablemente, hay hoy en la Marina inglesa más variantes del tipo casco sencillo, que en ninguna otra Marina y estas modificaciones consisten en las pequeñas expansiones de cada banda, la robustez del casco de algunos de los primeros barcos, en los tanques que se encuentran en los *galápagos* propiamente di-

(1) Este ingeniero, según se dice, es de origen belga y naturalizado español; hizo sus estudios y obtuvo sus diplomas en Francia.

chos en los tipos recientes que se aproximan al tipo puro de doble casco.

Para los submarinos, en los que es necesaria una debida proporción entre la eslora y la manga, la sección circular es la mejor, disminuyendo hacia las extremidades, terminadas con una plancha abombada. Para la resistencia de la construcción es necesario que el peso del casco sea proximamente el 58 por 100 del desplazamiento total, mientras que en los torpederos, por ejemplo, sólo es preciso un 38 por 100. Además de esto, es necesario darles mayor calado, relativamente que a otra clase de buques lo que impide alcanzar gran velocidad en superficie. Próximamente en el centro de la eslora el submarino tiene una fuerte torre que sirve como estación de mando y gobierno.

Cualquiera que sea el tipo que se estudie se encuentran en ellos las mismas líneas generales o sea un casco resistente, el interior, que se construye de modo que resista la presión de inmersión. Además de este casco resistente, se coloca generalmente una superestructura de plancha delgada y escantillones ligeros. Esta puede no ser estanca, como es usual, o serlo como en algunos proyectos de Lake, o una parte estanca y otra no. Los espacios no estancos entre ambos cascos se utilizan para pañoles, para alojar los tubos de ventilación, cables de remolque, defensas, cables, etc.

Las partes estancas se utilizan para lo relacionado con la estabilidad, reserva de flotabilidad, y cualidades marineras. En algunos tipos se almacenan los torpedos y se instalan los tubos de lanzar en la superestructura, pero este método de instalación tiene muchos inconvenientes y la experiencia del servicio, dice mucho en contra de su satisfactorio empleo.

Es bien entendido que el primer tipo de submarino con hinchamientos laterales fué construído como consecuencia de querer mejorar la estabilidad de los de casco sencillo, de los que proceden, habiéndoles hecho la reforma en período de construcción o aún después de entrados en servicio. Con esta variante, el tipo se ha desarrollado de tal modo que, no sólo sirve como antes para estabilidad

y cualidades marineras, sino que también permite la instalación de tubos de lanzar a las bandas, tanques de lastre exteriores o aún tanques de combustible.

El proyecto de los submarinos, contrariamente al de los otros barcos de guerra, nunca ha ido más allá del estado de tener anexo a él varios apellidos, y el tipo que lleva un nombre, es el único tipo correcto según la opinión del proyectista del que se derivan los demás y al que se llega haciéndole las variaciones necesarias.

Al analizar lo referente a los tipos de casco, es preferible pesar tanto como se pueda, las ventajas y defectos de los tipos clásicos, es decir, casco sencillo y casco doble. Si se intenta hacerlo con algún tipo intermedio, los argumentos se confunden o se pierden por completo, porque la naturaleza de las cosas hace que estos tipos intermedios compartan las cualidades de los otros dos en grado relativo, según el tipo a que más se asemejen. Debemos indicar aquí que ninguna discusión de los tipos y desarrollo de ellos puede hacerse de modo general sin entrar en detalles que pueden o deben conceptuarse reservados.

Nada puede criticarse o considerarse como ventaja particular de ningún proyecto. Es difícil obtener información cierta respecto a los detalles de los submarinos. Más o menos, siempre han estado rodeados de un misterioso velo, probablemente muy innecesario e injusto. Parece así, porque las principales operaciones de un submarino tienen lugar fuera de la vista del público, y el personal por esto lleva el secreto a los más absurdos límites.

Esta tendencia a guardar el secreto, hace que no se consienta publicar informaciones útiles, aunque un cuidadoso examen de la literatura caótica sobre submarinos, demuestra completamente que los llamados secretos de submarinos son secretos a voces.

Para mayor claridad será conveniente poner enfrente unos de otros los argumentos de cada lado. De modo que las ventajas e inconvenientes de los cascos sencillos y dobles se examinarán, y se deducirá la comparación de los dos tipos de construcción.

Estos comentarios contienen algunos de los argu-

mentos presentados por los constructores de los diferentes tipos de barcos, asi como además los comentarios relativos a los méritos o deméritos de los dos tipos. Como puede suponerse, los puntos tratados son opinables.

Espacio de cubierta y obra muerta.

Doble casco.—El aumento de espacio y altura de la cubierta proporciona medios a la dotación para tomar aire puro y un pequeño aumento de ejercicio; esto aumenta el factor de habitabilidad del buque.

Esta es una cualidad vital para el servicio de crucero del submarino. La eficiencia del personal depende de él directamente.

Casco sencillo.—Este tipo de barco no afecta necesariamente ni el ancho de la superestructura ni la altura de la cubierta; el proyecto de casco sencillo puede disponerse de modo que dé los mismos resultados en cuanto a ello que el tipo de doble casco. En algunos proyectos *tipos* el ancho es prácticamente el mismo para ambas clases.

Resistencia.

Doble casco.—Dado que todos los tanques de buceo son exteriores al cuerpo resistente, éste tiene menor diámetro y mayor resistencia.

Casco sencillo.—Los barcos de doble casco se proyectan generalmente, para una inmersión de prueba de 45 metros (exigencias extranjeras) y los de casco sencillo para 60 metros. Hasta donde llega el cálculo se aplica el mismo margen de seguridad en ambos tipos, De haber alguna diferenncia es a favor del casco sencillo.

Con la construcción actual el peso del casco doble para 45 metros es aproximadamente el mismo tanto por ciento que el del casco sencillo para 60 metros, o en otros términos: a igualdad de resistencia el casco doble es más pesado.

Formas en cuanto afecta a la velocidad en superficie y cualidades marineras.

Doble casco.—En este son posibles mejores formas, y por lo tanto opone menos resistencia a la propulsión en superficie, y pueden obtenerse mejores condiciones marineras.

Casco sencillo.—Hasta 16 millas de velocidad para barcos de 800 toneladas o 14 ½ para los de 500 toneladas, ambos de casco sencillo, estos se impulsan mejor que los de doble casco. Los actuales modelos de casco sencillo están proyectados para velocidades moderadas, y los de doble casco para gran velocidad. Hay, sin embargo, la opinión que la diferencia antes señalada podría aún obtenerse, aunque en menor grado, con barcos de casco sencillo o doble ambos proyectados especialmente para la misma velocidad. La estructura y las necesidades usuales de espacio, exigen el empleo de un coeficiente longitudinal pequeño en el proyecto de doble casco, de modo que un doble casco, prácticamente, es probable no pueda impulsarse tan fácilmente como un casco sencillo a velocidad moderada.

En cuanto a las condiciones marineras se considera que proyectos de casco sencillo han demostrado que de hecho son mucho más marineros que algunos tipos de doble casco.

Tanques de combustible.

Doble casco.—Los tanques de conbustible pueden instalarse exteriormente al casco resistente, con mayor capacidad de combustible y por lo tanto mayor radio de acción. Como estos tanques de combustible y de inmersión tienen igual presión que la exterior, pueden vaciarse con aire, mucho más rápidamente en caso de urgencia, y rápidamente se obtiene mucha mayor reserva de flotabilidad.

Casco sencillo.—En este caso no hay elección. El combustible puede llevarse en tanques de lastre lo mismo

en barcos de casco sencillo que de casco doble. La cuestión de llevar el conbustible fuera del casco resistente no es indiferente, dado que la cara interior de los tanques, en los barcos de simple casco debe probarse a la misma presión que el casco mismo. Siendo esto así pueden vaciarse con aire a cualquier profundidad que esté el casco. Con respecto al tiempo necesario para llenar de aire los tanques de lastre, la ventaja está en favor del casco sencillo. Los kingstons en estos barcos pueden ser de mayores proporciones con relación al volumen del tanque y oponen menos resistencia al paso del agua en los tanques.

Cualidades para aguantarse en la mar.

Doble casco.—Las pruebas comparativas hechas por los franceses, de los dos tipos que se discuten, demostraron la superioridad del tipo de doble casco sobre el de casco sencillo, "en cuanto a las cualidades necesarias para toda navegación prolongada en la mar"

La comparación de los barcos al servicio nuestro de las clases "L" y "M" es también de gran valor respecto al asunto.

Armamento.

Doble casco.—Superior en cualidades ofensivas.

Casco sencillo.—Estos pueden tener el mismo armamento que los otros para el mismo desplazamiento.

Flotabilidad.

Doble casco.—Como los tipos corrientes tienen dos veces la reserva de flotabilidad que los de casco sencillo, son mucho más seguros. La reserva de flotabilidad es muy esencial para las cualidades marineras.

Casco sencillo.—Estos tienen menos reserva de flotabilidad que los anteriores. El casco exterior empleado para los tanques de lastre es, sin embargo, más fuerte en el casco sencillo, y se considera, por esta razón, que este tipo de barco es tan seguro como el de doble casco. La reserva de flotabilidad es real en los proyectos de casco sencillo, mientras que en ciertos tipos de doble casco, es en parte teórico el aumento de flotabilidad.

Seguridad en caso de colisión.

Doble casco.—Los tanques exteriores ofrecen una protección en caso de colisión, porque como están llenos de agua, el choque no puede verificarse contra el casco resistente. Es de suponer que en caso de colisión en la parte de doble casco, no haya fuerza suficiente para penetrar en el casco interior. Dado que el casco exterior es relativamente de construcción ligera, podría aquello ser discutible. Entonces hay probabilidades de que si el casco exterior se avería, el interior pueda sufrir también. El espacio entre ambos no está lleno de agua cuando el barco está a flote, que es cuando es más probable una colisión. Si los tanques exteriores están llenos de agua o combustible, éste puede transmitir al casco resistente la presión de una explosión, y la proteción que ofrece es más teórica que real; pero si los tanques están vacios, sólo llenos parcialmente, ofrecen una verdadera protección contra bombas de profundidad, minas, etc. Esto es de considerable importancia en la guerra, tal como se hace en el día.

Resistencia en inmersión.

Doble casco.—Estos poseen la posibilidad de mayor velocidad sumergidos por razón de la menor resistencia, debido a las mejores formas del casco; pero la experiencia no ha confirmado estos resultados, pues unas realizadas en dos barcos, uno de doble casco y otro de casco sencillo, du-

rante un período de varios años, sobre sus curvas de resistencia dieron los siguientes resultados:

	Toneladas.	Caballos indicados.	Velocidad en superficie. Millas.
Doble casco	327	1.400	15,8
Casco sencillo	334	1.400	13,4
			Velocidad en inmersion.
Doble casco	327	480	9,0
Casco sencillo	334	480	9,5

Estas pruebas fueron verificadas por Mr. G. Berling-Kiel.

Casco sencillo.—Las experiencias indican que, para barcos de igual desplazamiento en superficie, la resistencia en inmersión es a favor del casco sencillo. La forma actual del modelo da relativamente pequeña diferencia para la velocidad sumergido. El aumento de resistencia, del tipo de doble casco, es debido al aumento de desplazamiento sumergido, y consiguiente aumento de superficie mojada.

Desventajas del tipo de casco doble.

a] Los tanques del casco son, naturalmente, más débiles que en el casco fusiforme y puede ser peligroso achicar los tanques con las bombas cuando estén sumergidos a profundidad.

b] Es necesario una altura metacéntrica considerable en rosca, para que haya suficiente altura durante la inmersión, y cuando esté sumergido; en otros términos, la estabilidad se acerca a cero al lastrar.

c] La altura metacéntrica grande dará probablemen-

te un barco valiente que, en superficie, en la mar, tendrá cualidades parecidas a las de un *destroyer*. Pueden aumentarse con quillas de balance.

d) En el tipo de doble casco el efecto del lastre de agua es mayor que en el de casco sencillo porque en el primero el peso y el momento del lastre son mayores.

Ventajas del tipo de casco sencillo.

Sencillez de construcción.—Los barcos de casco sencillo son de construcción mucho más sencilla. Los tanques principales de lastre ocupan un espacio relativamente pequeño en el barco y el acceso a los tanques es mucho más fácil para limpieza y pintura. La mayor sencillez de construcción hace posible construir o reparar un barco en mucho menos tiempo que uno de doble casco.

Menor peso.—Resulta de la experiencia adquirida hasta el día que en un barco de casco sencillo, calculado para 60 metros de inmersión, el peso del casco es el mismo que el de otro de igual desplazamiento de doble casco calculado para 45 metros de inmersión o, lo que es lo mismo, que si éste último se calcula también para 60 metros el peso del casco será mayor. Las ventajas, en cuanto al peso, están de parte del casco sencillo, salvo para barcos de gran velocidad en superficie. Además, como los barcos de casco sencillo tienen menor reserva de flotabilidad, necesitan menos aire para vaciar los tanques, de donde se obtiene aún una economía de peso utilizable para mejorar las cualidades militares. Un barco de casco sencillo requiere menor desplazamiento para responder a un programa dado de velocidad, radio de acción, armamento y prueba de profundidad, por razón de la economía de peso que se ha indicado.

Tiempo para llenar los tanques.—Por razón de la mayor facilidad de acceso del agua a los tanques de lastre, en el tipo de casco sencillo, que en el casco doble, el tiempo de llenar será menor con las mismas dimensiones relativas de kingstons.

Los argumentos antes enumerados deben, sin duda, parecer que confunden más que aclaran la situación; pero, como se dice al principio de la memoria, esos son los argumentos expuestos, y las respuestas que dan los que abogan por los tipos que se discuten. Si se considera el tamaño del barco, se llega a un límite más allá del cual, el doble casco tiene muchas ventajas sobre el sencillo. El problema se reduce a decidir *a priori* cuál es éste. Es casi incuestionable que hasta 600 toneladas de desplazamiento en superficie predominan las ventajas del casco sencillo; de 600 a 800 toneladas cabe la elección; más allá de 700 toneladas parece debe adoptarse el doble casco, y con desplazamiento de más de 800 toneladas las ventajas del doble casco, que puede operar con la escuadra, inclinan fuertemente la balanza al lado de éste y en contra del casco sencillo.

Las formas del casco dan mayor facilidad para la velocidad en superficie; de hecho puede llegarse a una aproximación de las formas del *destroyer*; la cubierta es mayor, la obra muerta, también; puede extenderse su campo de acción, pueden obtenerse mejores emplazamientos para los cañones; la resistencia del casco y la prueba de inmersión pueden fácilmente ser las mismas que las del casco sencillo; es posible mayor garantía de seguridad, no sólo contra las averías por colisión en superficie o en inmersión, sino también contra las minas, bombas de profundidad y fuego de cañón.

Es interesante anotar que se han hecho, no hace mucho tiempo, pruebas comparativas en tres tipos de barcos (uno de casco sencillo y dos de doble casco) que se construyeron al mismo tiempo en determinado país. Noticias [no oficiales] indican que los resultados de estas pruebas fueron muy favorables al casco sencillo. Fué una sorpresa completa para muchos interesados en ambos tipos, que las deducciones eran aplicables a todos los submarinos en general, pero cuando se analizan los hechos se ve que los barcos eran menores de 400 toneladas de desplazamiento, así que los resultados de las pruebas no son en modo alguno de extrañar.

La cuestión de la estabilidad en los proyectos de los submarinos es una de las que deben tratarse con mayor cuidado, porque el proyectista maneja pulgadas (2,5 centimetros) mientras en los otros barcos maneja pies (30,5 centimetros). En el casco sencillo encontramos una distancia metacéntrica pequeña en superficie y mayor en inmersión; en el doble casco, por el contrario, es grande en superficie y pequeña en inmersión. Al lastrar seremos muy afortunados si encontramos en cualquier tipo algún valor de la distancia metacéntrica, especialmente después de pocos años de servicio, en los que siempre se hacen en los barcos alteraciones. Estos cambios siempre son aditivos. Es muy raro ver alguna supresión en estos barcos tan congestionados o sobrecargados.

Hay poco donde elegir entre los dos tipos, cuando se trata de la estabilidad, porque en los de doble casco hay una lucha sorda entre la mucha altura metacéntrica en superficie, por miedo a dar grandes balances, con tener algunas pulgadas mientras se lastra y algunas más en inmersión.

En el casco sencillo, el proyectista está constantemente pugnando para obtener la distancia metacéntrica necesaria en superficie, para que pueda tener un barco estable y para disponer de algunas pocas pulgadas mientras se lastra.

En los tipos más recientes, en que los desplazamientos andan alrededor de las 800 toneladas, se aumentan las dificultades para dotar a un barco de casco sencillo con el armamento y equipo necesario, cumpliendo el requisito de la estabilidad en superficie.

El año pasado la Sociedad fué informada de que la tendencia en la Marina de los Estados Unidos era continuar con la norma de construir submarinos pequeños de 400 a 500 toneladas de desplazamiento en superficie aproximadamente. Está a la vista que esta norma se ha modificado durante el año, ya que el programa de construcción de submarinos de 1918 sólo contiene el tipo de 800 toneladas. Se cree que esto es un gran paso de adelanto. Además ello está justificado por un estudio de los pro-

gramas de construcción extranjeros y por las condiciones de la guerra.

Las tendencias extranjeras, según los periódicos, parece son en favor de desplazamientos mucho mayores, y se oye hablar de 2,3 y aun 5.000 toneladas. Algunos de ellos existen actualmente, pero, ¿es una tendencia en la construcción, o son con objeto puramente experimental? ¿Es una norma trazada o es una fantasia por las circunstancias? No siendo perfecta no puedo contestar, pero aventuro la predicción de que la mayor preponderancia de la construcción de submarinos, en las diversas Marinas del mundo, está hacia el tipo de 800 toneladas, que creo es el más útil entre todos los de submarinos.

Qué pasará en el porvenir, nadie podrá decirlo; pero aventuraré otra predicción más: ante lo que nos enseña la actual guerra, creemos que en el submarino se encontrará el antídoto contra el submarino (1).

(1) Posteriormente a este artículo se tienen noticias de que los Estados Unidos han ordenado la construcción de grandes submarinos de 5.000 y 7.500 toneladas.



Notas Profesionales

Consideraciones sobre táctica contra submarinos.

El que estudie la historia del desarrollo de la guerra naval, buscará en vano un período en que la lucha eterna entre los medios de ataque y defensa, haya sido más variada que lo ha sido actualmente en la guerra submarina.

Antes de ella sólo se conocía la defensa por medio de redes contra torpedos, en las que pocos oficiales tenían fe, siendo de temer un ataque concertado de submarinos a una flota de acorazados.

Al principio de la guerra empezó bien pronto el aprendizaje. La pérdida de los tres cruceros acorazados, *Aboukir*, *Cressy*, y *Hogue*, fué lección práctica adquirida a buen precio. Se vió que navegar en masas a 8 o 10 millas, sin protección de *destroyers*, era poco más o menos un sistema suicida; como igualmente el de acudir los barcos grandes en auxilio de los averiados.

Es necesario navegar a grandes velocidades y abandonar a su suerte al buque torpedeado.

Sesenta buques de guerra han navegado a gran velocidad durante seis horas en el golfo de Heligoland, sin que uno solo haya sido torpedeado, lo que prueba que la gran velocidad, combinada con la navegación en zig-zag, cubriendo una gran extensión, es la mejor táctica defensiva contra el nuevo "terror de los mares".

Para destruir a los buques mercantes, se artillaron

los submarinos, lo que permitía atacarlos a mucha más distancia y ahorrar los costosos torpedos.

Se pensó entonces que si se lograba localizar la existencia del submarino, sería segura su destrucción o captura, y para ello Inglaterra sembró las aguas con más de 4.000 embarcaciones de motor, yates transformados, remolcadores y buques pequeños que realizan un trabajo de titanes para tratar de destruír a los submarinos.

Ultimamente entró en juego el aeroplano, no sólo para descubrir al enemigo, sino para atacarlo directamente con bombas.

Pero para las campañas más lejanas de las costas no sirven los barcos pequeños, y así se ha circunscrito la elección de los contrasubmarinos a los *destroyers* y los *trolleys*. Estos han probado su eficacia por sus buenas condiciones. Primero por ser buenos barcos de mar, de construcción fuerte, mucha manga, alterosos de proa y capaces de soportar toda clase de tiempos; su pequeño calado da escaso blanco al torpedo, y su resistencia le permite montar cañones mayores que los de ningún submarino. Es igualmente útil para convoyar buques de poco andar, para dragaminas, etc.

El *destroyer*, naturalmente, es el antisubmarino ideal. Es suficientemente grande para permanecer en la mar con todo tiempo. Lleva cañones de 10 centímetros y su velocidad de 30 a 35 millas, le permite en el momento que ve un submarino ponerse rápidamente a tiro eficaz de cañón, y también destruírlos con bombas de profundidad.

Era de necesidad el aparato para revelar la presencia de los submarinos sumergidos y seguirlos, y dicho aparato existe. El submarino es primordialmente un buque de superficie dado que está a flote el 90 por 100 del tiempo, y cuando está dentro de la zona de los aparatos de escucha, el *destroyer* le alcanzará.

Las bombas de profundidad pueden construírse en todo tamaño, y probablemente las de empleo más corriente llevarán de 110 a 150 kilogramos de trilita, que es la carga de los torpedos modernos.

Su eficacia estriba en que no es necesario que toque

al submarino para destruírlo, porque trasmitiéndose por medio del agua la onda explosiva, puede destruirlo. Claro que el efecto disminuye con la distancia. La explosión produce un volumen de gas 10.000 veces mayor que el del explosivo, gases que siguen naturalmente la línea de menor resistencia, que si es en un barco torpedeado, podrá ser al interior del casco, y si es una mina, será hacia arriba, produciéndose la aspiración y choque de una gran masa de agua.

Mr. Hudson Maxim dice que una explosión de 225 kilogramos de trilita destruirá completamente todo submarino que esté en 38 metros a la redonda.

Claro es que con cargas más pequeñas y a menos distancias se podrán producir iguales resultados. [De la Revista General de Marina].

Propósitos sobre la campaña submarina.

Se dice que el Almirantazgo inglés ha recibido informaciones ciertas de que Alemania ampliaría su campaña submarina contra los buques que cruzan el Atlántico, por medio de buques veloces de comercio, que efectuando *raids* podrán operar de vez en cuando sobre las costas americanas.

Ya se han visto tales propósitos.

En la primera vez fueron echados a pique dos *destroyers* ingleses y nueve buques de carga de pequeño tonelaje que convoyaban.

En otra ocasión los *destroyers* ingleses se las hicieron pagar, hundiendo el crucero auxiliar alemán *Marie of Flensburg* y 10 buques patrullas armados en el Kattegatt, entre Noruega y Dinamarca.

En este segundo encuentro la victoria fué fácil para los *destroyers*, a pesar de la artillería de 15 centímetros del barco alemán, pero el Almirantazgo inglés previene que no serán tan sencillas las victorias en este orden.

Parece que los dos rasgos principales del plan alemán son: primero, emplear los *raids* contra los convoyes de

buques mercantes, y segundo, emplearlos en una campaña de alta mar.

Lo primero es lo que más interesa a las Marinas inglesa y americana.

Según el almirante americano Benson, jefe de las operaciones navales, el sistema de convoyes para los buques que cruzan el Atlántico, no ha llegado a producir ni el ½ por 100 de pérdidas, pero en el plan, puesto en ejecución, no se preveia el ser atacados por *corsarios*, y ya se ha demostrado en una ocasión que los buques mercantes caerán bajo la acción de éstos, fácilmente, si alcanzan el convoy.

Los *destroyers* son los enemigos naturales de los submarinos, pero constituye una excepción el que destruyan un buque como el *Marie of Flensburg*. [De la Revista General de Marina].

Crítica de los cruceros acorazados.

Las circunstancias en que fué echado a pique el acorazado inglés *Drake* en la costa de Irlanda, ponen de manifiesto la bondad de la mano de obra empleada en su construcción. Aunque herido por el torpedo en parte vital, continuó a flote tiempo suficiente para ser remolcado a sitio de poca agua, donde probablemente podrá ser puesto a flote si el coste de la operación compensa el valor del buque, lo que aún es dudoso. El tipo de crucero acorazado está lejos de ser un éxito en esta guerra. Alemania ha perdido seis de siete, y las pérdidas inglesas de este tipo han sido grandes. Son blancos fáciles para la artillería moderna, y su gran eslora y difícil maniobra los hacen blanco predilecto de los ataques con torpedos. Parece también que el crucero acorazado ha perdido su puesto definitivamente en la organización naval. (De la Revista General de Marina).

Cambio de orígen del día astronómico.

La brusca interrupción que sufre la anotación del

tiempo cuando se pasa de un día al siguiente es causa permanente de errores, debido a lo cual este instante crítico se ha ubicado en las horas de menor actividad científica y económica. Así para la población civil, el cambio de fecha se opera a media noche, mientras que para los astrónomos tiene lugar a medio día. En la vida de a bordo los marinos emplean el tiempo civil, pero para las observaciones de los astros hacen uso de tablas donde las horas se dan en tiempo astrónomico, lo que puede ser causa de errores, especialmente, desde que se emplea el sistema 0^h 24^h.

Laplace, en 1804, propuso iniciar el día astrónomico, en lugar del medio día, en la media noche precedente, como el día civil, y el "Bureau des Longitudes" aprobó la proposición, pero no la adoptó en el *Connaissance des Temps*. Laplace la usó en su "Mecánica celeste", en lo que fué imitado por algunos astrónomos franceses.

En el Congreso Internacional del Meridiano, que se reunió en Washington, en 1884, se presentó la proposición y fué aprobada. Pocos años más tarde la cuestión fué de nuevo discutida por una comisión del Instituto canadiense y de la Sociedad Astronómica de Toronto. En 1895 el "Bureau des Longitudes" emitió su opinión favorable al cambio propuesto, a condición de que siguieran análogo procedimiento las otras instituciones gubernativas que publican efemérides.

El año pasado la Sociedad Astronómica Americana nombró una comisión, con encargo de recoger las opiniones de astrónomos, geodestas, meteorólogos, ingenieros, marinos etc., invitando a los estudiosos a mandar las comunicaciones referentes al objeto al profesor W. S. Eichelberg, director del *Nautical Almanach*. No todos están de acuerdo; las objeciones levantadas por los astrónomos y las discusiones se hallan reunidas en las publicaciones de diciembre último de la Sociedad Astronómica del Pacífico.

Recientemente Ch. Lallemand e I. Renard han vuelto a promover la cuestión, y apoyándose en que es de interés general suprimir esta dualidad para señalar el tiempo, expusieron sus ideas—en la sesión del 14 de marzo de

1917—al "Bureau des Longitudes", proponiendo se oficiara al Ministerio de Marina preguntándole si consideraba fundada la proposición. Por nota del 2 de abril el Ministro respondió admitiendo la utilidad del empleo exclusivo del tiempo civil. Por otra parte, en la reunión llevada a cabo por el Almirantazgo, en Londres, para examinar la cuestión de la hora a bordo de las naves, se aprobó la substitución del día astronómico por el civil en las efemérides náuticas.

En una comunicación enviada a la Academia de Ciencias (sesión del 11 de Marzo de 1918), Lallemand y Renard informan que en la sesión del 6 de febrero de 1918 el "Bureau des Longitudes" acordó aplicar el tiempo civil a las efemérides náuticas a partir de 1920.

Se va realizando, como se vé, un gran progreso en lo que se refiere a la unificación del tiempo. (De la Rivista Marittima).



Bibliografía

Debido al señor Capitán de Corbeta D. Manuel I. Vegas, la bibliografía de nuestra marina cuenta con un importante libro que ha de ser de mucho provecho para todo el personal de la Armada.

La obra en referencia, titulada "Explosivos", es un exponente de la cultura y perseverante inteligencia de su autor; que dedica todas sus energías al buen lustre y progreso de nuestra institución.

Reciba nuestro amigo y compañero por su meritoria labor la felicitacion y el sincero aplauso de todos los miembros de la redacción de esta Revista.

Concurso de la "Revista de Marina"

La Dirección de la Revista de Marina, consecuente con sus deseos de estimular a sus colaboradores, y deseosa de encaminar sus esfuerzos en el sentido de prepararlos para el debate de los asuntos que han de resolverse cuando, forzosamente, se adquieran los elementos marítimos que son indispensables al país, propone un concurso, que tendrá lugar el 25 de Diciembre del presente año con las bases siguientes:

Tema.—Uno de los tres que más abajo se indican, o cualquiera otro que concurra a la realización de la idea que hemos señalado.

1o. *Necesidad de que el Perú sea Potencia Marítima y medios de conseguirlo.*

2o. *Número y calidad de las fuerzas que deben constituir nuestra Armada y formación y ubicación de sus bases con relación a los recursos del país.*

3o. *Organización de las fuerzas e instituciones navales y preparación del personal, contemplando su desarrollo futuro.*

La extensión de los temas debe ser la suficiente para explicar con claridad los conceptos emitidos, permitiendo al mismo tiempo su publicación en esta Revista.

Los artículos se dirigirán a la Dirección de la Revista, Apartado 92, hasta el 24 de Diciembre; se firmarán con seudónimo y acompañados de un sobre cerrado dentro del cual venga el seudónimo y la firma del autor, llevando en la cubierta el título o tema desarrollado.

No habrá preferencia de un tema sobre otro.

La Redacción de la Revista juzgará el mérito de los artículos, determinará cuál es el mejor en votación secreta y resolverá si merece el primer premio, en cuyo caso se abrirá el sobre correspondiente.

Los artículos que a juicio de la misma Redacción merezcan mención honrosa, serán también publicados en la Revista, quedando al autor el derecho de guardar el incógnito. Los demás sobres serán quemados sin abrir.

El premio que ofrece la Dirección de la Revista es la cantidad de veinte libras peruanas.

Los miembros de la Redacción no pueden entrar en concurso.

Se suplica a los concursantes envíen, a ser posible, sus artículos escritos en máquina y por duplicado; no disminuyéndoles valor el no hacerlo así.

En caso de no merecer el primer premio ningún artículo, se recompensará a los mejores en la forma que acuerde la Redacción.

382-A-

ESTADO MAYOR GENERAL DEL EJÉRCITO BIBLIOTECA

8 de Octubre

Commemoramos hoy uno de los hechos mas excelsos e imperecederos de nuestra Armada. Al exteriorizar todos los peruanos, llenos de patriotica emoción, el culto que vive intenso en nuestros corazones, ofrendamos los sentimientos de admiración y respecto hacia aquel grupo de valientes, paladines de nuestro derecho, que tripulaban el monitor "Huascar", y que llenos de abnegación y heroísmo, con sus titánicos esfuerzos y sacrificios en la jornada memorable de Angamos, llenaron una de las páginas mas gloriosas de nuestra Historia.

El tiempo que puede llevarse consigo las horas de dolor y felicidad; que desvanece y destruye todo aquello que se funda en el egoismo y ambición, tanto de los individuos como de los pueblos, tiene el don de hacer imperecederos, destaca con toda nitidez, rodeando de una aureola sublime e inmarcesible, a todos aquellos hechos, que como él que nos ocupa, son el resultado de la abnegación, del valor indomable, concientemente heroíco y de todos aquellos nobles sentimientos que inspira el patrio amor.

Hoy, como ayer, la Gloria irradia sus fulgores y canta el himno en que revive la epopeya sublime.

Inflamados en el fuego sagrado del patriotismo, convencidos de la justicia de nuestra causa, el contralmirante Grau y todos los que tripulaban el legendario monitor, realizaron durante cinco meses titánicos esfuerzos que fueron la admiración del mundo, y su arrojo compensó la

pequeñez de la nave teniendo en jaque a la poderosa escuadra enemiga.

¡Treinta y nueve años se cumplen hoy desde que cayeron! En verdad que no hemos hecho nada para vengarlos; pero su sacrificio en defensa de esta patria querida, para impedir la sed de conquista que animaba a nuestro agresor, vive en el recuerdo de todos.

Pero sonará la hora de justicia, no lo dudamos, la detentación de nuestro territorio tendrá su revancha, y sino es por la fuerza será por el hecho de que en el tiempo trascurrido se ha realizado la gestación de ideales de justicia y de respeto que han de cristalizar en un derecho mas amplio entre todos los pueblos de América en estas horas supremas por las que pasa el mundo, conduciendo a todas las naciones de este continente a destruír y desvanecer toda causa de mala inteligencia y de guerra entre ellas, encaminándolas unidas hacia los altos destinos que le reserva el porvenir.

P. V.

Revista de Marina

Año III **Setiembre y Octubre de 1918** **No. 5**

Breves apuntes sobre Termodinámica

Por el Ingeniero Inspector Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

35.—Generalización del principio de Carnot; entropía.—Ya hemos visto, que cuando un cuerpo, y en general un sistema evoluciona según un ciclo de Carnot, *la cantidad de calor Q tomada al manantial es a la cantidad Q' cedida al refrigerante como la temperatura T del manantial es a la temperatura T' del refrigerante.* Relaciones de las cuales se deduce

$$\frac{Q}{T} = \frac{Q'}{T'}$$

y por lo tanto, como sabemos

$$\frac{Q}{T} - \frac{Q'}{T'} = 0$$

El principio de Carnot cuando se aplica a un ciclo cualquiera toma el nombre de *principio de Clausius* o de la *entropía.* Ya hemos dicho que es a este físico que se debe la generalización del enunciado de Carnot, puesto que estableció, que para un ciclo reversible cualquiera se puede escribir la expresión anterior

En un gran número de casos no es posible hacer describir a un sistema un ciclo reversible cerrado, y entonces el principio que estamos considerando se generaliza a una transformación reversible cualquiera pudiéndose entonces escribir en la forma

$$\frac{Q_0}{T_0} + \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} + \ldots \frac{Q_n}{T_n} = S$$

que se enuncia como sigue:

En toda transformación infinitamente pequeña por vía reversible realizada a la temperatura T con una variación de calor igual a dQ, el valor $\frac{dQ}{T}$ *es una diferencial exacta de una función S que se llama entropía del cuerpo.*

En cuanto a los gases perfectos, si se considera la ecuación que nos da la variación de calor en una evolución cualquiera se tiene:

$$dQ = \frac{C\,p\,dv}{R} + \frac{c\,v\,dp}{R}$$

que se puede escribir

$$R\,dQ = C\,p\,dv + c\,v\,dp$$

expresión que si se divide por la ecuación $pv = RT$ que define el estado de un gas se tiene:

$$\frac{dQ}{T} = \frac{C\,dv}{v} + \frac{c\,dp}{p}$$

multiplicando y dividiendo por c los dos términos del segundo miembro la igualdad se puede escribir en la forma

$$dS = \frac{dQ}{T} = c\left(\frac{C}{c}\,\frac{dv}{v} \cdot \frac{dp}{p}\right) = c\left(\gamma\,\frac{dv}{v} \cdot \frac{dp}{p}\right)$$

la cual al realizar la integración nos dá

$$S = \int \frac{dQ}{T} = c.\ log\ nep\ p\ v^{\gamma}$$

Esta función $\int \frac{dQ}{T}$, de la presión p y del volumen v, depende únicamente de los valores extremos de la evolución, y de ninguna manera de los estados intermediarios por los cuales ha podido pasar el cuerpo al realizar el ciclo, es la que Clausius designó con el nombre de *entropía*.

El principio de la irreversibilidad de los fenómenos de la naturaleza y lo que se llama degradación de la energía encuentra su expresión exacta en el valor de la relación matemática que acabamos de hallar.

Todas las experiencias inclinan a admitir que la energía de un modo u otro viene a manifestarse en forma de calor y esté por una irradiación perenne, tiende al equilibrio, sin reversibilidad

de la parte menos caliente a la que lo está más. De este modo la entropía o cantidad de energía que aparece como desaprovechada para producir acción va siempre en aumento.

La expresión $S = \int \frac{dQ}{T}$ nos conduce a considerar la variación dQ y por lo tanto a la energía calorífica, como función de dos variables T y S; lo que equivale a considerar la energía calorífica como suceptible de dos dimensiones.

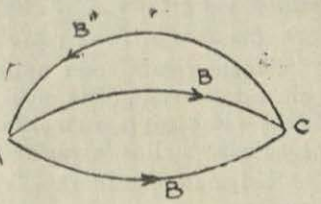


Fig. 16

Según la definición que anteriormente hemos establecido para toda transformación por vía reversible de un sistema que vamos a hacer partir de un estado inicial A, como se ve en la fig. 16, se tendría un ciclo ABC, si se supone que C, es el estado final, y entonces

$$\int_{A=1}^{C=2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1$$

Si ahora estando el sistema en C lo volvemos al estado inicial por una modificación reversible $CB''A$; el conjunto de esta modificación con la anterior constituirá un ciclo cerrado reversible en el cual

$$\int_{1}^{1} \frac{dQ}{T} = 0$$

Imaginémonos el sistema partiendo del mismo estado inicial A que para llegar al estado final C recorre por una transformación reversible tal como $AB'C$, distinta de la anterior, el valor de la expresión

$$\int_{A=1}^{C=2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1$$

es siempre el mismo, de modo, que al volver el cuerpo al estado inicial A el valor de su entropía es 0.

De esta manera podemos enunciar lo que acabamos de hallar de la siguiente manera:

1º. *Cualquiera que sea la modificación reversible que realice un sistema para pasar de un estado inicial A a un estado final C, la cantidad* $\int \frac{dQ}{T}$ *es siempre la misma y su valor no depende por lo tanto, sino de estos estados límites, y no tiene que hacer nada con la naturaleza de la modificación reversible que conduce del estado A al estado C.*

2º. *En todo ciclo cerrado la variación de entropía es nula.*

Consideremos como aplicación el cálculo de la entropía en el ciclo de Carnot. Este ciclo comprende, como sabemos, dos adiabáticas o isentrópicas en cada una de las cuales se tendrá $dS = 0$ puesto que en ellas la variación dQ es igual a cero.

Refiriéndonos ahora a la isotérmica AB del ciclo de Carnot se tendrá:

$$\int_A^B \frac{dQ}{T} = S_B - S_A = \frac{Q}{T}$$

T en este caso es la temperatura constante durante la evolución AB en la cual el manantial cede la cantidad Q de calor al cuerpo que evoluciona.

Para la isotérmica CD en la cual la temperatura es T_1 se tiene para la entropía el valor

$$\int_C^D \frac{dQ}{T} = - \frac{Q_1}{T_1}$$

siendo en este caso Q_1 la cantidad de calor cedida al refrigerante.

Como para las adiabáticas BC y DA se tiene

$$\int \frac{dQ}{T} = 0$$

Siendo el ciclo de Carnot un ciclo cerrado se tendrá

$$\int_{pv}^{pv} \frac{dQ}{T} = 0$$

Conclusión a la que llegaríamos como sabemos, estableciendo

relación entre el calor absorvido Q y el calor cedido Q en las isotérmicas AB y CD; así tendríamos

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{ART \; log\, nep \; \frac{v'}{v}}{ART_1 \; log\, nep \; \frac{v_2}{v_3}} = \frac{T}{T_1}$$

lo que conduce a poder establecer

$$\frac{Q}{T} - \frac{Q_1}{T_1} = 0$$

36.—El ciclo de Carnot da el rendimiento máximo.—Si se dan dos temperaturas extremas entre las cuales se pueden realizar un número cualquiera de ciclos, resultará, que entre todos los ciclos que pueden funcionar entre estas dos temperaturas extremas, el ciclo de Carnot será el que dá el rendimiento máximo.

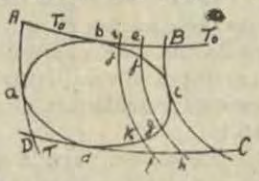


Fig. 17

Sea un cuerpo cualquiera que realiza en una serie de evoluciones un ciclo cerrado cualquiera $abcd$, tal como el que indica la fig. 17, siento T_o y T las temperaturas extremas del ciclo. Si ahora se circunscribe a este diagrama un ciclo de Carnot, para el cual corresponden las dos isotérmicas T_o y T y las dos adiabáticas BC y DA.

Cortemos ahora estos dos diagramas por medio de una serie de adiabáticas, las cuales determinarán una serie de ciclos elementales tales como los $eBCh$, $iehl$, etc; en el ciclo exterior; y de esta manera al ciclo $iehl$ por ejemplo, corresponderá el $jfgk$. En el ciclo interior puede verse que la temperatura disminuye desde el punto de tangencia con la isotérmica AB cuya temperatura es T_o, hasta su punto de tangencia con la adiabática BC.

De esta manera, se nota que la temperatura t_o en j es menor que T_o, y que la temperatura t en k es mayor que T. Esta desigualdad de temperaturas entre los dos ciclos elementales nos permite escribir

$$\frac{t_o}{t} < \frac{T_o}{T}$$

y también

$$\frac{t_o - t}{t_o} < \frac{T_o - T}{T_c}$$

y como cada uno de los elementos del ciclo inscrito da un rendimiento $\rho_1 < \rho = \frac{T_o - T}{T_o}$ rendimiento del ciclo elemental del ciclo de Carnot; la desigualdad será verdadera para los dos ciclos completos que hemos considerado.

Por consiguiente, el rendimiento de un ciclo cualquiera es siempre menor que el del ciclo de Carnot al cual se halla inscrito.

Y podremos entonces enunciar lo que sigue: *siempre que se quiera utilizar lo mejor posible el calor suministrado será conveniente, dadas dos temperaturas, hacer evolucionar el gas, cuya dilatación debe producir el trabajo, según un ciclo de Carnot.*

37.—Mezcla de los gases.—Se sabe, que cuando varios gases se mezclan en un recipiente, sin que ninguno ejerza sobre los demás acción química, cada uno de los gases considerados se reparte en el recipiente como si estuviese solo. Este fenómeno fué puesto en evidencia por primera vez por el físico francés Berthollet.

Entonces, para la masa gaseosa resultante de la mezcla de esos gases perfectos, distintos y sin acción química, que se hallan en el recipiente, se le puede aplicar los mismos principios establecidos para un gas único, y por lo tanto, las mismas ecuaciones que se han deducido anteriormente a mérito de diferentes transformaciones.

Eso sí, para poder aplicar dichas ecuaciones será preciso determinar el valor para la mezcla dada de la constante específica R, de los valores de la presión p y el volumen v; así como el calor específico C a presión constante y el c a volumen constante.

El peso P de la mezcla queda determinado cuando se conocen los pesos P_1, P_2, P_3, etc. de los gases que entran en ella y será por lo tanto

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots.$$

admitiendo que la presión es p y que la temperatura es T.

La presión que resulta para la mezcla, cuando v es su volumen, será en virtud de la ley de Dalton

$$p = \frac{p_1 v_1}{v} + \frac{p_2 v_2}{v} + \frac{p_3 v_3}{v} + \ldots. = \frac{1}{v}(p_1 v_1 + p_2 v_2 + p_3 v_3 + \ldots.)$$

Ahora, admitiendo que la temperatura valga T_1 para el gas cuyo volumen es v_1 y su presión p_1; T_2 para el gas cuya presión es p_2 y su volumen v_2; etc; entonces

$$p = p_1 \frac{v_1}{v} \cdot \frac{T}{T_1} + p_2 \frac{v_2}{v} \frac{T}{T_2} + ... = \frac{T}{v}\left(\frac{p_1 v_1}{T_1} + \frac{p_2 v_2}{T_2} + ...\right)$$

Y si se tiene en cuenta que

$$v_1 \; p_1 = \frac{1}{\delta} P_1 p_1 = R_1 \; T_1 \; P_1 \quad , \quad v_2 \; p_2 = \frac{1}{\delta} P_2 \; p_2, \text{ etc;}$$

debido a que

$$v_1 = \frac{1}{\delta} P_1 \quad , \quad v_2 = \frac{1}{\delta} P_2, \text{ etc;}$$

puesto que $\frac{1}{\delta}$ es el volumen específico del gas considerado; entonces la expresión admite transformarse en

$$p = \frac{T}{v} (R_1 \; P_1 + R_2 \; P_2 + R_3 \; P_3 + ...)$$

38.—Calores específicos de la mezcla a presión y a volumen constante.—Para determinar el calor específico de la mezcla a presión constante partiremos del principio que la cantidad de calor que contiene una mezcla de gases sin acción química es igual a la suma de la cantidad de calor que contiene cada una de las porciones de gas distinto que la forman. De esta manera, si P es el peso de la mezcla, C su calor específico a presión constante y T su temperatura; el valor de la cantidad de calor Q será

$$Q = P \, . \, C \, T$$

Para las porciones de peso P_1, P_2, P_3.... cuyos calores específicos a presión constante son C_1, C_2, C_3.... y sus temperaturas T_1, T_2, T_3.... tendremos cantidades de calor $P_1 \; C_1 \; T_1$, $P_2 \; C_2 \; T_2$, $P_3 \; C_3 \; T_3$.... y como su suma debe ser igual a Q se tendrá

$$P \; C \; T = P_1 \; C_1 \; T_1 + P_2 \; C_2 \; T_2 + P_3 \; C_3 \; T_3 + ...$$

Ahora si el calor interno de los gases no tiene variación, será

$$P\ C\ T = T\ (P_1\ C_1 + P_2\ C_2 + P_3\ C_3 + ...)$$

de donde resulta

$$C = \frac{P_1\ C_1 + P_2\ C_2 + P_3\ C_3 + ...}{P}$$

Hallado este valor se puede deducir de una manera análoga el valor del calor específico a volumen constante c; cuando a más de los valores de los pesos y temperaturas, conocemos los valores c_1, c_2, c_3,.... de los calores específicos a volumen constante de los gases que forman la mezcla, teniéndola entonces

$$c = \frac{P_1\ c_1 + P_2\ c_2 + P_3\ c_3 + ...}{P}$$

39.—Determinación de las constantes R y γ que corresponden a la mezcla gaseosa obtenida.—Recordando que la relación existente entre los calores específicos y R es

$$\frac{C - c}{R} = A$$

siendo

$$A = \frac{1}{E} = 0.0023585$$

puede hallarse el valor de R que será

$$R = \frac{C - c}{A} = (C - c)\ E$$

En cuanto a γ sabemos que su valor está dado por la relación de los valores C y c, es decir

$$\gamma = \frac{C}{c}$$

El valor R para la mezcla puede deducirse también teniendo en cuenta la expresión $p\,v = RT$, en la cual $v = \frac{1}{\delta}$, que como sabemos, es el volumen específico; de esta manera se tiene

$$p\,\frac{1}{\delta} = RT$$

que también podemos escribir cuando el volumen tiene un valor cualquiera v_t, siendo P su peso, en la forma

$$p\,\frac{v_t}{P} = RT$$

lo que nos dá

$$p\,v_t = PRT$$

de donde

$$R = \frac{p\,v_t}{PT}$$

pero se ha visto que el valor de la presión es

$$p = \frac{T}{v_t}\,(R_1\,P_1 + R_2\,P_2 + \ldots.)$$

de manera que sustituyendo este valor se tiene

$$R = \frac{v_t}{PT} \cdot \frac{T}{v_t}\,(R_1\,P_1 + R_2\,P_2 + \ldots.) = \frac{(R_1P_1 + R_2P_2 + \ldots.)}{P}$$

CAPITULO V

Vapor de agua

40.—Gases y vapores.—En lo que se relaciona con los cuerpos que se encuentran o llevan al estado gaseoso; es posible, como se sabe por el estudio de Física, que se les divida en dos clases que son: los *gases* y los *vapores*.

Los primeros, se distinguen en el hecho de que para licuarse es preciso variar grandemente las condiciones que determinan su estado, produciendo en ellos un aumento considerable de tensión y un descenso grande de temperatura. Es decir, están lejos de su temperatura *crítica*.

En cuanto a los segundos, podemos decir, que se designa con el nombre de *vapores* a aquellos fluídos que pueden licuarse fácilmente, es decir, a aquellos, cuya temperatura es inferior a la de su punto crítico.

De esta manera, por ejemplo, se puede decir que el agua será un gas si su temperatura sobrepasa a 370° *C*. que el oxígeno es un vapor cuando su temperatura es inferior a —118° *C*, y que el anhidrido carbónico es un vapor también cuando su temperatura es inferior a 31°.4 *C*.

Al realizar la vaporización de un líquido,a una presión constante, se puede obtener vapor que según sus condiciones se llama *saturado* si tiene el mínimo valor en su volumen y en su temperatura compatible con la presión que soporta, y se le denomina *recalentado* cuando su temperatura es superior a la correspondiente a la presión que tendría si fuese saturado.

41.—Vapor saturado.—Refiriéndonos a los vapores, ya sabemos que se puede establecer entre ellos una clasificación según que estén en contacto o estén alejados de su líquido generador.

Cuando el vapor está en contacto con el líquido generador, se dice que está *saturado;* entonces goza de la propiedad de poseer una misma tensión a una misma temperatura; es decir, *que*

a una misma temperatura la tensión máxima de un vapor que permanece en contacto con su líquido es independiente del volumen que ocupa.

Puede entonces, por ser la presión función de la temperatura, escribirse

$$p = f(t)$$

puesto, que la *tensión máxima de un vapor en contacto con su líquido, crece a medida que la temperatura se eleva.*

El vapor saturado admite clasificarse en *vapor saturado seco* y *vapor saturado húmedo.* En el primer caso no contiene partículas acuosas en suspensión, y en el caso contrario si.

Cuando el vapor, se encuentra lejos de su líquido generador, el vapor se dice que es *recalentado;* y entonces puede aumentar de tensión a temperatura variable y a volumen constante y también de tensión a temperatura constante y volumen variable; en fin se puede calentar el vapor a presión constante; este procedimiento es muy empleado en la industria; realizándose entonces, que tanto la temperatura como el volumen deben aumentar al mismo tiempo. En general, puede decirse que siempre que se suministra calor a un líquido completamente vaporizado se realiza lo que se llama *recalentamiento del vapor.*

El recalentamiento de un vapor también se produce cuando este fluído contiene líquido en suspensión y pasa de una presión a otra menor.

Cuando un vapor es saturado, es decir, cuando posee, estando en contacto con su líquido, la presión límite a la temperatura del medio en que se produce, la física experimental ha demostrado lo que sigue:

1º. Las temperaturas que corresponden al vapor saturado y al líquido que lo produce, y con el cual está en contacto, es la misma.

2º. Dada una presión la temperatura de evaporación es distinta para líquidos diferentes; o en otras palabras, a la misma temperatura, la fuerza elástica máxima de un vapor varía con la naturaleza del líquido generador.

3º. La temperatura de un vapor saturado a una presión dada permanece constante.

4º. La tensión máxima de un vapor saturado en contacto con su líquido generador crece a medida que crece la temperatura.

5º. Al aumentar la tensión aumenta la temperatura y densidad del vapor saturado.

6º. Si se aumenta la presión sobre la superficie del líquido generador sin aumentar la temperatura, el vapor se condensa.

7º. Si se toma vapor saturado que esté lejos de su líquido

generador y se aumenta su temperatura, para permanecer a presión constante deberá disminuír su densidad.

8º. Si se toma vapor saturado y se hace que su temperatura disminuya permaneciendo su presión constante, la saturación cesa, recalentándose entonces el vapor.

42.—Título del vapor.—Al realizar la vaporización del agua, se tiene que el vapor saturado que se produce no es completamente seco sino que arrastra en suspensión una cierta cantidad de pequeñísimas burbujas de agua; constituyendo en verdad una mezcla de agua y vapor. Entonces, se designa con el nombre de título x de un vapor al tanto por ciento o sea a la parte de líquido completamente vaporizado que contiene por la unidad de peso. Ahora si x es la porción de vapor completamente seco que contiene un kilogramo, $1-x$ de kilogramo será la porción de agua que contendrá el vapor en suspensión.

La cantidad de agua que el vapor saturado llega a tener en suspensión, varía según las condiciones de presión, temperatura y disposición del generador en que se produce el vapor; pudiendo ser a veces 20, 25% y aún más.

El conocimiento del grado de humedad o título del vapor de agua es muy importante en el estudio de las máquinas. En la práctica suele determinarse por medidas calorimétricas.

Los calorímetros empleados para este objeto se basan en el principio de que si se hace llegar un chorro del vapor a una masa de agua, al condensarse cede su calor de vaporización, y tanto el agua que resulta de la condensación, como la que arrastra el vapor descienden en su temperatura, mientras que el agua que contiene el calorímetro al mezclarse con la anterior asciende de temperatura.

El aumento de peso que entonces experimenta el agua que contiene el calorímetro da el peso de vapor a título x introducido.

Para hallar el valor de x o sea del título del vapor será preciso conocer las temperaturas extremas del calorímetro, el peso del agua y del aparato y la presión del vapor; teniendo en cuenta estos datos será posible dar la ecuación que establezca la igualdad entre el calor cedido por el vapor y el calor recibido por el calorímetro.

Para esto, supongamos que sea p el peso del agua contenida en el calorímetro, p', el del agua que resulta después de la condensación, p'',el del recipiente del aparato; c calor específico de éste, t la temperatura antes de iniciar la experiencia; t' la temperatura al final; t'' la temperatura del vapor saturado a la presión indicada por un manómetro tipo, λ el calor de vaporización a la temperatura t''.

Según esto, el aumento de calor en el agua del calorímetro estaría dado por $p\,(t'-t)$ y en el recipiente por $p''\,(t'-t)$; calor

que habría sido cedido por el vapor de peso $(p'-p)$ y título x al condensarse y que estaría representado por $(p'-p)\,x\,\lambda$; y por el descenso de dicho peso desde la temperatura t'' hasta la t'; de este modo la igualdad entre el calor absorvido y el cedido estaría dada por

$$p\,(t'-t) + p''\,c\,(t'-t) = (p'-p)\,x\,\lambda + (p'-p)\,(t''-t')$$

ecuación de la cual se deduce el valor

$$x = \frac{(p+pc)\,(t'-t) - (p'-p)\,(t''-t')}{\lambda\,(p'-p)}$$

Para evitar los errores a que puede dar lugar la radiación el agua del calorímetro solo debe calentarse experimentando una variación de pocos grados en su temperatura, lo que, nos hace ver, que para que no se altere la exactitud de la medida, debe emplearse una gran masa de agua.

43.—Calor de vaporización del vapor de agua saturado.—El calor de vaporización a t° es el número de calorías que se debe suministrar a un kilogramo a 0° para transformarlo completamente en vapor saturado a la temperatura de t°.

Generalmente se representa por λ, símbolo que en ciertas oportunidades en nuestro estudio de máquinas, hacemos igual a Q.

Según las investigaciones realizadas experimentalmente entre 0° y 150°, Regnault ha encontrado que el valor de λ puede encontrarse por la expresión

$$\lambda = 606\,5 + 0{,}305\,t.$$

El calor gastado en convertir en vapor saturado un kilogramo de agua se absorve en la forma siguiente:

1°. En calentar el agua desde 0° a t° lo que exige un gasto de q calorías igual a t° si se admite para el agua un calor específico igual a la unidad; pero con el aumento de temperatura el calor específico experimenta alguna variación, pues mientras es 1 para 0° centígrados, es 1'026 a 100° y 1'044 a 200°. Verdaderamente en este valor q está comprendido el calor invertido en producir la dilatación del agua cuya expresión es $\frac{p\,(v-v_o)}{425}$ siendo p la presión en kilogramos por metro cuadrado, v_o y v los volúmenes inicial y final; pero esta cantidad es tan pequeña que puede considerarse despreciable.

2º. En el calor necesario para vaporizar completamente el kilogramo de agua, lo cual absorve un total de calorías que designaremos por r, que comprende el calor e que corresponde al trabajo gastado en el aumento de volumen realizado al pasar del volumen v que tiene el agua al iniciarse la ebullición y el que ocupa cuando se ha vaporizado completamente, y otra ρ que corresponde al trabajo de disgregación molecular al realizarse el cambio de estado.

De esta manera se puede escribir

$$\lambda = q + r$$

de donde:

$$r = \lambda - q$$

Es decir que el calor total de vaporización es igual al número de calorías empleadas en efectuar el calentamiento del líquido más el calor de vaporización.

Y que el calor de vaporización es igual al total menos el calor de calentamiento.

El valor de r para el agua se deduce de la expresión empírica debida a Regnault

$$r = 606'5 - 0.695t - 0.00002t^2 - 0.0000003t^3$$

y practicamente se da por

$$r = 606'5 - 0.695t$$

Como se ve, para $t = 0$, r es igual 606'5; y para $t = 100$ se halla:

$$r = 606'5 - 0.695 \times 100 = 537 \text{ calorías.}$$

Lo que nos hace ver que r disminuye a medida que crece la temperatura de ebullición.

Si como hemos dicho el calor r corresponde a la suma del calor externo e y al de disgregación ρ se podrá escribir

$$r = e + \rho$$

El valor de ρ queda fácilmente determinado cuando se conozca el valor del calor transformado por el trabajo externo rea-

lizado por el vapor al pasar del volumen v que ocupa el agua al u que ocupa dicho líquido al vaporizarse completamente a la presión p, y el calor de vaporización r, entonces

$$\rho = r - e$$

El calor de vaporización varía con la naturaleza de los líquidos,así,se tiene que a $100^{o}\,C$ el calor de vaporización del agua, siendo la presión del medio la atmosférica, es 537 calorías; con idéntica presión al alcohol, estando a una temperatura de $78^{o}.5$, le corresponden 264 calorías; para el eter a la temperatura de $35^{o}.5$, y en idénticas condiciones de presión, le corresponden 91 calorías; etc.

44.—Calor debido al trabajo exterior, o calor externo.—Consideremos un kilogramo de agua cuando ha alcanzado la temperatura de $100^{o}\,C$ en el momento en que se inicia la vaporización. Entonces, su volumen, admitámoslo que sea de un decímetro cúbico, puesto que el aumento por la dilatación podemos despreciarlo por ser muy pequeño en relación con el volumen que vamos a considerar.

Ahora, supongamos que el líquido se vaporiza completamente a la temperatura antes dicha y a la presión $p = 1'.033$ kg. por centímetro cuadrado, entonces su volumen u llega a ser 1650 dm^3.

En este caso el trabajo externo τ_e, que es el producto de la presión por la variación de volumen, es

$$\tau_e = p\ (u - v)$$

pero sabemos que p es la presión por metro cuadrado y que los volúmenes se deben apreciar en metros cúbicos y tendremos, puesto que el metro cuadrado vale 10000 cm^2 y el metro cúbico 1000 dm^3

$$\tau_e = 1.033 \times 10.000 \left(\frac{1650-1}{1000}\right) = 1.033 \times 10 \times 1.649.$$

y como el calor es igual al trabajo dividido por el equivalente mecánico se tendrá

$$e = \frac{\tau_e}{E} = \frac{1.033 \times 10 \times 1.649}{425} = 40.^{cal}205$$

45.—Factor de evaporación.—Se designa con este nombre a la relación entre el calor total de vaporización y el ca-

lor gastado en producir vapor a 1'033 kg. con agua cuya temperatura sea 100° C, siendo entonces 537 su valor.

Esto tiene mucha importancia en las pruebas de generadores de vapor. Cuando se trata de averiguar el gasto total de calor para producir vapor saturado a una presión p, se debe conocer la temperatura t sobre 0° centígrados con la cual ingresa el agua a vaporizarse.

Cuanto mayor sea p mayor será el calor total de vaporización.

Supongamos que se trata de producir vapor a la presión de 18 kgs sobre la presión atmosférica para la cual la temperatura es aproximadamente 208° C, la fórmula de Regnault, en el caso de que el agua hubiera ingresado a 0°, nos daría

$$\lambda = 606'5 + 0.305 \times 208 = 669.94 = 670 \text{ aprox.}$$

pero si se supone que el agua ingresa a 50° el valor del calor total de vaporización sería

$$\lambda' = 670 - 50 = 620^{o}$$

La relación entre la cantidad de calor efectivamente gastado en este caso y el calor de vaporización nos daría el factor que vamos a llamar f, es decir que se tendría

$$f = \frac{\lambda'}{537} = \frac{620}{537} = 1'154$$

De una manera general, se puede escribir

$$f = \frac{\lambda - t}{537}$$

siendo el calor total de vaporización deducida de la fórmula de Regnault cuando, como hemos dicho, el agua se supone que ingresa a 0° C, siendo t la temperatura que dicho líquido tiene a su ingreso para vaporizarse.

46.—Presión del vapor saturado.—Se sabe que para un vapor saturado la tensión máxima es independiente del volumen que ocupa y depende solamente de la temperatura. El problema presenta cierta complejidad puesto que existe una relación desconocida entre la presión y la temperatura $f(p.\ t) = 0$ distinta de la $f(v.\ p.\ t) = 0$ que hemos establecido para los gases perfectos.

Además ya se ha dicho que en la práctica el vapor arrastra una cierta cantidad de agua que hace más complicado el problema de determinar el valor de p.

Experiencias numerosas realizadas por Regnault hechas hasta una presión de 27 atmósferas y 230° de temperatura, permitieron a dicho físico determinar los valores correspondientes de la presión y temperatura, el cual enlazó los resultados que obtuvo determinando la siguiente fórmula empírica

$$log\ F = a - t\,\alpha^x - c\,\beta^x$$

En esta fórmula F corresponde a la presión en milímetros de la columna mercurial; siendo las cantidades a, b, c, α, y β constantes cuyo valor es el siguiente

$$a = 6'264034 \qquad log\ \alpha = 1.994049$$
$$log\ b = 0.139774 \qquad log\ \beta = 1.998343$$
$$log\ c = 0.692435 \qquad x = t + 20$$

La fórmula de Regnault ha sido transformada por Biot en la siguiente

$$log\ F = a + b\,\alpha^t + c\,\beta^t$$

La presión en estas fórmulas está dada en milímetros, y para tenerla en kilogramos por cm^2 habrá que dividir la columna por 1.000 y multiplicar el cociente por 1'359 que es el peso de una columna de mercurio de un metro de altura y un centímetro cuadrado de sección.

El cálculo resulta muy largo para tomar estas expresiones en la práctica; siendo sustituídas entonces por la expresión de Duperrey

$$p = \left(\frac{t}{100}\right)^4 \quad \text{y también por} \quad p = 0.95\left(\frac{t}{100}\right)^4$$

Con todo, los únicos datos atendibles son los obtenidos experimentalmente por distintos físicos algunos de los cuales están dados como indica la tablilla que sigue:

Temperaturas en grados centígrados	Presión absoluta en kgs. por cm²	Peso de un metro cúbico de vapor en kgs.
0	0.063	0.005
50	0.125	0.083
100	1.033	0.606
110	1.500	0.861
119.6	2	1.127
132.7	3	1.640
142.8	4	2.158
151	5	2.56
157'9	6	3.15
164.4	7	3.65
169.5	8	4.14
174.4	9	4.62
178.9	10	5.10
183	11	5.58
187	12	6.06
190.6	13	6.53
194	14	7
197'3	15	7.48
200.3	16	7.91
203.2	17	8.38
206.06	18	8.84
208.7	19	9.30
211.34	20	9.76

47.—Relación entre la presión y el volumen específico de un kilogramo de vapor saturado.—El volumen específico v o volumen de un kilogramo de vapor, durante mucho tiempo se calculó por la expresión

$$p\,v = RT$$

que como sabemos se deduce de las leyes de Mariote y Gay Lussac.

Haciendo esta expresión

$$p_o\,v_o = RT_o$$

en donde p_o es la presión atmosférica, v_o el volumen específico, y T la temperatura absoluta es decir:

$$v_o = \frac{1}{\delta_o} = \frac{1}{0.804} = 1.2437 \qquad \text{y} \qquad T_o = 0^o C = 273$$

De donde se deduce

$$R = \frac{10.334 \times 1.2437}{273} = 47.09$$

Con este valor de R admitido como exacto se deduce

$$v = 47.09 \frac{T}{p}$$

expresión que solo da resultados exactos a presiones muy reducidas; pero que discrepa mucho cuando la presión toma un valor grande.

Según Zeuner la presión y el volumen específico de un vapor saturado seco están ligados por la siguiente expresión

$$p\, v^{1.0646} = 1.704$$

Prácticamente se suele tomar

$$p\, v = 1.7$$

siendo como hemos dicho $v = \frac{1}{\delta}$ el volumen específico.

Puede observarse por la expresión dada por Zeuner y la simplificada que acabamos de mencionar, que con el aumento de la presión del vapor disminuye su volumen específico y crece su densidad. Pudiendo admitirse que ésta, para un aumento de presión determinado, puede llegar a ser en el vapor igual a la del agua que lo produce.

Cuando semejante cosa se realice, como no hay variación de densidad, tampoco la habrá en el volumen, y por lo tanto no se producirá trabajo exterior en la evaporación; así como también se tendrá, que ningún trabajo exterior podrá licuar el vapor; es decir no se podrá establecer distinción entre el vapor y el agua.

Corresponde a semejante estado del vapor una temperatura que es la que se llama crítica, una presión y un volumen que también se llaman críticos.

La temperatura crítica es para el vapor de agua es de 643° absolutos o sean 370° C; siendo aproximadamente entonces la presión crítica de 227 kgs. por centímetro cuadrado.

De lo que acabamos de indicar se deduce que la presión necesaria para licuar un vapor de agua saturado seco aumenta a medida que la presión se aproxima a la presión crítica, y que el vapor no se puede licuar por compresión cuando se halla a una temperatura más alta que la que corresponde a su punto crítico.

48.—Expresión del calor interno de un kilogramo

de vapor.—Cuando el vapor es completamente seco su calor interno U, o sea su energía calorífica está dada por

$$U = \lambda - e = q + r - e = q + \rho$$

Pero cuando dicho fluído contiene cierta cantidad de agua en suspensión, o sea cuando su *título* o tanto por ciento de vapor seco es x, su valor será

$$U = q + x\,\rho.$$

49.—Calor total de vaporización de un kilogramo de vapor cuyo título es x.—Ya se ha visto cual es el valor del calor total λ de vaporización de un kilogramo de agua; pero cuando este fluído no es seco, contiene una cierta parte de vapor seco x y otra $1-x$ de humedad, el valor de λ disminuye puesto que no todo el líquido resulta vaporizado. Entonces para determinar el valor del calor total gastado podemos notar, que para calentar el agua hasta la temperatura de vaporización se gasta un número de calorías $q = c\,t$ siendo $c = 1$ o sencillamente igual a la unidad; pero en el período de vaporización se gasta una cantidad de calor que corresponde a la fracción x considerada; de esta manera si designamos por λ' la suma del calor total de vaporización de la porción x de vapor seco y el de calentamiento de la parte $1-x$ hasta la temperatura de evaporación, tendremos:

$$\lambda' = x\,(606'5 + 0.305\,t) + (1-x)\,t$$

este valor λ', se hace cada vez menor que el valor λ a medida que la porción $1-x$ de agua aumenta en el vapor.

Por lo tanto, para producir un kilogramo de vapor húmedo se gasta menos calor que para producir un kilogramo de vapor seco, de donde se deduce que con un kilogramo de carbón se puede producir mayor número de kilogramos de vapor húmedo.

50.—Vapor recalentado.—Acabamos de ver que el vapor se le llama recalentado cuando tiene una densidad menor y una temperatura mayor que la que correspondería a cuando está saturado a igual presión.

El vapor recalentado se puede obtener de las siguientes maneras:

1º. Calentando el vapor saturado a presión constante; procedimiento que se emplea en algunos aparatos generadores de vapor, haciendo pasar este fluído a través de un recipiente o de un haz tubular que se halla rodeado por los gases que escapan de la

combustión, constituyendo lo que se llama en las calderas el sobrecalentador de vapor.

2º. Haciendo que el vapor se dilate sin realizar trabajo exterior; entonces,al disminuír de presión el vapor deja libre una cierta cantidad de calor que es la que sirve para su recalentamiento. La expansión del vapor en el cilindro y el salto de presión del vapor a través de las válvulas reductoras, constituyen aplicaciones de este procedimiento.

3º. Un otro procedimiento, sería comprimir el vapor sin enfriarlo, porque entonces el trabajo realizado para llevar a cabo esta compresión se transformaría en calor que serviría para el recalentamiento.

El vapor recalentado no sigue exactamente la ley de Mariote ni la de Gay Lussac. La ecuación $p\,v = RT$ que hemos establecido para definir el estado de un gas no le corresponde entonces. La ecuación que entonces da la relación entre la presión p, el volumen v y la temperatura absoluta T es, según Zeuner

$$p\,v = 50'9\,T - 192'5\,p^{\frac{1}{4}}$$

Esta expresión nos hace ver que se puede recalentar un vapor, es decir, aumentar su temperatura a presión constante sin aumentar considerablemente su volumen.

Otra fórmula propuesta por Linde y que se adapta más sencillamente en la práctica es

$$p\,v = 47'1\,T - 0'016\,p$$

51.—Calor específico del vapor de agua recalentado.—De todos los procedimientos seguidos para el recalentamiento del vapor de agua, el que se ha generalizado en la práctica es el de presión constante. Cuando se sigue este procedimiento el calor que es empleado y que es absorvido por el vapor saturado seco, una parte sirve para producir en él un aumento de temperatura, y otra parte sirve para variar la energía potencial interna de este fluído transformándolo gradualmente en gas.

Las consideraciones anteriores nos hacen ver, que el calor específico a presión constante del vapor varía con su temperatura. Siguiendo algunas experiencias debidas a Regnault y que este físico realizó en 1862 con vapor cuya tensión era igual a la de la atmósfera, haciéndolo pasar por recalentamientos comprendidos entre las temperaturas centígradas de 22º y 131º, se ha adoptado hasta el día para el calor específico del vapor de agua recalentado a presión constante un valor

$$C = 0.48$$

Como las experiencias de Regnault fueron hechas a una presión tan reducida, algunos otros físicos han realizado otras tendentes a averiguar la variación que experimenta C cuando las presiones son más elevadas. Las experiencias realizadas por Bach a principios del presente siglo, dan para C los valores que siguen:

Presión del vapor en kg. por cm²	Temperatura de recalentamiento	Calor específico a presión constante
2.6	197°.9	0.624
4.4	180 .8	0.574
6.4	165 .1	0.534
8.2	154 .1	0.536

De modo que en la práctica para presiones elevadas se toma 0.6 como valor del calor específico a presión constante.

Entre las experiencias más recientes para determinar el calor específico a presión constante podemos citar las de *Lorenz*, en las cuales este físico ha comprobado lo que sigue:

1°. El calor específico del vapor de agua recalentado, en igualdad de presión, disminuye al aumentar el recalentamiento.

2°. El calor específico a presión constante de este fluído recalentado, aumenta, en condiciones de igual recalentamiento, a medida que el valor de la presión es más elevado.

Es decir, en este caso, el vapor procede de una manera análoga a los gases perfectos.

Las dos conclusiones que se acaban de mencionar están en armonía con las que en sus investigaciones estableció Linde para el aire y los gases.

Las experiencias de Lorenz lo condujeron a encontrar los siguientes valores para la presión, el recalentamiento y calor específico a presión constante del vapor de agua recalentado.

Presión en kg. por cm²	Recalentamiento en 0° C	Calor específico C
1.889	176°	0.492
1.932	89°	0.531
3.936	196.9	0.478
4.05	152	0.484
4.31	60	0.583
6.8	44.6	0.622
6.82	116°	0.568
6.94	158	0.555
8.97	48	0.698
8.98	88	0.64
8.98	140°	0.570

52.—Calor necesario para transformar un kilogramo de agua a 0° en vapor recalentado a la temperatura t' y a la presión p.—Hemos visto,que cuando el vapor es saturado seco y está a la presión p, su temperatura es t, su calor total de vaporización es

$$\lambda = 606'5 + 0.305\ t$$

Si ahora llevamos este vapor a la temperatura t' mayor que la t, puesto que la presión permanece constante, y el calor específico del vapor es C en estas circunstancias, la cantidad de calor absorvida por kilogramo de dicho fluído será

$$C\ (t' - t)$$

Se ve pues, que el calor total del vapor recalentado es superior al del vapor saturado seco en idénticas condiciones de presión y temperatura. De modo que si llamamos λ_1 dicho calor total se tendrá

$$\lambda_1 = \lambda + C\ (t' - t) = 606'5 + 0.305\ t + C\ (t' - t)$$

53.—Transformación adiabática del vapor.—Una transformación del vapor, cuyo estudio es interesante para nosotros es la transformación adiabática; según las investigaciones de Zeuner la ecuación de la línea adiabática del vapor de agua es de la forma

$$p\ v^{k} = Cte$$

Para el vapor saturado y seco $k = 1.135$ y para el vapor recalentado $k = 1.333$.

Es por esto y ya lo estudiaremos al ocuparnos de las máquinas, que en el cilindro de una máquina de vapor la curva representativa de la evolución del vapor queda distante de la adiabática; porque para que ella se realizara sería preciso que no existieran causas modificadoras, como son la humedad del vapor y los intercambios de calor entre el vapor y las paredes del cilindro.

Es por esto que en las máquinas grandes para que el vapor no se condense a su llegada al cilindro y que luego no se enfríe al vaporizarse cuando se realiza la expansión, se dispone en torno del cilindro lo que se llama la chaqueta de vapor,la cual lo mantiene sensiblemente a una temperatura igual o mayor que la que tiene el vapor a su llegada de la caldera, y también sobre calentando el

vapor y duplicando, triplicando, etc. los cilindros en que debe evolucionar.

En la práctica por efecto de la condensación del vapor debida a las paredes del cilindro el valor del exponente k se aproxima a la unidad, de manera que se suele admitir que el vapor evoluciona como si siguiera la ley de Mariote en lugar de la adiabática es decir que en lugar de decir $p\,v^{k} = Cte$ se tiene $p\,v = Cte$; que equivale, teóricamente, a una isotérmica, cuya representación gráfica en el diagrama volumen-presión está dada por una rama de hipérbola equilátera; pero esto volvemos a decirlo, teóricamente, porque en la práctica la temperatura sufre variaciones notables.

Si ahora se tratara de medir el trabajo $\tilde{e}$ desarrollado exteriormente cuando el vapor se supone evolucionando adiabáticamente

$$\tilde{e} = \frac{1}{\gamma - 1}\,(p\,v - p_o\,v_o)$$

entonces $\gamma = k = 1.333$ para el vapor saturado seco, de modo que se puede escribir

$$\tilde{e} = \frac{1}{1.333}\,(p_o\,v_o - p\,v) = 3'.033\,(p_o\,v_o - p\,v)$$

y cuando se consideran las temperaturas T_o y T inicial y final, admitiendo que la constante específica R es igual a 46.7

$$\tilde{e} = 46'7 \times 3.003\,(T_o - T)$$

Si en cambio se considera la evolución isotérmicamente

$$\tilde{e} = p_o\,v_o \times 2.3026\ log\ \frac{v_o}{v}$$

y cuando se quiere emplear logaritmos vulgares

$$\tilde{e} = \int_{v_o}^{v} p\,dv = p_o\,v_o \int_{v_o}^{v} \frac{dv}{v} = p_o\,v_o\ log\ nep\ \frac{v}{v_o}$$

[*Continuará*].

BUQUES DE CONCRETO ARMADO

Por Mr. Walter Pollock

Publicado en el "Engeneering"

TRADUCIDO ESPECIALMENTE PARA LA "REVISTA DE MARINA"

Escrito leído en la reunión de primavera de la 59ª sección de la Institución de Arquitectos Navales, Mayo 22, 1918.

El tema del presente artículo es uno de los que ofrecen mayor interés e importancia, pero para el desarrollo del cual existe también carencia de completos conocimientos. El autor no pretende pasar por autoridad en la materia, pero habiendo empleado parte de su tiempo en estudiar el tópico, bajo el punto de vista práctico, abriga la esperanza de que los miembros de la Institución derivarán de sus anotaciones algun beneficio, así como de las que expongan otros durante la discusión.

El desarrollo de la construción de buques de concreto se encuentra en un estado embronario, pudiendose decir que la experiencia que dá los usos en la navegación es practicamente nula. El actual estado de guerra ha planteado esta cuestión de las construcciones de concreto ante los propietarios y constructores de buques, como una que no debe ser ligeramente deshechada, resultando de ahí una intima cooperación entre los arquitectos navales y los expertos en extructuras de concreto a fin de producir el mejor diseño que permitan los conocimientos actuales.

Tres causas primordiales son las que han actuado para dirigir la atención sobre este tema de las construcciones de concreto, a saber: 1º. la necesidad imperativa de hacer una economía de acero y madera, debido a la basta demanda de estos materiales para emplearlos en municiones y otros equipos de guerra; 2º. la urgente necesidad de emplear el menor número de obreros especialistas en las industrias del país; y 3º. el número insuficiente de naves mercantes pequeñas, tales como las dedicadas al cabotaje, remolcadores y lanchones, que no han sido construidas debido a la necesidad de dar la preferencia a las construcciones de guerra. Con todo, es honrado decir, que el programa presente de construcción de buques de concreto armado no hubiera sido posible a no ser por los trabajos que se han venido haciendo con anterioridad, y que establecieron su verdadera posibilidad antes del otoño de 1917.

Historia.—El primer bote de concreto fué el pequeño de remos, construido y patentado por M. Lambot, de Carces, Francia, en 1849. Aparentemente ningún otro fué construido hasta 1887, en que apareció el pequeño buque De Zeemeuw, hecho en Holanda, el que ha estado en servicio continuo, desde entonces, trabajando en lugares cubiertos de nieve, y el que según últimas noticias se halla en buenas condiciones. En 1896 la firma C. Gabelliní, de Roma, hizo un bote de remos, embarrando una mezcla de cemento ordinario en ambos lados de una tela metalica, hasta formar un espesor de 1" (25.4 m/m). En 1905 esta misma firma construyó el lanchón "Siguria" y, siguieron sus pruebas de navegación en algunos otros buques para carga. Se dice que en la actualidad existe en Italia buques y pontones que han sido probados bajo condiciones severas y a entera satisfacción de oficiales de la marina italiana. En 1909 fué construido en Frankfort-main, un lanchón de 220 toneladas de capacidad para dedicarlo al trasporte de cascajo. En 1910 fué construido en San Francisco otro lanchón de concreto, cuyas dimensiones son 100' × 30 × 7' o sean 30m50 × 9.m15 × 2.m14 con una capadad para 525 toneladas. En 1911 fueron construidos en el Canal de Panama balsas de concreto armado de 64' de es-

lora por 24' de manga, con un puntal de 5'.6'. En el mismo año fué construido por Mr. O. F. Lackey, de Baltimore, un lanchón de 50' de eslora, 22' de manga y 7' de puntal, con una capacidad para 86 toneladas de carga. Como resultado de la experiencia obtenida entonces se construyó otra de 500 toneladas, en el año de 1912 por la "Tiost Concrete Scow Construction Company" de Baltimore.

El "Sand Witch", draga de río, fué construida en el Támesis en 1910, así como un lanchón para el Canal de Manchester en 1912. El "Namsenfjord", buque costanero de 200 toneladas, peso bruto, fué construido por la Compañía Fougner de Noruega, en 1917. El "Beton I" otro buque de 200 toneladas, fué lanzado al agua con la quilla hacia arriba por la Compañía Porsgrunds, de Noruega. Un buque de 5.000 toneladas peso bruto, se encuentra en construcción en San Francisco, cuyas dimensiones son eslora 320', manga 45', calado 24' el que será provisto de una maquinaria a vapor capaz de desarrollar 1750 caballos de fuerza.

Limitaciones.—Para buques de rio, pontones, diques flotantes, muelles flotantes etc., la construcción de cemento armado se desarrollará con toda posibilidad, viniendo a formar una industria permanente. Para lanchones de río y de puerto, remolcadores y buques costaneros, esta forma de construcción permanecerá posiblemente en boga por algunos años mas si llega a ser un éxito las experiencias con las actuales construcciones. Pero los buques de acero regresarán a lo que han sido, tan pronto como los fletes bajen y la competencia se itensifique. Para buques grandes hasta de 2000 toneladas de peso bruto, el concreto armado será sin duda, una proposición comercial y práctica por pocos años. Mas antes se han expuesto los detalles de un buque de 5000 toneladas construido en San Francisco, y es difícil ver la ventaja de usar concreto en este caso, desde que la cantidad de acero requerida para el refuerzo, etc. llegará con toda probabilidad al 75 o/o del necesario para construir un buque de acero del mismo tonelaje. La ganancia, junto con la economía de emplear obreros adies-

trados, no parece ser suficiente para garantizar el incremento del desplazamiento; y es por estas razones que no parece probable que una vez pasados estos críticos momentos de la carestía del acero y falta de obreros experimentados, se vuelvan a construir buques de concreto.

Puntos ideales a los que se pretende llegar.—Los diseñadores y constructores luchan en la actualidad por producir un buque de concreto armado que reuna las siguientes cualidades:

a. Que tanto como sea posible, se reduzca el peso del casco, al de un buque de acero del mismo desplazamiento;

b. Que en su construcción no se emplee mas de un cuarto a un quinto del acero empleado en un buque hecho totalmente de este metal;

c. Que el casco de concreto, de poco espesor sea lo suficientemente fuerte y seguro para soportar los esfuerzos y choques comunes, teniendo al mismo tiempo la densidad necesaria que le asegure su estanquedad;

d. Que sea construido con una mezcla de concreto que no se fracture con la expansión o contracción, y que también, sea protejida su desintegración por el contacto con algún acido, etc;

e. Que pueda ser lanzado al agua rápidamente después de concluido, sin peligro para su estructura;

f. Que en el caso de que el costado o el fondo sufriera alguna avería, pueda el buque, después de reparado, ser puesto rápidamente en servicio, sin esperar varias semanas a que se endurezca el concreto.

Cooperación de los Expertos.—Es necesario combinar el conocimiento y experiencia de los diseñadores de obras de concreto armado, en tierra, con los de un arquitecto naval que haya tenido experiencia en el diseño y construcción de buques del tipo que se quiera adoptar; pues ninguna de las partes puede esperar en la época presente obtener mejores resultados sin la intervención de la otro. Un buque de concreto armado puede ser en su generalidad de un diseño similar al de uno de acero o de madera actual, sinembargo muchas modificaciones y adelan-

tos podran ser aplicados a aquellos con mayor facilidad que a éstos.

Consideraciones sobre el diseño.—Los principios que se expondrán son de que solamente debe usarse la cantidad de acero necesario para soportar los esfuerzos de la tensión, debiendo el concreto hacer el resto, aumentando la rigidez de la estructura. La estructura de la sección transversal de un buque de acero, esto es, la trabazon de las planchas de cubierta y fondo, requiere un peso considerable de material de acero, que en los buques de concreto armado es en su mayor parte reemplazado por el concreto. Bajo el punto de vista del Arquitecto Naval, no existe mayores dificultades en el diseño y construcción de estos buques. En los buques para ríos necesitan precaverse solamente de las presiones hidrostáticas comunes, excepto cuando ellos tienen que ser empleados varandolos en fondos desiguales, y también de los choques y esfuerzos que tienen que soportar al ponerse en contacto con otros buques, muelles, etc.

En los buques de alta mar se necesita precaverlos de las fuerzas dinámicas desarrolladas al acoderarlos, amarrarlos a un muelle, o entrada a dique, etc, así como del quebranto y del arrufo a mas de otros esfuerzos de torsión que se hayan expuestos a soportar durante bravezas de mar. Las vibraciones de un buque en lastre en mar agitada se ha encontrado ser uno de los problemas mas serios para los buques de concreto. Los esfuerzos producidos por las flexiones y quebrantamientos debidos a condiciones de las olas, pueden calcularse facilmente; pero no así los debidos a la torsión y distorción. Buques de poco calado o de río tienen solamente esfuerzos producidos por una estiva desigual o varadura, etc. permitiendo esto que los esfuerzos sean de menor magnitud que para buques de alta mar.

El diseño ideal aparece ser el de un buque construído con longitudinales, haciéndo desaparecer los ⅔ de las cubiertas y cuadernas usuales, agregándole solamente unas cuantas cuadernas tramadas a las armaduras especiales y tantos mamparos como fuere posible; además, en adición a las barillas longitudinales una serie de otras barillas, en

sentido diagonal. En buques grandes será juicioso el construír un mamparo central que se extienda a todo el largo del buque, pero en todo caso las escotillas de un buque de carga deberán situarse en la línea de proa a popa una a continuación de la otra, como lo indica la fig. 1. En buques pequeños un trancanil contínuo, aunque se proyecte unas 6" pulgadas por encima de la cubierta probará ser conveniente. Los cálculos son en general semejantes a los que se emplean para buques de acero. Las figs. 4 y 5 representan un juego de curvas de los momentos de inercia y fuerzas de distensión para un buque de 300 toneladas de peso muerto.

No es difícil diseñar un buque de concreto armado de formas graciosas y líneas finas, sinembargo la dificultad estriba en el gasto que representa la construcción y conservar el refuerzo de acero en su lugar durante el modelado y la colocación del cemento. Con el objeto de vencer estas dificultades el autor diseñó en julio de 1917 el buque de "líneas rectas", y publicó un variado número de diseños en los que las secciones trasversales estaban constituídas por líneas rectas, estando también los planos longitudinal y horizontal constituídos por líneas rectas. La porción central del buque por mas de los ¾ de su largo es de forma rectangular con excepción del angulo a la altura del pantoque que forma una doble esquina fig. 3 y 7. Si el acero del refuerzo no se conserva en su propia situación tanto vertical como horizontalmente, durante el establecimiento de las capas delgadas, del casco, mamparos, brazolas, batayolas etc., será sacrificado una gran parte de la fortaleza de la estructura de cemento armado. Tómese por ejemplo un pedazo del casco de 3' de espesor, curbado horizontal, vertical y diagonalmente, como en el caso de la proa de un buque cualquiera. Es casi imposible conservar toda el armazón de acero en su propia posición, y una desviación de solo ¼" en las barillas de un lado las pondrán tan cerca de la superficie que posiblemente botarán el concreto, o de quedarse interiormente en este desarreglo durante el establecimiento del cemento, reducirá considerablemente la fortaleza local de esa parte del buque. Mas aun, si las ba-

rillas de acero no se encuentran en línea recta, tenderán a enderezarse cuando soporten alguna tensión y ocasionarán un desperfecto en el concreto, reduciendo su efectividad al introducir esfuerzos secundarios.

Se está tratando de poner a prueba el método *unidad* de construcción, pero las ventajas que presenta para el trabajo de buques es todavía dudoso; de manera que el sistema *monolítico*, que es el que ofrece mayores ventajas en obtener fuerza de continuidad, es el mas usado universalmente. Para buques pequeños y lanchones se ha adoptado una forma de construcción como el que indica la fig. 10, que es mas económica por dispensar enteramente con las cubiertas y plataformas, cuardenas, pantoques, refuerzos longitudinales, baos, etc. Siendo reducido el encajonado de madera en esta forma de construcción, es mas rápidamente colocado, obteniéndose por tanto su trabajo en menor tiempo. En este tipo de construcción es difícil de diseñar, las batayolas y brazolas de escotillas, en forma tal que se evite el deteriorarlas durante las operaciones de carga y descarga. Para evitar esto se recurre en su lugar al uso de barandillas y pasamanos con candelabros desmontables apropiados al uso, y también con topes fuertes protegidos con plancha de acero en las escotillas, fig. 9.,

En todo buque de cemento, para proteger el concreto es necesario proveerlo de defensas; pero en el lanchón experimental de 130 toneladas de capacidad se han suprimido estas completamente por disposición del técnico que diseñó la parte de concreto, adoptando en su lugar el sistema de redondear bien las aristas de la regala enluciendolas con un mortero compuesto de una parte de cemento y otra de arena, a fin de evitar resquebrajaduras, cuando se ponga en contacto o choque con otro lanchón.

Una media vuelta sólida para la regala, recubierta de una plancha de metal, como muestra la fig. 10, es ventajosa y probará ser conveniente. Como medida precaucional es necesario proveer de defensas a todo buque, a lo menos en la época presente, siguiendo el método usual de colocarlas bien pegadas a la obra de concreto en lugar de ponerlas separadas del casco con tacos de madera en los si-

man el buque, tanto en el sentido longitudinal como en el trasversal, se hallan reducidos el número y área de la sección de las barras que forman esta estructura.

Existen varios métodos para ligar entre sí las barras de acero: 1.º Por una vuelta larga; 2.º por una vuelta corta con gancho a los extremos; 3.º por medio de soldadura; y 4.º por tensores u otros medios mecánicos. La vuelta larga que es generalmente de 40 diámetros de la sección de la barra, y que algunos hacen bajar hasta 20 diámetros, reposa para su fortaleza en la adhesión del concreto a las barras. La vuelta corta, de 12 diámetros en las barras delgadas y de 18 diámetros en las de mas de 1", su poder está en los extremos formados por ganchos, y parece ser una solución satisfactoria, desde que reduce el peso sin sacrificar su fortaleza.

La soldadura es lo mas económico con respecto al peso; pero si se sueldan las barras en el taller es difícil la labor con ellas y también el colocarlas en su alineamiento; y si se sueldan cuando estan en el lugar de construcción resultarán debilitadas localmente en el sitio de la soldadura. Una conección mecánica tal como el uso de tensores para unir los extremos roscados de las barras es algunas veces usada en casos especiales. Pero tanto el uso de la soldadura como el de conección mecánica no es recomendable porque alcanza precios prohíbitivos. En cada uno de los casos mencionados la pérdida por debilidad de los remaches de las planchas y costuras del forro se evitan completamente. Para resistir el esfuerzo de tensión diagonal inducido en un bao por la acción de las fuerzas de distención se introducen en la construcción estribos que se extienden entre los miembros de tensión y compresión. Estos pueden ser considerados como los principales miembros de ligazón del sistema, y su forma triangular cambiará según que ellos sean colocados vertical o diagonalmente.

Mientras existen métodos, bien definidos empleados por los diseñadores de estructuras de concreto armado, para la determinación de las diversas secciones, los cálcu-

tios de los pernos. Una defensa en el pantoque, como lo indica la fig. 9, protejerá el concreto, sirviendo al mismo tiempo de quilla de balance. Todas las aristas o esquinas alrededor deberán ser bien redondeadas o biseladas a fin de evitar resquebrajaduras o roturas pues, si el concreto está sometido a rosaduras o fricciones se desgastan.

Existen los métodos siguientes de refuerzo: *a* Tejido metálico *expanded metal*, red metalica y otros similares con o sin barrillas; *b* barras planas, barras especiales, enjaretados de acero, etc.; *c* barrillas redondas de diámetros variables. Todo este material es bueno para emplearlo en la construcción, tanto en el método unidad como en el monolítico, y puede ser usado ya sea por si solo o en combinación. El tejido de alambre y el *expanded metal* no es apropiado para la obra del casco de buques de alta mar, por la dificultad que hay de conservarlo en su verdadero alineamiento para obtener homogeneidad en el concreto, así como su costo excesivo y la dificultad de varíar su mena lo suficiente para que convenga a la solidez deseada. En numerosos casos han sido adoptadas barrillas de secciones variadas, principalmente en América, pero no hay duda que las redondas serán las mas generalizadas, porque ellas utilizan el acero sin pérdidas, son fáciles de arreglar en posición, fáciles de doblar, se obtienen con mayor facilidad en el mercado y se adaptan por si solas en una mínima cantidad de concreto. Algunos dicen que barras ligadas mecánicamente, a cuya clase pertenecen todas las las barras especiales, desarrollan mayor poder de adesión que las simple barillas de sección redonda; pero muchos expertos en construcciones de cemento armado creen que esta suposición es un sofisma. Las barras grandes de acero son arregladas en el plano longitudinal, generalmente en dirección de las cubiertas y de los fondos del buque, existiendo tambien barillas de casi las mismas dimensiones que son colocadas trasversalmente, siendo el todo amarrado por medio de barrillas pequeñas desde $^3/_{16}$" a $^1/_4$" y formando un tejido o tamiz, cuyos intersticios son de 6" sobre toda la superficie. Todo esto llega a formar una estructura monolítica en la que las extremidades que for-

los dependen de los coeficientes determinados por los experimentos que se han hecho sobre concreto, en las condiciones que se emplea para la construcción de edificios, y por consiguiente, es necesario deducir una data experimental para la construcción de buques. Por esta razón este trabajo no toma en consideración la práctica usual de exponer los esfuerzos permitidos, porque pueden prestarse a la suposición de que los cálculos han sido bien definidos en las experiencias presentes. Para deducir las ecuaciones que determinen las propiedades de las secciones de concreto armado, es necesario conocer el módulo de elasticidad del concreto y del acero, y la proporción cuando es usado en combinación; porque mientras el módulo del acero es casi constante hasta su límite de elasticidad y bien conocido, el módulo del concreto varía con la calidad del mortero y los esfuerzos a que se le someta, siendo el módulo enormente reducido a medida que el esfuerzo incrementa. Por consiguiente, en un bao de concreto armado, la proporción del módulo de elasticidad que se usa para determinar la posisición del eje neutro y de las otras propiedades de la sección,no está en la proporción que existen entre los módulos iniciales de elasticidad de los dos materiales. Como los módulos del concreto variarán en cierta extensión con la inmersión constante o intermitente en el agua, es evidente que la razón modular de 1 a 15 que es usada para estructuras no podrán ser ni siquiera aproximadas, habiendo tenido necesidad de recurrir a una mezcla mas rica de concreto y a un mayor factor de seguridad.

La resistencia del concreto a la tensión es generalmente considerada nula, y parece que ella también puede dejarse de tomar en consideración en el diseño de buques; pero deberá fijarse la atención en el hecho de que el concreto es comparativamente débil a la tensión, y por consiguiente puede ser perjudicial para alguna parte de la sección debilitando su estanquedad. Parece apropiado en el presente emplear un factor de seguridad de 6, con respecto a las fuerzas de demolición por compresión; deducido de experimentos hechos con bloques de concreto, trabajados en forma corriente, y a los que se les ha permi-

tido secarse al aire; siendo tales fuerzas las obtenidas a los tres meses de fabricación.

En la construcción de edificios comunes se mejora considerablemente el poder de adhesión del concreto al acero; mejor dicho del "agarre",teniendo en cuenta que la unión entre el acero y el concreto depende principalmente de la contracción de la mezcla al endurecerse en el aire. De ahí la necesidad de dar a las barras un ajuste mecánico enganchándolas o doblando los extremos del refuerzo. Se ha hallado ventajoso emplear concreto mas rico en cemento que el usado comunmente para la construcción de edificios,hecho con cascajo menudo o cualquier otro material similar de tamaño restringido,al que se le domina *agregado*. Es conveniente también tener en cuenta otro elemento y es la de averiguar hasta que punto ha de reducirse la consistencia dada al concreto que va estar continuamente debajo del agua y del que va estar alternativamente mojado y seco, así como tambien es necesario determinar cual es el efecto que produce el agua salada en la fortaleza de la mezcla, sin embargo de que los datos existentes demuestran que el agua salada no tiene ningún efecto sobre el hormigón denso. Este es un tema que bien valdría la pena experimentar con respecto a la construcción de buques del material que nos estamos ocupando. En un buque de acero, hasta un desplazamiento de 1000 toneladas, es usual permitir un esfuerzo hasta de 8 toneladas por pulgada cuadrada en el acero; pero en vista de la incertidumbre del comportamiento de la fábrica de cemento en el mar, no hay duda que sólo será prudente permitir hasta $^1/_5$ del límite de rotura para el esfuerzo en el armazón.

Peso del casco.—El peso del concreto armado en un buque de cemento es el problema mas serio para la adopción de este tipo de barco,pues el concreto pesa 143 lbs. por pie cúbico, mas el armazón. El casco sólo con sus accesorios, en un buque costanero de 300 toneladas, peso muerto, de capacidad, pesará 130 por ciento mas que uno de acero, mientras que el incremento en su desplazamiento total es alrededor del 40 o/o (véase la tablilla). Puesto en

otra forma tendríamos, que si un buque costanero de hormigón armado fuese construido de las dimensiones y coeficiente de fineza de uno de 420 toneladas, peso muerto, cargaría solamente 300 toneladas, peso muerto, para el mismo calado. El incremento de sus dimensiones (eslora, manga y puntal) serán del 12 al 14 o/o, mayores para el buque de concreto que para el de acero. La tablilla que ponemos a continuación, es la comparación de un buque costanero de 300 toneladas, fabricado con cemento, madera o acero. Las cantidades de la tabla del buque de concreto de 300 toneladas estan basadas en el método corriente de construcción demostrado en la fig. 1. no por los métodos modificados por el autor, fig. 8. La práctica de exponer que un casco de concreto es de 50 a 70 o/o mas pesado que el de un buque de acero de las mismas dimensiones, no indica una verdadera comparación porque el de concreto ha de contener menos carga; de aquí que se haya adoptado el método de comparación del peso muerto en los buques de un mismo desplazamiento.

Comparación de un buque de 300 toneladas, peso muerto, construído en concreto, madera y acero

	Concreto Armado	Madera	Acero
Eslora	125'	108'	105'
Manga	25'	23'-9"	21'
Puntal	11'-9"	10'-7"	11'-4"
Calado, debajo de la quilla, a popa	10'-3" sin quilla	10'-3" (Quilla)	10'-3" sin quilla
Peso muerto [carga]	300 tns.	300 tns.	300 tns.
Capacidad cúbica de las bodegas	17.320 p.c.	12.350 p.c.	12.500 p.c.
Desplazamiento	640 tns.	495 tns.	455 tns.
Tiempo empleado en su construcción	4 meses	8 meses	6 meses
Peso del acero	28 ½ tns.	15 tns.	110 tns.
Peso del casco sólo	290 tns.	140 tns.	120 tns.

Se verá que la cantidad de acero alcanza a 27 o/o, del que sólo en el refuerzo se emplea el 25 o/o del que se usaría en la construcción de un buque de acero del mismo desplazamiento. El peso puramente del casco de un buque de 500 toneladas, ilustrado en las figs. 8 y 9, es de 400 toneladas, que demuestra una reducción de 15 o/o, comparado con el de 300 toneladas ya expuesto. Un lanchón de 1000 toneladas pesará alrededor de 90 a 100 o/o mas que un lanchón de acero del mismo desplazamiento, teniendo sólo un 25 o/o mas del desplazamiento y un 7 o/o de incremento en sus dimensiones. La diferencia de porcentaje en el peso, incrementará gradualmente hasta un desplazamiento de 2500 toneladas.

Desventajas.—Las principales desventajas son: *a*, mayor peso y por consiguiente mayor desplazamiento para una misma capacidad de carga; *b*, incremento del tonelaje de registro y por consiguiente incremento de los derechos de puerto y bahía; *c*, incremento del costo de construcción y de lanzamiento; *d*, mayor tiempo para repararlo en caso de averías en los fondos.

Ventajas.—1, menos acero que el necesario para un buque de acero, y sin perdidas de birutas y fragmentos del metal; 2, ausencia de debilitación por las perforaciones para los remaches y costuras como en los buques de acero; 3, construcción barata y mas ligera; 4, muy pocos obreros experimentados, sin especialistas en poner planchas, angulos, remaches etc.; 5, mayor vida y depreciación reducida; 6, costo de reparación y conservación reducido; 7, libre de polilla como en los buques de madera y de oxidaciones como en los de acero; 8, superficie mas suave y menor fricción de la parte sumergida.

Respecto de la depreciación se puede decir que, por lo determinado hasta el presente se puede afirmar que la fábrica de concreto durará por varios cientos de años. Sin embargo, depreciaciones podrán tener lugar en las barras de acero de la armazón debido a corroción y fatiga del metal. Lo primero podrá ocurrir si el concreto es permeable al agua o al aire; esto podrá evitarse por medio de una cuidadosa selección de los materiales usados y por una extric-

ta vigilancia de las operaciones de mezcla y fragua. La cuestión de la fatiga del metal dependerá de los esfuerzos a que esté sometido el acero debido al trabajo del buque; pero esto no será posible que afecte al buque probablemente hasta después de los primeros cincuenta años de su vida.

Fuerzas locales.—Las averías que provengan de resultas de una colisión no serán tan serias como algunos críticos suponen. Como un ejemplo del esfuerzo que el concreto armado es capaz de soportar, existe en Flandes hoy día el tanque de una torre de agua que se vino a tierra de un golpe por haberse disparado sobre las columnas que lo sostenían, y todavía ese tanque es capaz de contener agua. Es de 66' × 33' × 8'-6".

Las fuerzas que se desarrollarían en caso de una colisión, son practicamente incalculables y dependen de la velocidad de colisión, del ángulo de impacto, del punto en el que ocurre el impacto, y de otros factores. Sin embargo, la resistencia local de la estructura puede ser arreglada para soportar un choque que sea idéntico al que soportan las construcciones corrientes de acero. Las reparaciones pueden hacerse rápidamente; pero las que ocurran en los fondos necesitarán tres semanas para la fragua del concreto, antes de que el buque pueda cargarse y hacerse a la mar.

Reglas para su clasificación.—En la actualidad no existen reglas reconocidas para la construcción, sinembargo, todas las Sociedades Clasificadoras estan estudiando el punto. El Veritas de Noruega ha formulado algunas reglas que incluyen los siguientes principios: La resistencia a que se someterá el acero, no debe exceder de 6.35 tns. por pulgada cuadrada en la compresión y de 5.08 tns. por pulgada cuadrada en la tensión. El modulo de elasticidad del concreto deberá tomarse como un quinto del de acero. La resistencia en la compresión no debe exceder de 570 lbs. por pulgada cuadrada, o sea un sexto de la compresión total del concreto. La resistencia en tensión no excederá de 57 lbs. por pulgada cuadrada.

El momento de flexión máximo y la fuerza de disten-

sión para un buque se aplican en relación con su número longitudinal L (½B + D + ½G], hallándose tabuladas por medio de curvas, fig. 11. Los momentos asumidos aparece ser de mas del 50 o/o de los momentos hallados por medio del cálculo. Los momentos de flexión para la plataformas, cuadernas y baos son también aplicados por medio de las curvas de las figs. 12,13 y 14. Estas curvas estan relacionadas al número trasversal [½B + D + ½G] en el caso de las plataformas o cubiertas; al número trasversal multiplicado por la altura, para el caso de las cuadernas; y a su largo en el caso de los baos. Los momentos de flexión para la sobrequilla se hallan determinados en la curva de la fig. 15, relacionada al número longitudinal. Cuando el buque es mayor de 27 pies de manga, se le provee de longitudinales uno a cada lado de la quilla. El forro exterior del fondo entre plataformas deberá calcularse para soportar una presión igual al 50 o/o mas de la que se alcanza en el calado máximo, y para buques de travesía una presión igual al doble de la que se obtiene en calado máximo. El forro interior, en el caso de haberlo, soportará una presión del 25 o/o mas que la obtenida en calado máximo. Los costados, entre cuadernas, resistirán a una presión del 75 o/o de la obtenida en calado máximo; el castillo 60 o/o y el puente el 50 o/o. Las cubiertas entre baos, resistirán una presión del 35 o/o de la del calado máximo.

Los candeleros para soportar los baos y escotillas deberán resistir un peso de agua de 4.35 pies sobre la cubierta principal, y 2.85 pies sobre la cubierta de la superestructura. Los mamparos entonces resistirán un peso de agua de 3.35 pies de alto. Las barras de la armazón de las cubiertas y mamparos estaran revestidas con un espesor de concreto no menor de ¾ de pulgada, y los del refuerzo del pantoque de ¾ de pulgada por lo menos. En las partes en que las barras tengan que resistir presiones deberán espaciarse no mas de 15 diámetros una de otra. La vuelta de las barras serán entonces de 60 veces el diámetro. Soldar las barras solo se permitirá bajo permiso especial. Se proveerá a lo largo del costado del buque y encima de la línea de flotación en carga de una defensa sólida de made-

ra. Techos interiores o cielos razos y vágras de madera serán puestas en todo caso. Cuando las brazolas de las escotillas son de concreto, deberán entablarse o ser protegidas en cualquier otra forma contra los choques. La cuaderna de popa deberá ser del mismo tamaño de la usada en un buque de acero de iguales dimensiones.

El Registro Marítimo del Lloyd está preparado para dar una clasificación "*A*", clase experimental, a buques que ellos aprueben, y no hay duda que a su debido tiempo elaborarán las reglas necesarias, así como también la British Corporatión Registrv, Bureau Veritas, etc.

Tipos de buques adecuados.—El concreto armado es particularmente apropiado para buques costaneros, remolcadores de todos los tipos, buques de velas, buques de puerto y darsena, lanchones y chatas de todas clases, buques faros, lanchones para tender y levantar amuras, muelles flotantes, compuertas de diques, pontones, diques de carena y boyas. Con los remolcadores el peso es una ventaja especial, en lo que están acordes todos los constructores de esta clase de naves, porque ello les permite soportar el remolque bajo condiciones adversas, y cuando acoderan buques en las darsenas, reducen la escora del remolcador una vez que el cabo del remolque esta hecho firme. En los buques de vela y yachtes auxiliares, la costosa zapata de plomo y fierro puede suprimirse si el casco y la quilla son hechos de concreto. Buques petroleros pueden construirse de concreto reforzado para cargar cualquier clase de aceites hidro-carburados en sus tanques, y no hay razón porque no se ha de construír tanques verticales de concreto a los costados, para cargar este combustible. Los dobles fondos y los tanques laterales tienen la ventaja de incrementar el número de compartimientos estancos y por consiguiente también aumentar la seguridad de la nave. Los tanques de concreto, con excepción de aquellos hechos para otras exigencias, no deberán usarse para cargar ninguna clase de aceites que generen acidos libremente, como por ejemplo, aceites animales o vegetales, o también para cargar azucares y frutas, porque los acidos destruyen la cal del cemento y puede tener lugar su desinte-

gración. No existen objeciones para que el azúcar en sacos y la fruta en cajones etc., sean trasportadas por buques de concreto; pero siempre será sabio como medida de precaución lavar las sentinas por lo menos cada cierto número de meses.

Material de concreto.—El mejor concreto es aquel que esta formado de la mezcla mas densa y en el que su consideración principal es su poca permeabilidad. Para obtener la densidad necesaria, el cemento debe ser finamente reducido a polvo, el agregado cuidadosamente seleccionado, no muy grueso, y enteramente mezclado. Si el concreto es muy rico estará sujeto a grandes contracciones y requebrajaduras. Para obras de buques la mezcla estará constituída por cemento, arena y el agregado en proporciones usuales de 1:1½ en peso, sinembargo de que el autor prefiere especificar una mezcla de 1:3 graduando el agregado en malla desde ¼ de pulgada para abajo. El cemento generalmente usado es el de especificación Standar Británico, que da un residuo en una criba de 180 × 180 = 32.400 mallas por pulgada cuadrada, que no excede del 14%. Contra mas fino sea el cernído, será mejor; y como los manufactureros actualmente producen cemento en máquinas modernas, puede exigírseles con ventaja un residuo de 6 al 8% solamente. El punto principal es conseguir un concreto que no solamente sea fuerte, sino impenetrable al agua, porque de otra manera el armazón puede oxidarse y separar el concreto. La arena debe ser limpia y filuda para pasar por una criba de $^{3}/_{16}$" pulgadas cuadradas de malla; el grano de la arena debe variar regularmente entre grueso y fino sin que exista una gran proporción de cualquiera de los dos extremos. El agregado debe ser limpio de aristas afiladás y de dimensiones que puedan pasar por criba de ¼ de pulgada de malla y de ser retenido por criba de $^{5}/_{16}$ de pulgada. Si el agregado es grande, la homogeneidad, aun pisonándolo, no será tan perfecta como debiera ser. El mejor concreto será el que se obtenga de pedazos de granito triturado de ¼ de pulgada, desprovisto enteramente de polvo. Si no pudiera conseguirse granito triturado y tuviera que usarse cascajo,

se recurrirá a experimentos preliminares en seco llenando una medida con el cascajo y despues rellenando los intersticios con arena en la mayor cantidad que pueda contener la misma medida. Esto probablemente alcanzará al rededor de 35 o/o de arena. El 10 o/o mas de la cantidad determinada dará la verdadera proporción entre el cascajo y la arena. Guijarros lizos, como cantos rodados, no deberán usarse, sino pedernal o guijo quebrado que reune condiciones superiores.

En trabajos de la importancia como los de un buque de concreto, el contratista estará obligado a mezclar en cubos los materiales gruesos y finos en la proporción fijada, sin variaciones apreciables. Cuando estos materiales se hayan asentado y secado perfectamente se les pesara, mojándolos en seguida, para, a intervalos, volverlos a pesar humedecidos en las bateas de trabajo con el fin de apreciar cual de estas bateas absorve la menor cantidad de agua. El contratista tendrá presente que para usos ordinarios la batea cuya mezcla haya absorvido menor cantidad de agua será la mejor, tanto en poder de resistencia como en permeabilidad. Cuidado especial se tendrá para asegurarse de que los agregados a probar estén constituídos por muestras convenientes, y se prohibirá que se tome la piedra del canto de un rimero debido a que esto no constituye una verdadera muestra de todo el conjunto. Similarmente, cuando se mezcla el concreto que vá a colocarse en el buque, la piedra del agregado no deberá lampearse enteramente del canto inferior del rimero, porque este material siempre es mas grueso que el promediado.

Para enlucir o para fijar los varios accesorios de fierro, después que la estructura de concreto se haya fraguado, es mas conveniente usar una mezcla en partes iguales de cemento y arena que de cemento puro, porque éste último está expuesto a contraerse y desprenderse de la fábrica de fierro. Existen dos clases de resquebrajaduras que aparecen en el concreto, resquebrajaduras superficiales, y resquebrajaduras de asentar o de solidificación. Las primeras se forman por una telilla del concreto rico en cemento que consigue su paso a la superficie, o también cuando

la estructura de concreto es enlucida con cemento puro, constituyendo así una mezcla diferente de la del conjunto, con un coeficiente diferente de expansión y contracción. La última clase de agrietamientos son producidos por la diferencia de contracción del concreto en el aire, comparado con su contracción en el agua. El agrietamiento superficial se evita cuidando de que el agregado del concreto se acumule mas hacia la superficie, y el agrietamiento por contracción no descuidando la humedad del concreto durante la fragua. En la fig. E, se representa una curva de expansión y contracción de una mezcla en proporción 1 : 3, por la que se puede ver que la expansión líneal en agua decrece con la edad, mientras que la contracción lineal en el aire aumenta con la edad. Muestras de prueba de concreto deberán hacerse de la mezcla que se desea emplear, pisonada como se especifica para el trabajo, siendo suficientes hasta cuatro bloks de cada clase de mezcla, los que serán probados a los 28 días, debiendo aplicárseles paulatinamente la carga de compresión. Los resultados obtenidos del promedio de las resistencias a la compresión serán los que se adopten como tipo.

Material empleado en el armazón.—El acero en barras o varillas usualmente empleado es el empleado en los astilleros, es decir, es el acero dulce que resiste a la tensión de 28 a 32 toneladas por pulgada cuadrada, sinembargo algunos expertos en concreto armado prefieren aceros, con un distinto término medio de carbono, categoría de la que están descartados los aceros comunes, con una resistencia a la tensión de 35 a 45 toneladas por pulgada cuadrada, una contracción del área de fractura no menor del 45 o/o, y que puedan soportar un doblado en frío de 180° alrededor de un diámetro igual a dos veces el de la barra y sin fractura de la superficie de la porción doblada. Todas las barras deberán doblarse en frío, y cualquier signo de fragilidad en el proceso del doblado será suficiente para rechazarlas. Indudablemente es una sabia precaución el uso solamente de acero dulce laminado en secciones y planchas para la construcción de buques donde es necesario realizar dobleces en una gran cantidad y en el que los miembros princi-

pales son de tal tamaño que individualmente pasan a constituír unidades sobre las que reposa el todo de la seguridad del buque, de este modo si aparecen resquebrajaduras y tensiones interiores introducidos con el doblado de las barras, podrán fácilmente descubrirse. No existe en apariencia ningun riesgo en que el refuerzo lo constituyan barras de acero mediano, porque siendo en tamaños pequeños, no están sujetos a resquebrajarse ni a sufrir por las tensiones internas, y podrán usarse en multiple, de modo que si uno o mas o mas son defectuosos, en la combinación, el factor de seguridad será siempre una proteción adecuada; al mismo tiempo que insistiendo en el doblado de todas las barras en frío, cada barra individualmente será probada en la mesa de doblar, y por consiguiente cualquier agrietamiento o resquebrajadura será descubierta, lo que constituirá una confrontación cuyo carácter es de lo mas importante.

Detalles de la estructura. Fábrica con el concreto.— La envolturs de concreto sobre el armazón de acero debe ser mínima con el fin de reducir el peso de la estructura; pero al mismo tiempo deberá ser lo suficientemente fuerte para evitar que el concreto se parta bajo las fuerzas de torsión y otras a que todo buque esta sometido. Para el trabajo costero o de lajas se hallará necesario tener por lo menos un recubrimiento de 1½ pulgadas de concreto sobre todas las barras, pisos, cuadernas, y sobrequillas, y donde se usen barras grandes es prudente emplear una envoltura no menor de una pulgada de concreto, y aun sería conveniente de 1¼". La cubierta podría tener una terminación de granito, compuesta de granito lavado de ¼ de pulgada y cemento en proporción de 2½ : 1 puesto al mismo tiempo que el concreto y rociado con carborudun fino antes de que halla terminado de fraguar. Los mas recientes buques en construcción por el autor tienen una forma a cuadros en su última capa. Para un buque de 300 toneladas una costra o trabajo de laja de 3 pulgadas será suficiente; para uno de 500 toneladas 3½ pulgada, y para 1000 toneladas 4 pulgadas. En la fig. 9, se advierte el intento de rellenar un listón de cemento armado debajo de la

defensa de madera; este listón puede disponerse a intervalos de 10 pies aparte o continuado a todo el rededor del buque y a todo lo largo de la defensa,lo que viene a formar un refuerzo longitudinal externo que permitirá la reducción del trancanil interior. La ventaja del relleno es que la fuerza sobre el concreto debido a un fuerte golpe del buque y defensa, contra una estacada, boya, o muro de un muelle, puede amortiguarse. La sección y elevación longitudinal del buque costanero de 500 toneladas introduce varios rasgos nuevos. El buque apesar de tener 155 pies de eslora, 29'-6 de manga y un puntal de 13'-3", esta diseñado en el sistema longitudinal, teniendo las cuadernas espaciadas de 8 en 8 piés. El techado interior de las bodegas está adaptado trasversalmente en un buque de esta clase, las cuadernas, sobrequillas y longitudinales son ahuecados para reducir el peso, y la curvatura interior del forro facilita el uso de amoldadores de acero livianos que fácil y rápidamente se renuevan. Otro método de reducir el peso, es, como indica la fig. E.

Detalles de la estructura del casco, fábrica de acero y accesorios.—El codaste requiere consideración especial y y también su diseño, para asegurar un ajuste apropiado con el concreto, especialmente en las construcciones que tienen tubo en la popa. La fig. 2 ilustra la patente del autor para un peto de popa y codaste, su construcción en varias piezas no es sino una medida impuesta por la condición actual de la guerra y con el fin de reducir a un mínimun el trabajo de forja. En este diseño, se notará que las barras del refuerzo están bien conectadas a los ángulos y planchas. En la época presente apenas si tiene valor el hacer el timón de concreto, sinembargo de que esto es bastante factible para buques grandes; las mismas observaciones se tendrán en cuenta respecto de los palos. Un método que puede adoptarse para colocar las defensas, bitas y cáncamos, es vaciar en el concreto un tubo, roscado en su interior, y con uno de sus extremos achaflanado, que pueda fijarse por medio de pernos; sinembargo muchos accesorios como candeleros, bitas, escobenes, cornamusas pueden construirse con sus bases en forma de bulba o con

vuelta o derrame de manera poderlas vaciar en su sitio en el concreto, y por consiguiente suprimir los pernos y otros adminículos. Si este método es empleado, también será bueno usar accesorios de fundición maleable o de fierro dulce para evitar roturas. Las conecciones de mamparos, escobenes, gateras, batiportas, imbornales y bombas de cubierta son colocados en posición antes que el concreto se haya solidificado, y por consiguiente practicamente no cuesta nada el ponerlos. Las planchas para hacer firme los olenques pueden fijarse por medio de pernos, sinembargo de que estas planchas introducidas en el concreto y amarradas al refuerzo serían a no dudarlo mejor. La camarotería de madera es mas conveniente en estas primeras épocas, pero a no dudarlo esta será hecha de concreto mas tarde.

Andamiada de moldear.—El método general de construcción reconocido es el de fraguar el concreto en moldes, siendo conocidos estos moldes con los nombres de "shuttering", "centering", "frame work", "false work", "forun work", "moulds", etc. En la época presente el andamiaje es de madera, pero a medida que los procedimientos de estandarisación avancen, no hay duda de que se usarán otros materiales. Tablas planas, espigadas y acanaladas, son de uso necesarios para obtener una superficie liza y nítida de la obra del concreto. Algunos constructores han empleado simples tablones, sin acanalarlos o espigarlos, con el resultado de que el concreto los ha separado y la superficie ha tomado una forma desigual y deforme. Para fabricar un número crecido de buques del mismo tipo, será mas económico, aun en la época presente, usar moldes de fundición de fierro. Los moldes de acero aprensado tendrán la ventaja de su poco peso, portabilidad y durabilidad; pero existe la dificultad de inducir a las autoridades a sancionar el empleo del acero para este objeto. De aquí que solo existe la posibilidad de emplear esta clase de andamiado de moldear únicamente para los dobles fondos y para otras partes del buque donde se requiera manipular con facilidad los moldes pesados. Al diseñar el armazón de un molde, deberá calcularse la presión del concreto húmedo como si fuera la de un líquido de su propio peso y para una

altura igual a la del concreto antes de asentar. Solo se consentirá un alabeo de $\frac{1}{360}$ del tramo del bao en la fábrica horizontal, haciéndose con frecuencia un cuidadoso examen para cerciorarse de que las tablas de los moldes no están fuera de sitio antes que el concreto haya fraguado. Los moldes deberán mojarse bien para cerrar los poros, antes que el concreto solidifique; algunos prefieren protejer la madera con una capa de pintura de cal o de una capa lijera de cera parafinada, porque esto aparte de que proteje la madera, deja al concreto limpio en los contactos durante el centrado. El desarreglo de los moldes no debe llevarse a efecto sino después que el concreto haya asentado completamente endureciéndose, debiendo dejarse los soportes de madera del fondo por lo menos tres semanas, exceptuando el tiempo de heladas.

Construcción de la nave.—La mejor localidad para construir buques de concreto es aquella parte del país donde el clima sea cálido y húmedo; y el sitio ideal es aquel en que el terreno y canto de playa son firmes y duros, a fin de que la construcción pueda llevarse a cabo sin necesidad de zampeado o cualquier otra preparación costosa y que el lanzamiento del buque se haga por simple deslizamiento. Es bueno recordar que existen muy pocos sitios apropiados para la construcción de buques de concreto armado, que no requieran el zampeado u otros métodos costosos de preparación de las gradas que aseguren la carencia de deterioros durante la construcción y lanzamiento, o de que tenga que recurrir a gradas de cemento y balzas de concreto. Para evitar el que se deformen los buques de concreto durante su construcción y para lanzarlos sin temor a que se fracturen, se requieren cuidados excepcionales. El lanzamiento de costado parece que gana adherentes que el mas usual de popa. El costo empleado en preparar el canto de playa o muelles para el lanzamiento de costado será casi tan grande como el de preparar gradas de construcción.

Es una medida conveniente el construir tres o cuatro graderías de construcción por cada grada de lanzamiento,

haciéndo el declive de esta última de 1½ pulgadas por cada pié, pero para los primeros será de un poco menos de inclinación. También es muy conveniente el que las gradas de construcción esten guarecidas de la inclemencia del tiempo, lluvias etc. para lo que se les proveerá de techado *adhoc* y si fuese posible de un corbetizo con paredes que protejan la construcción hasta de las heladas. Se usará para buques hasta de 500 toneladas de un mezclador de concreto de ¾ de yarda que esté movido por un motor, y un mezclador mas grande o dos de las dimensiones indicadas, para la construcción de buques de un mayor tonelaje. El mezclador debe situarse cerca del lugar de trabajo y proveérsele de un arreglo especial para sacar de debajo de él por medio de carros, carretillas o carretas, la mezcla de concreto desde que durante la fragua es necesario mezclar una nueva carga cada tres minutos. El agua para el uso del mezclador deberá estar situada encima de éste. Los depósitos deberán almacenarse debajo de un corbetizo y en lugar seco, estando sus fondos bien por encima del piso y separados de las paredes y entre ellos para asegurar su sequedad hasta el momento de emplearlo. La arena y el agregado de piedra deben almacenarse cerca de los depósitos de cemento. Las barras de acero para el refuerzo deberán pedirse a las fabricas del tamaño exacto que se requiera para evitar los fragmentos y desperdicios.

Construcción.—La mano de obra debe ser de lo mejor, y superior a cualquier otro trabajo de hormigón en tierra debiendo protegerse el concreto de las heladas y de las lluvias; la fábrica debe suspenderse siempre que la temperatura baje de 35° F (2°C). Las varillas de $^3/_{16}$" y de ¼", así como las de mayores dimensiones, deberán comprarse rectas y en haces; algunas veces se obtienen en rollos, pero esto requiere el enderezarlas con una máquina de mano. Si las varillas se hallan muy dobladas requieren ponerlas al fuego para enderezarlas, pero para doblarlas al ponerlas en la armazón se hará el dobléz en frío. No importa que las barras esten ligeramente oxidadas, pero eso sí deberán estar libres de pintura, grasa, costras de oxidación, suciedad o cualquier otra subtancia extraña. Un vez

en su sitio las barras del refuerzo y el andamiado de moldes, se colocarán pequeños bloques de concreto de distancia en distancia. Para las cuadernas, baos v candeleros etc, es aconsejable el que los bloques tengan una canal larga con una pequeña hendidura para cada barra, de manera que cualquier diámetro de barra sea usado. Todos los bloques estarán provistos de huecos de manera de pasarles alambres para amarrarlos en el lugar designado. Será necesario mezclar el concreto completamente con máquina en cantidades que puedan usarse inmediatamente, debiendo empleársele tan pronto como sea posible después de mezclado, porque el cemento comienza a asentarse inmediatamente que se le reune con el agua; bajo ningún pretesto se volverá a mezclar una masa de concreto que ya se ha asentado para ser usado nuevamente. Cada sección deberá completarse de una sola operación. Al hacer la mezcla deberá emplearse agua limpia y clara. Algunos constructores creen que la verdadera consistencia del concreto es la de un estado mollar; es decir, que cuando se le saca fuera de la batea no deberá correr ni fluir, pero sí podrá pisonársele facilmente con una herramienta de atacar; otros, que si los moldes son hechos para una altura de 5 pies y usados de un solo golpe, el concreto deberá vertirse en ellos en estado líquido sin pisonarlo, agitándose los moldes o haciéndolos vibrar. Este último método de construír en piezas de 5 pies a un mismo tiempo no es aconsejable para construcción de buques. El espesor del concreto que deberá pisonarse no excederá de 4" a 5". Si aparecieran grietas o hendiduras por defecto de construcción se suspenderá el echar mas concreto debiendo mojarse bien la superficie agrietada y rellenados los desperfectos con un mortero de cemento, es decir, arena y cemento mezclados en la proporción 1:1.

Cuando los trabajos de una sección en construcción

sean suspendidos o durante las horas de comidas, la superficie del concreto deberá hacerse áspera y arrugada por medio de un atacador o cualquiera otra herramienta, prefiriendo algunos hacer una acanaladura longitudinal. Antes de continuar adelante las operaciones deberá mojarse bien la superficie y untarla con una capa de ½" de mortero de cemento para asegurar una buena union. La eficiencia del trabajo depende grandemente del cuidado que se tenga durante la fragua, y tanto como fuera posible sería mejor un trabajo continuado, a fin de asegurar la homogeneidad. Al pisonar el concreto, lo que debe ser hecho enteramente para incrementar la impermeabilidad al agua, debe tenerse cuidado de no desplazar las barras del refuerzo. El pisonado es también necesario para conseguir una buena adhesión a las barras. Para conseguir una superficie liza, ademas de agitar los moldes durante el endurecimiento del concreto, se untará la superficie con una ligera capa de cemento en la proporción 1:1 que rellene los interticios, y una vez seco se le pulirá con un bloque de carburumdum. También se emplean bruñidores de concreto movidos eléctricamente; estas máquinas podrán obtener un rendimiento de 50 a 70 pies cuadrados por hora, después que todos los huecos hayan sido rellenados.

El mecanismo Americano llamado "cañón de cemento" es usado algunas veces para aplicar el concreto. El mortero se coloca en una cámara alta, estando cerrada la válvula del fondo de esta cámara; cuando ésta se llena se cierra la válvula de arriba y se abre la del fondo de modo que el concreto cae en la cámara baja. Cuando la cámara alta se vacía se le vuelve a llenar inmediatamente de manera que el suministro de concreto al pistón es contínuo. El aire comprimido es provisto por una compresora, a la presión de 50 libras por pulgada cuadrada en la primera capa o trabajo tosco, y 40 lbs. para la capa final; la provi-

sión de agua en la cámara baja es suministrada a una presión de 20 lbs, mas alta que la del aire. Opinan algunos que por medio de este sistema se suprime el molde de madera y el andamiaje respectivo siendo la construcción del buque mucho mas rápida; sin embargo estas opiniones no han llegado a probar su bondad en la construcción de buques y apesar de todo, el sistema no parece que será adoptado en este país, excepto en botes de pequeñas dimensiones.

Lanzamiento.—Los diseñadores y constructores tienen razón en sentirse inquietos por los riesgos del lanzamiento una vez llegado el final de la construcción. Existen usualmente tres métodos de lanzamiento :*a*. Fabricar dentro de un dique, flotando la construcción una vez terminada; *b*. lanzar por el sistema ordinario de proa a popa; y *c*. lanzamiento de costado. La condición ideal sería la de construír un buque de concreto armado dentro de un dique seco y luego hacerlo flotar llenando el dique de agua por el método usual; en esas condiciones también se podría inundar al buque de agua para endurecer el concreto. La objeción respecto a poder adoptar este método sería la imposibilidad de conseguir que los diques secos se dedicaran a este fin, desde que ellos rinden mayores ganancias dedicándose a la carena y reparación de los buques, y porque en el caso de que fuera posible obtener el uso de un dique por algunos meses el costo sería practicamente prohitivo. El segundo método es el de lanzamiento de popa,como se hace con el 97% de las construcciones de acero. Las tensiones que entonces tiene que soportar el buque al entrar al agua en declive y con una velocidad considerable son probablemente mayores que cualquiera otra tensión a que puede llegar a estar sometido durante una travesía por mares procelosos; y para dismimuír los riesgos de fractura será conveniente permitir un período de uno o dos

fianza y mientras las sociedades clasificadoras no puedan otorgarles una clase apropiada. Los buques de concreto, con el tiempo, no hay duda que alcanzarán confianza y seguridad en sus condiciones para ejecutar travesías por el oceano, soportándo los choques de mar y su embate con las olas, así también demostrarán ser mas serias que en los buques de acero,las averías por colisión. Si esto llega a ser así ellos constituíran una novedad por muchos años mas; y para los usos de río y puerto, por un período mas largo, apesar de la gran desventaja que implica su mayor peso. De un modo general, el futuro inmediato para buques de concreto armado parece ser una realidad muy alagadora, y como resultado de las muchas experiencias y construcciones que se hacen en la actualidad en todo el mundo, especialmente en las Islas Británicas, se harán grandes adelantos a medida que se gane en experiencia; el peso excesivo será reducido entonces, y la utilidad y rendimiento del buque aumentarán considerablemente. Las limitaciones impuestas en escritos de esta naturaleza no permiten la descripción de los detalles mas importantes de tipos especiales de buques de concreto armado que urgentemente necesita este país, tales como naves de travesía, remolcadores de río, chatas y lanchones, buques para canales y costaneros etc. y de los problemas que hay que abordar en su diseño y construcción. Qiuen sabe si se presente la oportunidad para discutir en un escrito posterior, los variados problemas especiales referentes a esta clase de construcciones.



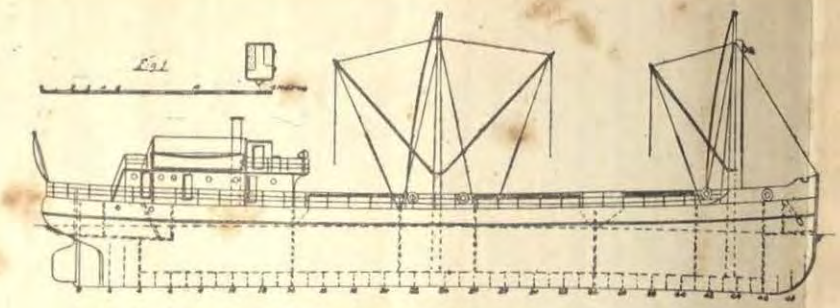


Fig.1
Fig.2
C.F.D.

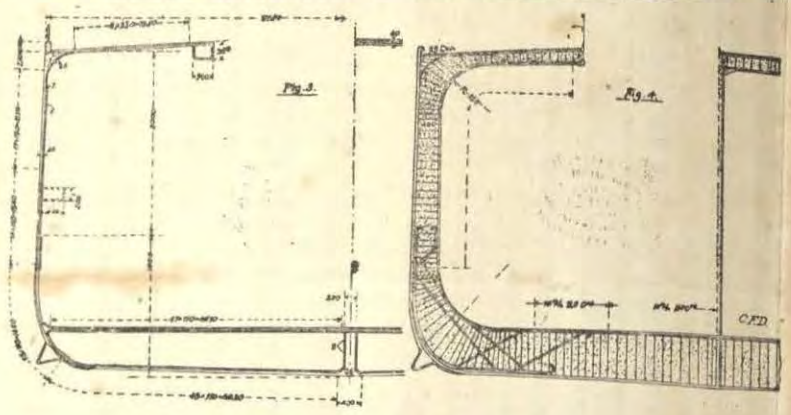


Fig.3.
Fig.4.
C.F.D.

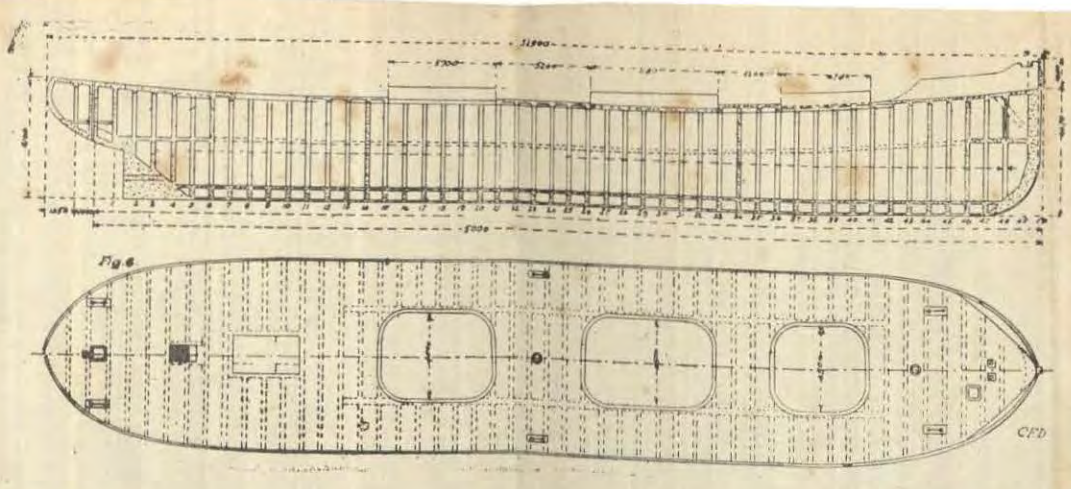


Fig.6
C.F.D.

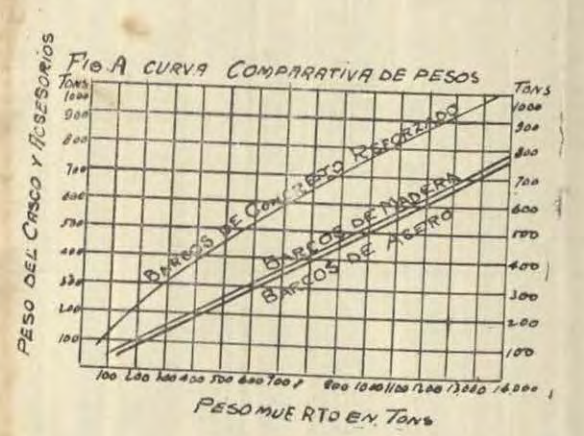


Fig.A CURVA COMPARATIVA DE PESOS
PESO DEL CASCO Y ACCESORIOS
BARCOS DE CONCRETO REFORZADO
BARCOS DE MADERA
BARCOS DE ACERO
PESO MUERTO EN TONS

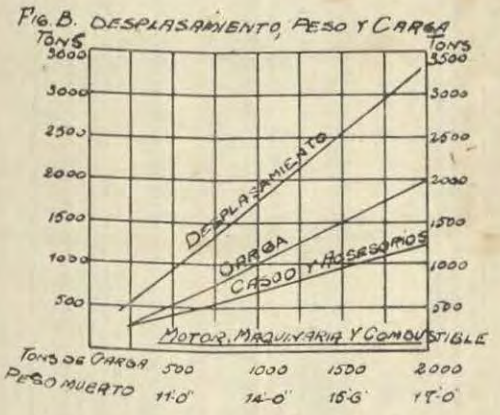


Fig.B. DESPLAZAMIENTO, PESO Y CARGA
DESPLAZAMIENTO
CARGA
CASCO Y ACCESORIOS
MOTOR, MAQUINARIA Y COMBUSTIBLE
TONS DE CARGA 500 1000 1500 2000
PESO MUERTO 11'-0" 14'-0" 15'-6" 17'-0"

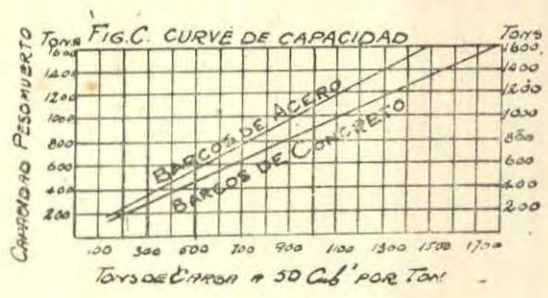


Fig.C. CURVE DE CAPACIDAD
CARGA DO PESO MUERTO
BARCOS DE ACERO
BARCOS DE CONCRETO
TONS DE CARGA @ 50 Cub' POR TON

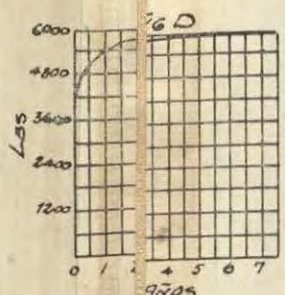


Fig.D
AÑOS
PRUEBA DE COMPRESIÓN

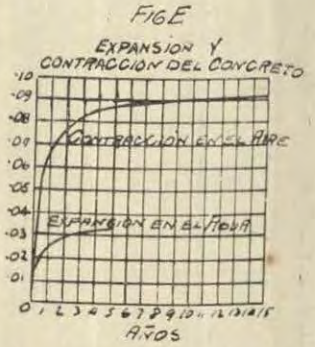


Fig.E
EXPANSION Y CONTRACCION DEL CONCRETO
CONTRACCION EN EL AIRE
EXPANSION EN EL AGUA
AÑOS

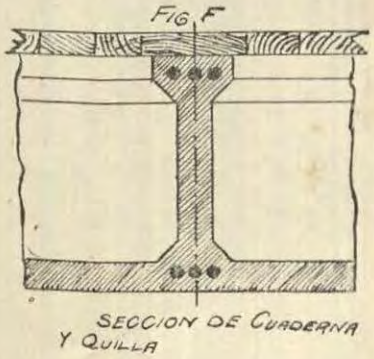


Fig.F
SECCION DE CUADERNA Y QUILLA

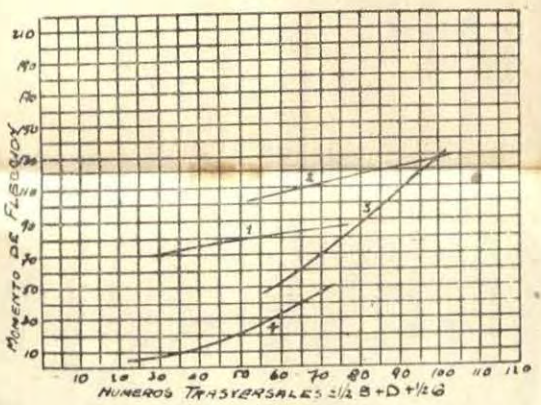


Fig.12
MOMENTO DE FLEXION
NUMEROS TRANSVERSALES = 1/2 B + D + 1/2 G

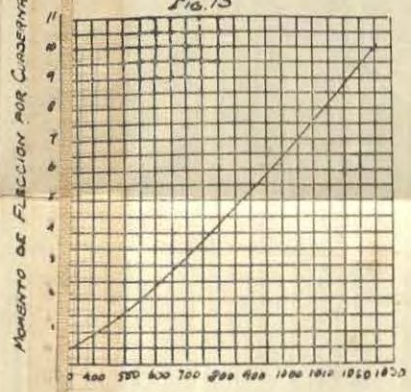


Fig.13
MOMENTO DE FLEXION POR CUADERNA

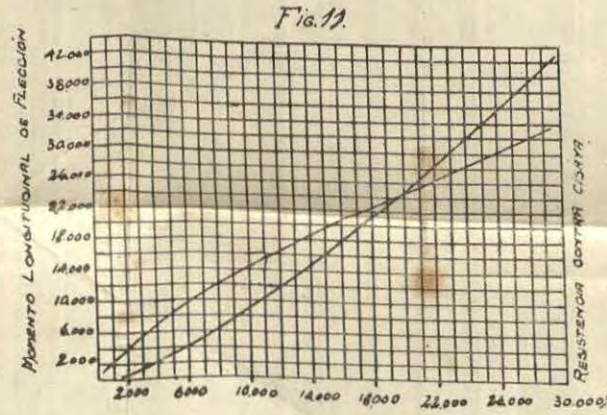


Fig.11.
MOMENTO LONGITUDINAL DE FLEXION
RESISTENCIA CONTRA CIZALLA

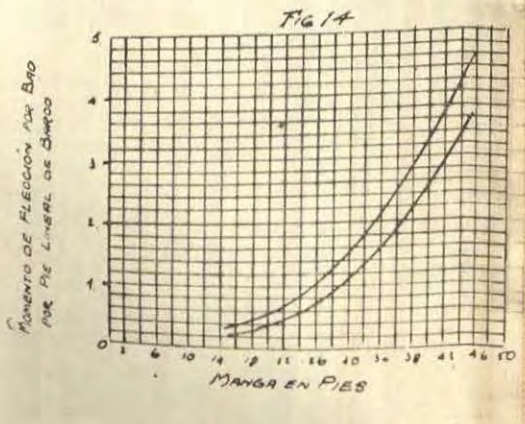


Fig.14
MOMENTO DE FLEXION POR BAO POR PIE LINEAL DE BARCO
MANGA EN PIES

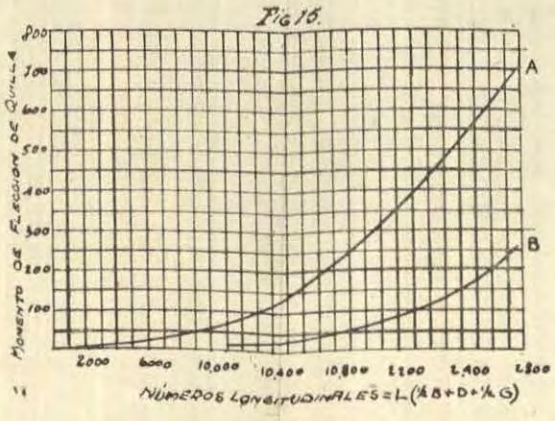
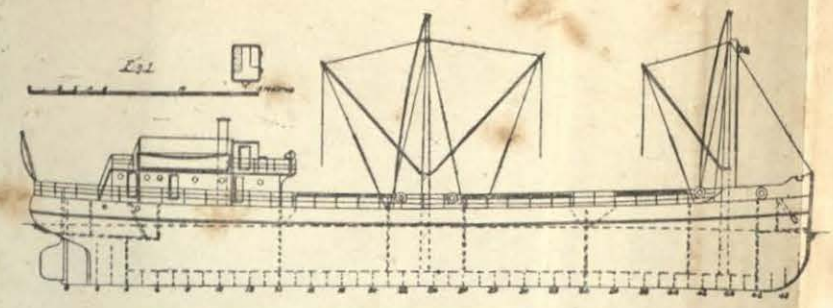
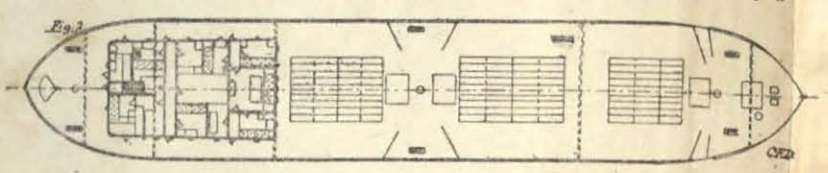
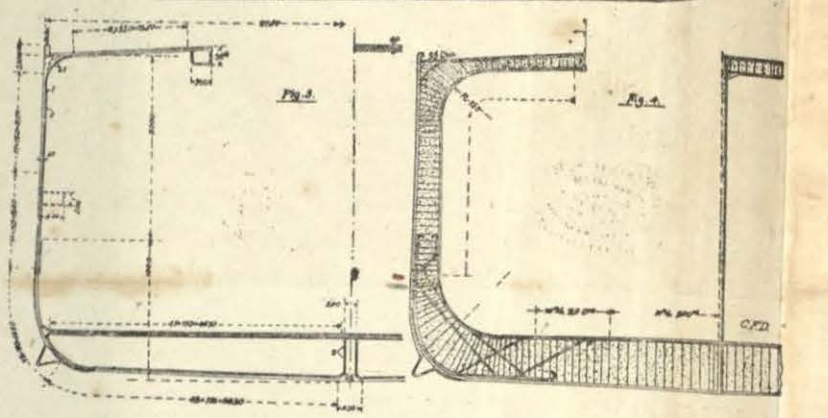


Fig.15.
MOMENTO DE FLEXION DE QUILLA
A
B
NUMEROS LONGITUDINALES = L (1/2 B + D + 1/2 G)







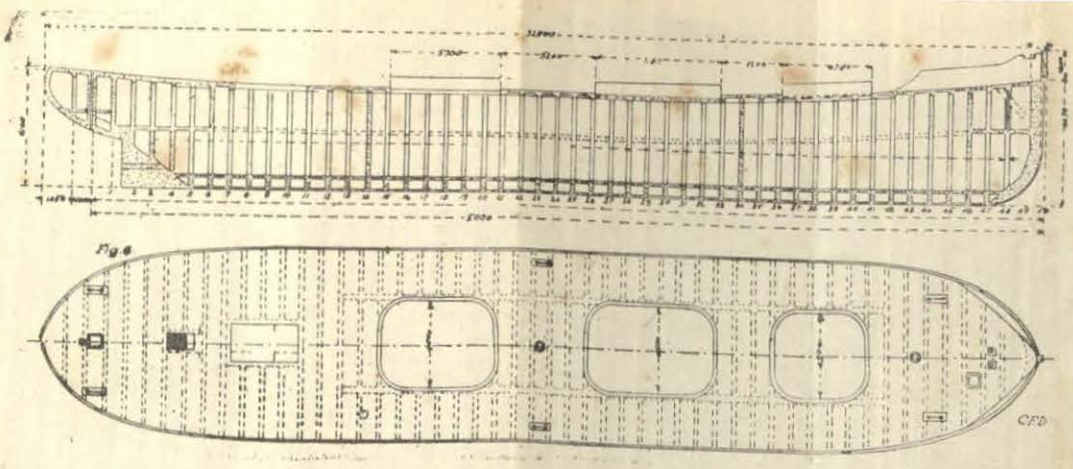


FIG. A CURVA COMPARATIVA DE PESOS

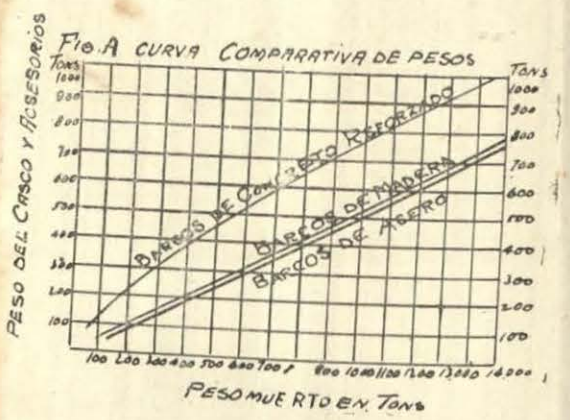


FIG. B. DESPLAZAMIENTO, PESO Y CARGA

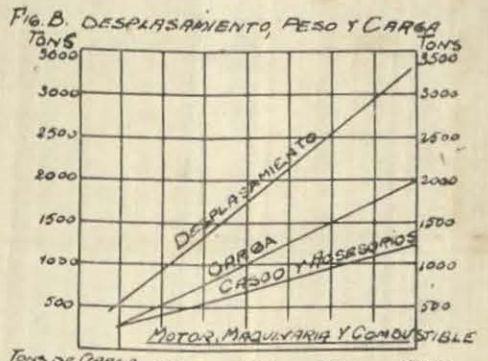


FIG. C. CURVE DE CAPACIDAD

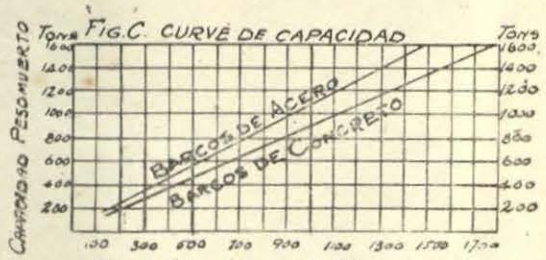
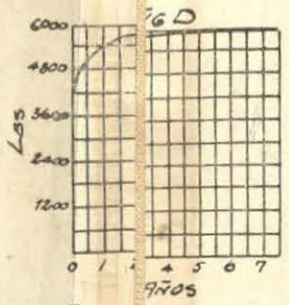


FIG D



PRUEBA DE COMPRESIÓN

FIG E

EXPANSION Y CONTRACCION DEL CONCRETO

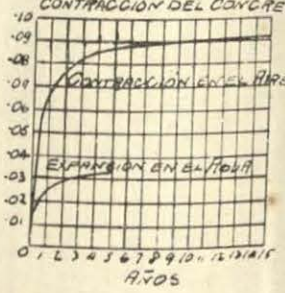
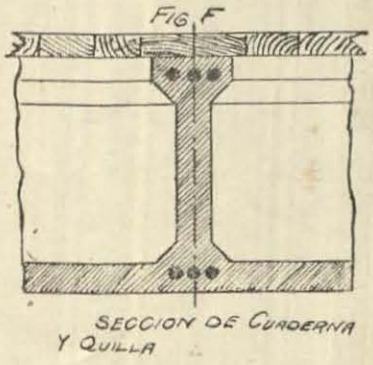


FIG F



SECCION DE CUADERNA Y QUILLA

FIG. 12

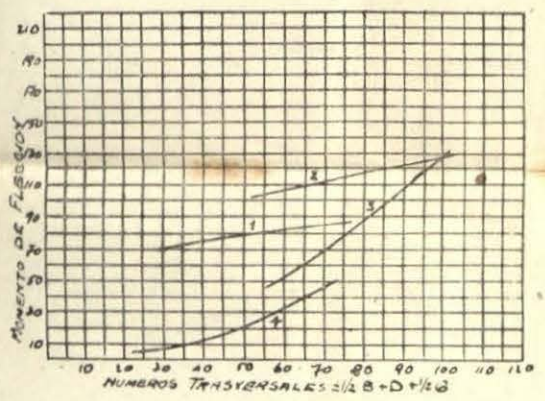


FIG. 13

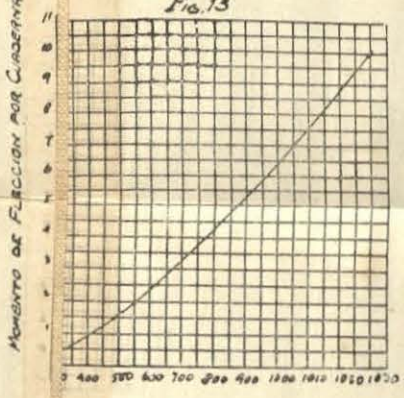


FIG. 11.

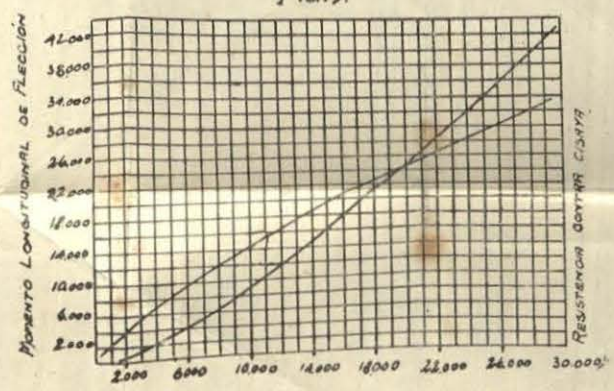


FIG. 14

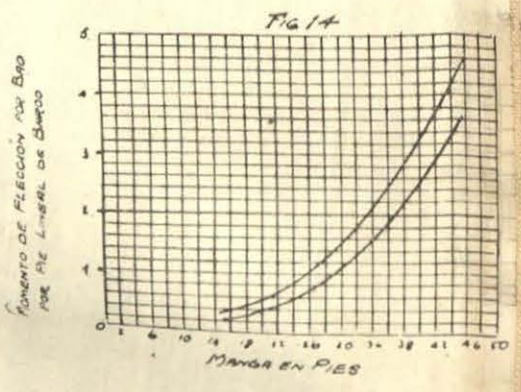
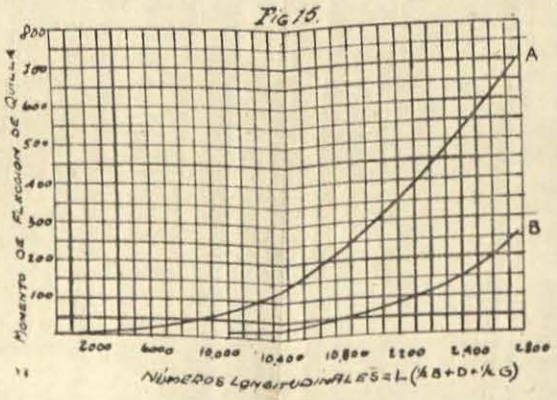


FIG. 15.



APARATOS DESTILATORIOS EMPLEADOS A BORDO

EVAPORADORAS

1.—Consideraciones.—Las necesidades de la tripulación en los grandes viajes y las exigencias de las modernas instalaciones hacen preciso emplear a bordo una gran cantidad de agua dulce.

Así por ejemplo en la actualidad para realizar la alimentación de las calderas se hace imprescindible el empleo de agua pura, exenta de impurezas. El agua de mar, salvo el caso de fuerza mayor, está excluída de ser empleada para la producción de vapor en los generadores, tanto por las reacciones químicas a que da lugar, como por los depósitos salinos a que origina en la superficie de calefacción y la disminución consiguiente en la trasmisión de calor.

Y aunque es verdad que la máquina posee un condensador o condensadores de superficie que tienen por misión licuar el vapor después que ha evolucionado en los cilindros o turbinas, según las máquinas, para que el agua así obtenida sea devuelta a las calderas para reponer la extraída en forma de vapor; en la práctica el peso devuelto es menor que el extraído de las calderas porque en el ciclo que realiza este fluído se efectúan distintas pérdidas debidas a las fugas por los grifos, prensaestopas, etc; y a la larga, estas pérdidas que tomadas aisladamente parecen sin importancia, constituyen en conjunto una merma notable en el líquido contenido en los generadores que es necesario reponer inmediatamente.

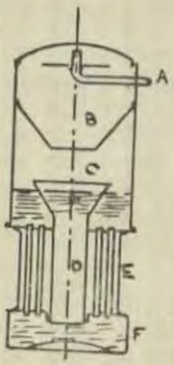


Fig. 1

Los aparatos instalados a bordo de los buques y que están destinados a producir el agua por destilación del agua de mar se designan con el nombre de *aparatos destilatorios* y comprenden una o más *evaporadoras* y un *condensador* o *refrigerante* todos provistos, como es natural, de los aparatos accesorios y auxiliares correspondientes.

En principio, las evaporadoras comprenden, como se ve en la fig. 1, una cámara de caldeo en donde se introduce el vapor que viene de la caldera o del reservorio intermediario del cilindro de media presión, y de una cámara de vaporización que contiene y recibe una alimentación de agua de mar.

Una y otra cámara son estancas. La cámara de caldeo está constituída por un haz tubular, cuyos elementos bañados por el agua contenida en el aparato están envueltos en la cara opuesta por el vapor que circula y que sirve para el caldeo.

Al contacto de las paredes de los tubos y que constituyen la superficie de caldeo, el vapor se condensa, cede parte de su calor, el agua de mar se vaporiza y el vapor producido se dirige al refrigerante en donde se condensa transformándose en agua dulce.

Cuando las instalaciones son grandes, algunas veces, el vapor producido en la *evaporadora* pasa a otro de estos aparatos, en donde sirve de vapor de caldeo originando una nueva vaporización, aún más este vapor puede pasar a una tercera evaporadora y finalmente, el vapor producido en este último aparato se dirige al refrigerante. Se tiene así las evaporadoras conjugadas, que se llaman de *doble efecto* cuando son dos ligadas del modo que acabamos de indicar, y de *triple efecto* cuando son tres. Salta a la vista, que semejantes instalaciones solo son empleadas por ser más económicas que las evaporadoras simples.

2.—Clasificación de las evaporadoras. — Las evaporadoras se pueden clasificar de tres maneras:

1º. Según que el vapor empleado para el caldeo pase por el interior o exterior de los tubos.

2º. Por la forma del haz tubular que puede estar constituído por tubos rectos o en forma de serpentín, siendo esta última disposición la más generalizada.

3º. Por la disposición general del aparato que puede estar constituído por evaporadoras independientes unas de las otras, o también dispuesta en varios cuerpos vaporizadores en los que uno aprovecha como vapor de caldeo el vapor que produce la anterior. En el primer caso se tiene la *evaporadora simple* y en la otra la *evaporadora a efecto múltiple o conjugada.*

4º. Una otra clasificación sería según que el sistema de caldeo fuese por carbón o por vapor tomado de los generadores, siendo este último el solo procedimiento empleado.

3. — Consideraciones sobre la necesidad que existe a bordo de disponer de agua dulce para reparar el consumo debido a las pérdidas que se realizan durante el funcionamiento de las máquinas y calderas.—Si se considera teóricamente el funcionamiento de una máquina de vapor con condensación, se tendría que todo el

vapor salido de las calderas y que se emplea para su funcionamiento es, después que evoluciona, condensado y devuelto íntegramente así en el estado líquido a los generadores para ser nuevamente vaporizado; pero en la práctica, semejante cosa es imposible, debido a causas que es imposible hacer desaparecer por completo y que son la falta de estanquedad absoluta en las canalizaciones, prensa-estopas de los vástagos de los distribuídores, émbolos de los cilindros de vapor, cuerpos de bomba, etc.

Teniendo presente lo que acabamos de decir nos damos cuenta, que el peso del agua que envían a las calderas las bombas de alimentación de las máquinas en un tiempo dado, es inferior en peso, a la cantidad de vapor que en el mismo tiempo reciben dichas máquinas para su funcionamiento.

Se tiene por lo tanto, una diferencia entre el peso del vapor recibido y el del agua que devuelve la máquina a los generadores, la cual es igual a la suma de todas las pérdidas realizadas en el mismo tiempo. Estas pérdidas son de tal naturaleza que después de cierto tiempo acabarían por agotar el líquido contenido por las calderas, siendo preciso, para evitar que semejante cosa se realice, reponerlo gradualmente a su debido tiempo.

Reflexionando sobre las consideraciones que acabamos de hacer, y teniendo en cuenta que el agua que se emplee entonces en la alimentación, tiene que ser lo más pura posible, veremos que nos encontramos ante un problema de importancia capital, que debe resolverse a bordo convenientemente, puesto que de lo contrario, el radio de acción del buque queda limitado, tanto desde que carezca de agua dulce, como desde cuando falta carbón o lubricantes.

La instalación de tanques de agua dulce no basta, y son las evaporadoras las que resuelven el problema con la condición de que en su funcionamiento den una producción efectiva igual a las pérdidas realizadas.

A más de las pérdidas de agua dulce ocasionadas por las fugas que se realizan en las diversas partes del aparato motor, debe agregarse, como hemos dicho ya, el agua necesaria a la dotación que se debe contar a razón de 16 litros por individuo o por día.

4.—Relación entre las pérdidas de agua dulce y la cantidad de carbón quemado.—El método de apreciación más sencillo de las pérdidas de agua dulce consiste en medirlas con relación a cada tonelada de carbón quemado. También estas pérdidas se relacionan por caballo y hora, tomándose a razón de $0.^{litro}2$ por caballo y por hora.

Los ensayos hechos en la Marina inglesa dieron 185 litros de pérdida por tonelada de carbón quemada, que condiciones de buena estanquedad en las juntas y prensa-estopas permiten reducir.

No existe, pues una cifra única que precise la relación a que

nos estamos refiriendo, por cuanto las fugas depende de las condiciones de impermeabilidad que existen en las máquinas y generadores.

En la Marina de Guerra Francesa se prescribe que las evaporadoras deben producir 4.000 litros de agua por cada 1000 caballos, cada 24 horas, es decir $\frac{4000}{1000 \times 24}$ o sea $^1/_6$ de litro por caballo y por hora; valor que es aumentado en otras marinas hasta ser igual a $^1/_5$ de litro.

Teniendo en cuenta lo que acabamos de indicar, la instalación de evaporadoras a bordo deberá ser hecha de modo tal que pueda en todo momento bastar para reponer las pérdidas por fugas y las que corresponden a los usos del personal.

Las cifras que acabamos de indicar, volvemos a decirlo, las dá la práctica y por lo tanto no son definitivas.

Si ahora consideramos el crucero "Grau" y suponemos que navegue a 15 nudos, velocidad para la cual según las curvas de establecimiento de sus máquinas, éstas deben desarrollar una potencia de 3500 caballos, con un consumo de 0 *k* 700 de carbón por caballo y por hora, y suponemos que dicho buque navegue hasta que se le agote la existencia de combustible que es de 500 toneladas, tendremos que el tiempo *t* de funcionamiento de las máquinas estará dado por

$$t = \frac{500.000}{3.500 \times 0'7 \times 24} = 8 \text{ días. } 52 \text{ aprox.}$$

Admitamos, aunque no es cierto, que en este consumo están incluídos los que corresponden a los distintos servicios auxiliares de las máquinas.

Si ahora suponemos que las pérdidas de agua correspondan a $^1/_6$ de litro por caballo y hora, la pérdida horaria será

$$^1/_6 \times 3500$$

la correspondiente a un día serían

$$^1/_6 \times 24 \times 3500$$

y las que se realicen en los 8'52 días serían

$$C = ^1/_6 \times 24 \times 8'52 \times 3500 = 119.^{\text{tons}}280$$

Y como la dotación del referido buque está compuesta de 250

hombres, y cada uno de estos debe consumir diariamente 16 litros de agua, el consumo c que originarán en el tiempo indicado será

$$c = 250 \times 16 \times 8'52 = 34.^{\text{tons}}080$$

El consumo total, C_t en ese tiempo será pues,

$$C_t = C + c = 119.^{\text{tons}}280 + 34.080 = 153.^{\text{tons}}360$$

Ahora como las evaporadoras en este crucero dan trabajando a toda potencia, 60 toneladas de agua, el tiempo total que tendrían que trabajar en esas condiciones estará dado por

$$t' = \frac{153'360}{60} = 2.^{\text{días}}556$$

o lo que es lo mismo diariamente tendrían que funcionar

$$\frac{2.556}{8.520} \times 24 = 7.^{\text{horas}}2$$

a fin de producir las 18 toneladas a que equivaldría el consumo.

5.—Potencia de una evaporadora.—Se entiende por potencia de una evaporadora la producción de agua dulce de este aparato cada veinte y cuatro horas. Si el aparato destilatorio está constituído por dos o tres evaporadoras conjugadas, queda sobreentendido que su potencia es el total de agua dulce producida por todas las evaporadoras.

Si ahora consideramos una evaporadora cualquiera, la cantidad de calor que atraviesa su superficie de calefacción estará dada por

$$Q = S.\ C\ (t - t')$$

expresión en la cual Q representa el número de calorías que atraviesan la superficie de caldeo S en la unidad de tiempo, t la temperatura del vapor de caldeo, t' la temperatura del agua que se trata de vaporizar y C, un coeficiente de trasmisión correspondiente al material y espesor de la superficie de calefacción; de modo, que si se admite que λ es el calor total de vaporización por kilo-

gramo del agua de mar tomada a la temperatura t', tendremos que el peso P de agua vaporizada en la unidad de tiempo tendrá por valor

$$P = \frac{Q}{\lambda} = \frac{S.\ C(t-t')}{\lambda}$$

La consideración de la expresión anterior nos permite decir, que en principio la producción de una evaporadora depende de su superficie S de caldeo y del mayor valor que podamos dar a la diferencia $t-t'$ de temperaturas. Como dada una instalación el valor S es constante, para aumentar la producción debe aumentarse el valor de la diferencia $t-t'$; este aumento puede obtenerse de dos maneras, bien elevando la presión y por consiguiente elevando la temperatura del vapor de caldeo o también haciendo descender la temperatura del vapor producido. Teóricamente es posible obtener una gran diferencia de temperaturas; pero en la práctica este valor no puede pasar de cierto límite.

En efecto, esta diferencia no puede exceder de 30° porque entonces la ebullición es muy activa, dando lugar a que el vapor que se forma arrastre consigo gotas de agua de mar.

Es para evitar esto que la diferencia $t-t'$ no puede ser grande, debiéndose exigir, que las sales en disolución que contenga el agua evaporada no sean en peso mayores de 0.gr3 por litro.

El coeficiente C de trasmisión corresponde a la naturaleza del material de que está hecho y solo vendrá a tener alteración desde el momento en que cuerpos extraños, como son las sales del agua que se vaporiza, se depositen sobre la superficie de caldeo disminuyendo su conductibilidad.

Si ahora lo que acabamos de decir con respecto a una evaporadora simple refiriéndonos a la diferencia $t-t'$ se mantiene constante en una evaporadora de doble o triple efecto, el aparato así considerado no presentaría ninguna superioridad de potencia con respeto a una evaporadora simple que tenga la misma superficie de caldeo.

En efecto en la evaporadora simple la cantidad de calor Q estaría dada por

$$Q = S\ C\ (t-t')$$

y si por ejemplo consideramos una evaporadora de doble efecto, cuya superficie de caldeo en sus dos cuerpos sea $2\ S' = S$, si el material es el mismo, la cantidad de calor que se trasmite en cada

cuerpo será $\frac{Q}{2} = Q'$, de modo que se puede escribir para el primer cuerpo de la evaporadora

$$\frac{Q}{2} = Q' = \frac{S\ C\ (t-t')}{2}$$

y para el segundo

$$\frac{Q}{2} = Q' = \frac{S\ C\ (t-t')}{2}$$

Por consiguiente

$$Q = 2\ Q' = S\ C\ (t-t')$$

De esta manera se tendría, que a igual diferencia $t-t'$ de temperaturas, una evaporadora de doble efecto no aventaja en potencia a la de simple efecto, y por el contrario presenta los inconvenientes de ocupar más espacio, tener mayor peso y ser su costo más elevado. Igual cosa podría decirse, si en idénticas condiciones consideramos una evaporadora de triple efecto. Pero la evaporadora doble, lo mismo que la de triple efecto, permite, sin emplear mayor cantidad de vapor, establecer en cada cuerpo una diferencia $t'-t''$ igual o mayor de $20^{o}\,C$; lo que da como resultado una diferencia igual o mayor de 40°, que permite obtener una cantidad de agua mayor que la producida por una evaporadora única.

Eso sí, hay que tener en cuenta, que las ventajas que se obtienen con una instalación doble o triple, disminuyen en mucho después de algunas horas de trabajo de los aparatos, como consecuencia de los depósitos salinos que se forman sobre las superficies de caldeo.

Para explicarnos la formación de estos depósitos, supongamos una evaporadora de doble efecto en la cual el vapor de caldeo ingresa a una temperatura de 160°, por ejemplo, cosa muy cierta en la práctica, si en cada cuerpo suponemos una diferencia $(t'-t'') = 20^{o}$, el agua de mar en el primer cuerpo estará a 140° aproximadamente y a esta temperatura sabemos que el sulfato de cal se precipita y va a adherirse a la superficie de caldeo; en cambio, en el segundo cuerpo el agua de mar apenas llegará a 120° temperatura que admite mayor solubilidad de esta sal en el agua, de modo que con ayuda de las extracciones los depósitos serán menores que en el primer cuerpo.

Las condiciones de temperatura en que funciona este segundo cuerpo son análogas a las que concurren en el funcionamiento

de una de simple efecto, de ahí, que en estas los depósitos tengan menos importancia.

6.—Resumen teórico sobre el funcionamiento de las evaporadoras; rendimiento del vapor de caldeo.—Si consideramos una evaporadora en su funcionamiento, podemos ver que este aparato constituye una verdadera caldera alimentada con agua de mar; pero en la cual en vez de carbón se emplea vapor para el caldeo del agua que se trata de evaporar. Este vapor a su contacto con la superficie de caldeo se condensa, cediendo parte de su calor que es el que sirve para la vaporización del agua de mar.

Naturalmente, a medida que este líquido se vaporiza, aumenta su concentración, y para evitar que las substancias salinas se precipiten es necesario recurrir a las extracciones de fondo, las cuales se deben regular, de modo tal, que sean contínuas y de tal magnitud que el agua no pase en el aparato de 2½ a 3° del salinómetro.

En estas condiciones, admitimos que salinómetro marque 3°, resultará, que por tres partes de agua que entran en la evaporadora, dos solamente se vaporizan, quedando una última parte en el estado líquido, la cual contiene todas las substancias salinas y deberá forzosamente ser arrojada al mar. De ahí que resulte un régimen de extracción tal, que el agua arrojada representa en peso la mitad de agua evaporada cuando la concentración se mantiene en esa graduación del salinómetro.

De una manera general, si x es el grado de concentración del agua, la razón en que vendrá a estar la extracción con el agua vaporizada estará dada por $\frac{1}{x-1}$.

Si ahora consideramos una evaporadora de simple efecto en su funcionamiento, tendremos que el vapor de caldeo penetra a la temperatura t y después de ceder su calor de vaporización al agua que se trata de vaporizar se condensa a la temperatura t'. El agua de mar tomada a la temperatura t_0 se eleva a la temperatura t_1.

De esta manera habrá igualdad entre el vapor cedido y el vapor absorvido.

El vapor cedido por un peso que haremos igual a la unidad será

$$Q = 606'5 - 0.695\ t$$

este calor es absorvido por el agua de mar de la evaporadora, produciéndose una cantidad A de vapor que absorve un número de calorías

$$Q' = A\ [606'5 + 0.305\ (t_1 - t_c)]$$

Y como al mismo tiempo funciona la extracción y ella es en peso una fracción $\frac{1}{x-1}$ de la cantidad A de agua vaporizada y sale a la temperatura t_1 absorverá una cantidad de calor que estará expresada, siendo C el calor específico del agua de mar, por

$$Q'' = \frac{1}{x-1} A \cdot C(t_1 - t_c)$$

Es conveniente que tengamos en cuenta que la temperatura t_1 depende de las temperaturas t' y t_0 y sobre todo del orificio de salida que puede referirse a las superficies más calientes o más frías de la masa de agua; pero se puede, sin cometer gran error hacer $t_1 = t'$.

Conocidos los elementos que acabamos de indicar se puede establecer la igualdad entre el calor cedido por el vapor de caldeo y las cantidades de calor que se absorven en la vaporización y extracción y se tendrá:

$$606'5 + 0.695\ t = A \left[606'5 + 0.305(t_1 - t_0) + \frac{1}{x-1}(t_1 - t_0)C\right]$$

y como C es el calor específico del agua de mar cuyo valor es 0'84 y $\frac{1}{x-1} = \frac{1}{2}$, se puede escribir:

$$606'5 + 0.695\ t = A \left[606'5 + 0.305\ (t_1 - t_0) + \tfrac{1}{2} \cdot 0'84\ (t_1 - t_0)\right]$$

Ahora determinando el valor de A, se tiene:

$$A = \frac{606'5 - 0.695\ t}{606'5 + 0.305\ (t_1 - t_0) + \frac{1}{2}\ 0.84\ (t_1 - t_0)}$$

Tal es la expresión que nos permite calcular el peso de vapor formado en la evaporadora simple por cada kilogramo de vapor de caldeo que se emplee.

Este valor de A expresa también de una manera general la razón que existe entre el vapor gastado y el vapor producido, y su valor depende de las temperaturas t_1, y t_0 correspondientes al agua que se vaporiza y de las t y t' correspondientes al vapor de caldeo.

El examen de la ecuación que acabamos de hallar nos hace

ver que el valor de A aumentará cuando t' y t_0 aumenten o cuando t y t_1 disminuyan.

De aquí resulta que el rendimiento del vapor de caldeo puede ser aumentado en una cierta medida realizando ciertas combinaciones que pueden reasumirse como sigue: 1º, recalentando el agua de alimentación por medio del agua de extracción; 2º enfriar antes de la salida de la evaporadora el agua condensada que resulta del vapor de caldeo, utilizándola para calentar el agua de alimentación, y 3º mantener entre t y t_1 la mayor diferencia que permita el buen funcionamiento del aparato, pues hay que tener en cuenta, como ya se ha dicho, que en la práctica, cuando esta diferencia es muy grande, puede resultar que el vapor producido arrastre agua salada por efecto de la vaporización muy activa.

En la práctica el valor que se puede hallar para A, es decir el rendimiento del vapor de caldeo en una evaporadora simple, no pasa de 0'80, teniendo en cuenta el buen estado de los aparatos y la habilidad media del personal que los maneja.

Así por ejemplo, si consideramos la temperatura t igual a 130º, que la temperatura del vapor producido es 108º y la del agua de mar 20º C; se tendrá sustituyendo estos valores en la fórmula que nos dá el valor de A

$$A = \frac{606.5 - 0.695 \times 130}{606'5 + 0.305\,(108-20) + \frac{1}{2}\,(108-20)\,0'84} = 0.77$$

Si no se toman medidas que eviten las pérdidas caloríficas, el rendimiento resulta inferior al valor que acabamos de hallar; pero, si por ejemplo, se calienta previamente el agua que se trata de evaporar, el rendimiento se eleva hasta ser 0'80.

Como se ve pues,en una evaporadora simple el rendimiento nunca puede ser igual a la unidad por causa de la radiación exterior, de las condensaciones que resultan y sobre todo, porque es preciso realizar una extracción contínua para mantener el agua de mar que se evapora en una concentración menor que los tres grados del salinómetro. Ya hemos dicho, que en la práctica el agua de extracción es un tercio del agua introducida o lo que es lo mismo la mitad del agua que se llega a evaporar.

Con todo, el rendimiento no basta para apreciar el valor práctico de una evaporadora simple; pues hay que tener en cuenta, que bajo el punto de vista del funcionamiento las evaporadoras se diferencian muy poco. Lo que distingue, lo que permite establecer comparaciones entre una evaporadora y otra, es su volumen, así como la extensión de su superficie de calefacción, su producción determinada por metro cuadrado de la superficie de caldeo, y por fin, el espacio que estos aparatos ocupan a bordo.

7.—Costo de la tonelada de agua evaporada.—Si tomamos 0'75 como rendimiento medio de una evaporadora, podremos fácilmente determinar el precio de la tonelada que se llega a evaporar, el cual tendrá como expresión, cuando se admite, que un kilogramo de carbón es capaz de vaporizar completamente 8 litros de agua,

$$c = \frac{1000}{8 \times 0'75} = 166 \text{ Kgs. de carbón}$$

En la generalidad de los casos el gasto que se realiza en las evaporadoras simples es más elevado, llegando entonces a ser el costo de la tonelada de agua entre 175 y 184 kgs. de carbón.

8.—Rendimiento por metro cuadrado de superficie de caldeo.—El trasporte de calor Q entre dos medios separados por una pared metálica está dada, como se sabe, por la relación establecida por Fournier

$$Q = \frac{C\,S\,(t-t')}{e}$$

en la cual, Q es el número de calorías que pasan por hora a través de una superficie S de metal, cuyas caras están a las temperaturas t y t'; C, es el coeficiente de conductibilidad y representa el número de calorías que pasan a través de una pared metálica de un metro cuadrado de superficie, un milímetro de espesor y un grado centígrado de diferencia de temperatura entre sus dos caras y e el espesor en milímetros de la plancha considerada.

El coeficiente C involucra los coeficientes de emisión de calor del vapor a los tubos, trasmisión a través de las paredes de los tubos y emisión de las paredes de estos al agua.

Si ahora despejamos en la ecuación anterior el valor de S se tiene:

$$S = \frac{Q\,e}{C\,(t-t')}$$

Esta relación nos hace ver, lo que ya hemos dicho, que es muy ventajoso una gran diferencia de temperatura, pues gracias a ella se puede disminuír el valor de S.

Por otra parte, suponiendo que todas las cosas sean iguales a excepción de S y C en dos evaporadoras, se tiene que la relación entre sus superficies de calefacción S y S' estará en razón in-

versa de sus coeficientes de trasmisión C y C', es decir que se tendrá:

$$\frac{S}{S'} = \frac{\frac{Q\,e}{C\,(t-t')}}{\frac{Q\,e}{C'\,(t-t')}} = \frac{C'}{C}$$

Como las superficies de calefacción miden de una manera aproximada los volúmenes de las evaporadoras, se puede llegar a la conclusión que estos aparatos serán tanto más voluminosos, cuanto más débil sea el coeficiente de trasmisión de la superficie de caldeo.

En la práctica numerosas causas ejercen sobre C una influencia apreciable, pudiendo citarse entre ellas la naturaleza del metal de que están constituídas, su espesor, la presencia de depósitos salinos, la falta de circulación del agua, las capas de aire adheridas a los tubos que forman la superficie da caldeo, pues este fluído es unas 500 veces más mal conductor que el agua.

9.—Disposición y rendimiento de las evaporadoras de doble y triple efecto.—Consideremos una evaporadora de doble efecto, cuya disposición consiste, como sabemos, en conjugar dos evaporadoras simples, de modo que una recibe el vapor que viene de las calderas, mientras que el vapor producido en ella pasa a la segunda y sirve para el caldeo.

Si en este supuesto hacemos la temperatura del vapor de caldeo $t = 150^{\circ}$, la del vapor producido en la primera evaporadora $t_1 = 130$, la t_2 en la segunda igual a 108° y la t_0 del agua de alimentación igual a 20°, y tenemos en cuenta que, para mantener la concentración de tres grados del salinómetro, se debe extraer la mitad del peso total vaporizado en las dos evaporadoras, que el agua de alimentación introducida no pasa de la primera a la segunda evaporadora, y que la extracción se opera también por separado en cada una de estas, se tendrá para la primera evaporadora

$$A_1 = \frac{606.5 + 0.695 \times 150}{606'5 + 0.305\,(130-20) + 0.84\,(130-20)\,0.5} = 0'75$$

Para la segunda se tendrá también:

$$A_2 = \frac{(606'5 - 0.695 \times 130)\,A_1}{606'5 + 0.305\,(108-20) + 0.84\,(108-20)\,0'5} = 0'56$$

de modo que para el rendimiento total A_1 por kilogramo de vapor de las calderas se tendrá:

$$A_1 = A_1 + A_2 = 0.75 + 0.56 = 1'29$$

Este rendimiento puede aumentarse hasta 1'3, cuando se hace

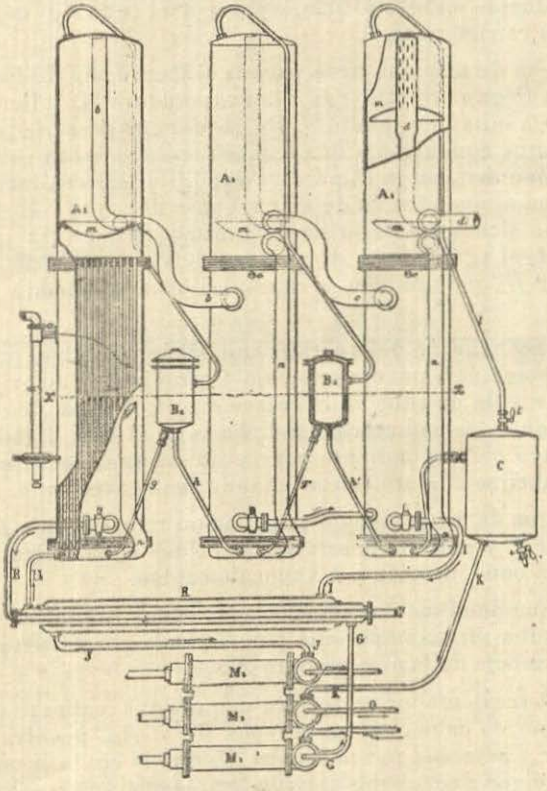


Fig. 2

que el vapor producido en la segunda evaporadora caliente el agua de alimentación antes de pasar a condensarse en el refrigerante.

Como se ve, merced a esta disposición, es menor el costo de la tonelada de agua producida.

Sea ahora una evaporadora de triple efecto, disposición que indica la fig. 2 y que como se ve, está constituída por tres evapo-

radoras simples conjugadas, cuyo funcionamiento análogo a la doble efecto es como sigue:

El vapor de caldeo llega de los generadores y penetra a la primera evaporadora A_1 por el tubo a, pasando por una válvula reductora a' que permite regular la presión a voluntad. El vapor producido sigue por el tubo y válvula b y penetra a la segunda evaporadora A_2; el de ésta pasa por c a la evaporadora A_3; y por fin el producido en esta última, sigue por el tubo d y va a condensarse en el refrigerante.

El agua de mar que sirve para la alimentación de las tres evaporadoras llega por el tubo H a la evaporadora A_1 y llena los tubos hasta la mitad de su altura. De A_1 el agua pasa A_2 por los tubos g y h que concurren a una caja B_1 en la que hay un flotador, el cual comunica con la cámara de vapor de A_1, resultando de esta disposición que el agua de mar no pasa de A_1 a A_2 hasta que el nivel no alcanza en la primera la mitad de la altura de los tubos. De A_2 el agua pasa a A_3 por los tubos g' y h' que concurren al flotador B_2 que también se comunica con la cámara de vapor de A_2.

El tercer cuerpo del aparato, no tiene cilindro provisto de flotador, posee únicamente una caja C provista de un grifo y tubo de purga r y de un tubo K de enlace con la bomba de triple acción con quien se comunica. La dicha caja C está ligada con su evaporadora correspondiente por medio de un tubo l, cuyo grifo l' puede abrirse a la atmósfera cuando sea conveniente.

El agua de alimentación pasa por un recalentador R, el cual recibe por E y permite la salida por F, del agua caliente que resulta de la condensación del vapor de caldeo.

El agua de alimentación aspirada, como lo indica la flecha, por la bomba M_1, es impulsada por G y sale por H para penetrar en la parte baja de la evaporadora A_1.

En el recalentador se verifica que el agua caliente que resulta del vapor de caldeo en los cuerpos A_2 y A_3, penetra por I y y sale por J aspirada por la bomba M_3 que la envía a una cisterna para volver a ser dicho líquido empleado en la alimentación de las calderas.

Por último, puede notarse que el agua destinada a la alimentación de las tres evaporadoras conjugadas pasa sucesivamente por cada una de ellas, concentrándose de más en más hasta que llega a la caja C, de donde es aspirada por medio de la bomba M_2 según el tubo K para ser arrojada al mar.

Si consideramos la temperatura del vapor de las calderas igual a 170° y luego, un salto de 20° en los cuerpos siguientes, siendo 108° la temperatura del vapor en el último cuerpo y 20° la que

corresponde al agua de alimentación e iguales las condiciones que hemos admitido para la extracción y alimentación en la evaporadora doble efecto, tendremos para el primer cuerpo un rendimiento

$$A_1 = \frac{606'5 - 0.695 \times 180}{606'5 + 0.305\,(150-30) + 0.5 \times 0'84\,(150-20)} = 0.696$$

en la segunda evaporadora

$$A_2 = \frac{[606'5 - 0.695 \times 150]\ 0'696}{606'5 + 0.305\,[130-20] + 0'5 \times 0'84\,[130-20]} = 0.509$$

y en la tercera evaporadora

$$A_3 = \frac{[606'5 - 0.695 \times 130]\ 0.509}{606.5 + 0.305\,[108-20] + 0'5 \times 0.84\,[108-20]} = 0.392$$

De modo que el rendimiento A_1 del kilogramo de vapor tomado de las calderas sería

$$A_1 = A_1 + A_2 + A_3 = 0.696 + 0.509 + 0.392 = 1'597 \text{ litros}$$

Si ahora en lugar de emplear el agua de alimentación a una temperatura de 20° se le recalienta a una temperatura de 80°, por ejemplo, y la alimentación se hace en cascada, con extracción única en la tercera evaporadora, como se ha descrito en la fig. 2, el rendimiento se aumentará disminuyendo el precio de la tonelada de agua.

La utilización de las evaporadoras de efecto múltiple ha sido mejorada notablemente de diversas maneras; así en lugar de mandar el vapor producido al refrigerador, se le emplea, como se ha visto antes, en recalentar el agua de alimentación, y el vapor producido en el último cuerpo puede enviarse al reservorio del cilindro, mientras que el vapor de caldeo puede tomarse del primer reservorio intermediario de la máquina.

10.—Exámen de los diversos tipos de evaporadoras.— Estudiando la disposición que pueden afectar las evaporadoras

simples, consideremos la fig. 3, en ella, como se ve, se tiene un cilindro de palastro cerrado, que presenta interiormente dos diafragmas estancos entre los cuales van fijos tubos de poco diámetro y espesor. El agua de mar que se trata de vaporizar llega por un tubo *D*, llena el interior de los tubos y se eleva hasta un nivel colocado un poco más arriba de la placa superior. La parte superior del cilindro constituye la cámara de vapor.

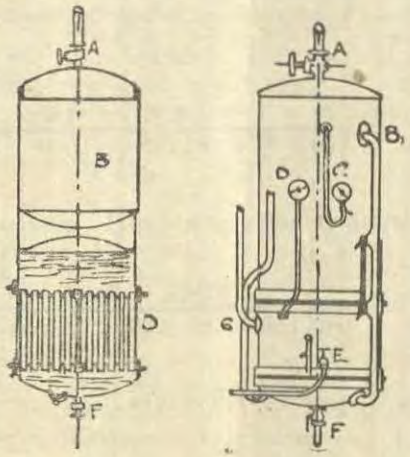


Fig. 3

El nivel del líquido que se vaporiza está dado siempre en el tubo indicador *B*, y no pasa de cierto valor gracias a la llave de extracción *F*, cuya apertura se gradúa convenientemente.

En la cámara de vapor se halla una llave de toma de vapor *A* que permite la salida de este fluído al refrigerante.

El vapor de caldeo llega por el tubo *G* pasa al rededor de los tubos llena la cámara *D*, se condensa, y sale por *E* y va al condensador de donde es enviado a las calderas nuevamente.

El simple exámen de un aparato semejante nos hace ver que es muy defectuoso por la falta de circulación, inconvenientes para la limpieza, y reducida superficie de calefacción, y aunque el primer inconveniente puede subsanarse disponiendo un tubo de gran diámetro, como indica la fig. 1, ha tenido que ceder el lugar a las evaporadoras con tubos a serpentín, fácilmente desmontables cuya disposición es como indica la fig. 4.

Un cuerpo de fundición maleable o de palastro en el cual el haz tubular *J* es formado por tubos curvados, fijos por medio de tapones a la placa hueca *H*, se comunica con los conductos de las llaves *B* y *A* y que puede extraerse del cuerpo de la evaporadora con solo desentornillar las tuercas de los prisioneros que la afirman a ella.

Este aparato presenta, como se vé una llave *B* por donde penetra el vapor de caldeo, otra *A* por donde sale condensado.

Una llave de retención de alimentación que no se ve en la figura, un indicador de nivel *I*, un manómetro *E*, una válvula de seguridad *D*, otra de toma de vapor *C* y la de extracción de fondo *F*.

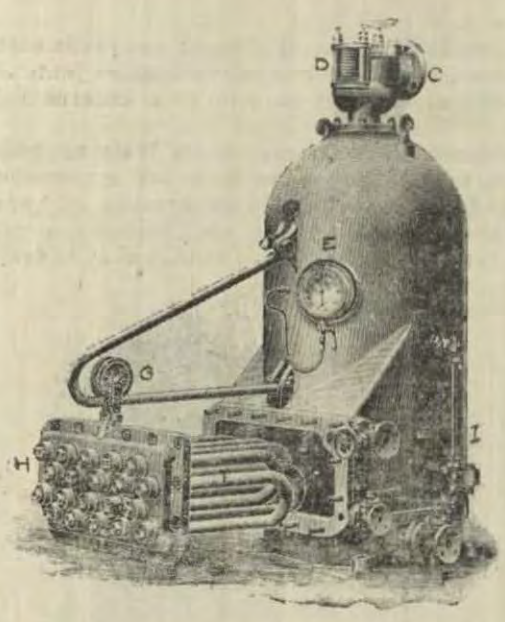


Fig. 4

11.—Evaporadora Weir.— El tipo de evaporadora Weir que vamos a estudiar, es el más moderno, consiste como se ve en la fig. 5, de un cilindro de fundición, en el cual quedan completamente marcadas la cámara generadora y la cámara vapor.

La superficie de caldeo está formada por un haz *H* de tubos de cobre, en serpentín, que se comunican a dos compartimentos o cajas soportes verticales de fundición uno para la entrada y otro para la salida del vapor de caldeo. Las extremidades de los tubos que van fijas al conducto de salida están reducidas por los tapones de bronce de fijación, de este modo, cada uno tiene como salida un pequeño hueco, exceptuando el más bajo o tubo de regreso, el cual presenta

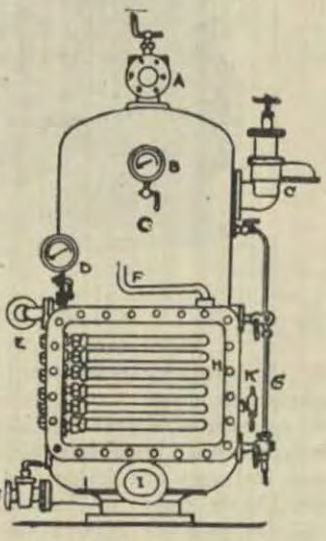


Fig. 5

una sección grande de modo que el vapor que pueda pasar a través de los huecos pequeños regrese a la evaporadora junto con el agua de condensación antes de ser vaciado a la cisterna del condensador.

El funcionamiento de la evaporadora Weir no presenta dificultad alguna, salvo, como pasa en todas las evaporadoras, cuando se trata de forzar la producción aumentando el vapor de caldeo, porque entonces se producen ebulliciones que arrastran el agua que se vaporiza, la cual vuelve salobre el agua evaporada.

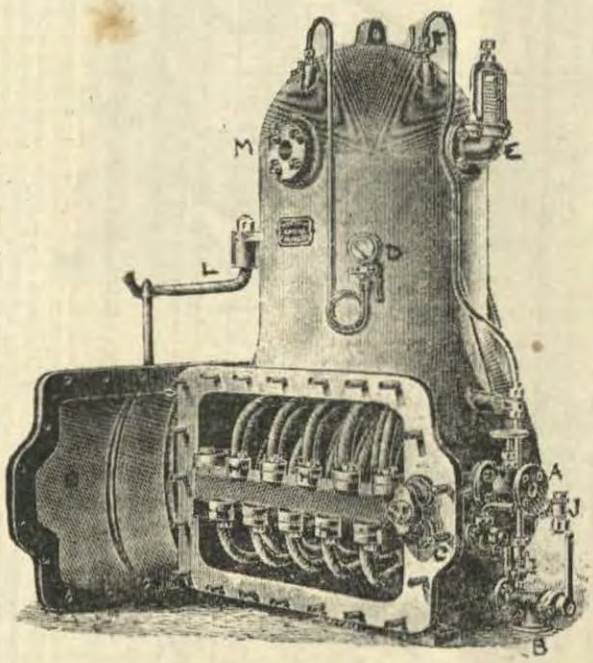


Fig. 6

La evaporadora presenta todos los aparatos accesorios que son precisos para su funcionamiento y que son: *A* llave de toma de vapor que se prolonga interiormente en un tubo con pequeños huequecillos y está defendido por una pantalla para impedir el paso del agua que arrastre el vapor, *B* manómetro indicador de presión del vapor producido, *C* válvula de seguridad, *D* manómetro indicador de la presión del vapor de caldeo, *E*, llave y tubo que conduce el vapor a los serpentines, no viéndose el conducto que conduce el vapor condensado a la cisterna, *F*, tubo que

conduce el agua de alimentación, cuyo nivel está siempre dado por el tubo indicador *G*, no pasando de cierto valor merced a la graduación en la apertura de la llave *J* de extracción.

La fig. 6 nos indica un ejemplar de la evaporadora Morison que su simple inspección nos hace ver sus detalles de construcción y la manera como lleva dispuestos sus aparatos accesorios.

12.—Bomba de alimentación, refrigerante y filtro.—El agua de mar generalmente se toma de la descarga de circulación

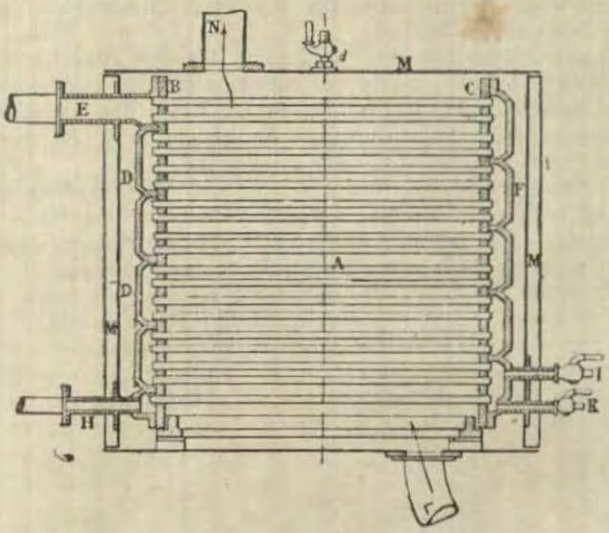


Fig. 7

del condensador por medio de una bomba que mueve el balancín de la máquina cuando ésta está en funcionamiento o que funciona independientemente como hemos visto, en el caso de la evaporadora de triple efecto que ya hemos estudiado.

Cuando únicamente se trata de reponer el agua de alimentación de las calderas, el vapor que produce la evaporadora, ya lo hemos hicho, pasa a través de la válvula de toma de este fluído que existe en el aparato e ingresa al reservorio de baja presión o al condensador para mezclarse con el vapor de la máquina y luego licuado es aspirado por la bomba de aire que lo envía a la cisterna de donde es tomado por la bomba principal de alimentación para ser enviado a las calderas.

Pero si se trata de hacer agua potable, se hace preciso un aparato de condensación que preste todas las garantías de impermeabilidad y limpieza que son necesarias en este caso. Este aparato es el *refrigerante*, cuya disposición es como indica la fig. 7, y es en todo análoga a la de un condensador de superficie. Comprende una envuelta *M* y un haz tubular *A* formado por tubos de cobre de pequeño diámetro, 15 a 22 m.m, bien estañados y que van fijos a las placas tubulares *C* y *B*.

Las placas están protegidas por conchas de bronce *D* y *F*, estañadas también y provistas de mamparos estancos, cuya disposición hace que el vapor recorra dos filas horizontales de tubos para seguir a otras dos.

El vapor llega por el tubo *E*, toma las dos filas horizontales superiores de tubos, pasa de una concha a otra, se condensa y sale en el estado líquido por la tubería *H*. El último compartimento opuesto al tubo *H* está provisto de los grifos *I*, *K*, destinados a purgar el aire y vaciar el agua a voluntad.

La envuelta *M* comunica con la bomba refrigeradora que toma el agua del mar, la inyecta por *L* y después de enfriar los tubos dicho líquido sale por *N* para ser arrojado al mar, o para emplearse en parte en la alimentación de la evaporadora.

Para que el agua condensada sea digestiva y de gusto agradable es preciso que tenga en disolución una cierta cantidad de aire, y como en el vapor no entra aire, se hace necesario, por consiguiente introducirlo, y con este fin se emplea el *aireador*.

La disposición de este aparato, es análoga a la de un inyector y como se ve en la fig. 8, aspira el aire por las llaves *a* y *b*

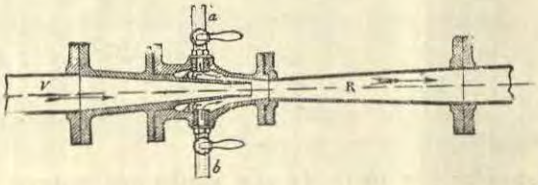


Fig. 8

para que después el vapor mezclado con el aire siga al refrigerante por el tubo *R*.

Generalmente se completa la instalación con un filtro purificador, de esta manera el agua que sale del refrigerante pasa a la caja que sirve con este objeto. En esta caja hay varios compartimentos en donde se dispone carbón animal. El líquido sigue un recorrido sinuoso para luego ser conducida al tanque que le sirve de depósito.

P. V.

Crónica Nacional

Adjunto Naval

El Supremo Gobierno ha designado al señor Capitán de Navío D. Ernesto Caballero y Lastres como adjunto de la Embajada que envía al Brasil para que concurra a la trasmisión del mando que se realizará el próximo mes de Noviembre en esa nación hermana.

El tacto y don de gentes que posee el señor Comandante Caballero y Lastres, no lo dudamos, contribuirán en mucho al brillo de la misión diplomática de que forma parte.

Aniversario de Angamos

Con todo el entusiasmo patriótico que caracteriza al pueblo del Callao,tuvo lugar la ceremonia conmemorativa del combate de Angamos realizado hace treinta y nueve años.

El Comite 8 de Octubre se ha esforzado, como siempre, porque la procesión cívica al monumento Grau, se tuviera todo el brillo y solemnidad que inspiran los sentimientos de agradecimiento y admiración hacia aquel héroe y sus incomparables compañeros.

A la ceremonia concurrieron las autoridades civiles y marítimas, comisiones del ejército y de todos los buques y dependencias de la Armada, las sociedades de obreros y los colegios de la localidad, asi como también la "Escuela Naval".

La Embajada Uruguaya

El mismo día 8 arribó al Callao la misión diplomáti-

ca que preside el canciller del Uruguay, doctor Baltazar Brum, cuya figuración en la política internacional de Sud América ha alcanzado el mas alto relieve. El distinguido hombre público de la progresista república Oriental llegó en el crucero "Montevideo", nave de la Armada de aquella nación hermana, en la cual acababa de realizar su visita a Estados Unidos, invitado por el Canciller de aquel país, como una marcada y especial deferencia al hombre que supo fijar, desde el primer momento, rumbo a la política de Sud América frente a la conflagración mundial.

Su viaje ha sido una serie de triunfos en todos los países por donde ha pasado, realizándose idéntica cosa en el nuestro, en donde los lazos de confraternidad y de intercambio intelectual que nos unen con el Uruguay han llegado a crecer enormemente. Durante su corta permanencia entre nosotros el doctor Brum ha sido objeto de las mayores muestras de cariño y deferencia, tanto de parte del Gobierno,como de todas las clases sociales de la Capital.

Entre las visitas que hizo a las distintas instituciones oficiales, la "Escuela Naval" mereció ese honor; siendo recibido en élla por el director accidental señor capitán de navío D. Teodosio Cabada y por todo el personal militar.

Los alumnos formaron la guardia y al despedirse el doctor Brum y su brillante comitiva, la batería de la Escuela hizo en su honor la salva correspondiente a su alta investidura.

Derrotero de la Costa del Perú

Débese a los esfuerzos y contracción del señor Capitán de Fragata D. Germán Stiglich,un nuevo Derrotero de la Costa del Perú. La consagración y el cariño que tiene el referido comandante por todos los asuntos profesionales, brindan una vez más, la contribución de su talento al enriquecimiento de nuestra limitada bibliografía nacional en asuntos profesionales.

La Redacción de la Revista de Marina tributa su mas entusiasta y sincero aplauso al compañero y al amigo.

Notas Profesionales

Proyecto del Poder Eiecutivo de la República Argentina

El mensaje con que el Ejecutivo remite el proyecto empieza por hacer ver la necesidad, en vista de las dificultades con que tropieza actualmente para la adquisición del combustible indispensable para la escuadra, de poner en manos del Poder Ejecutivo los recursos para buscarlo dentro del país. Cree inútil el Poder Ejecutivo, según lo exprésa, insistir sobre las necesidades de la armada, limitándose a considerar el proyecto de lev que se acompaña desde su punto de vista financiero. Debe esperarse dice, al ocuparse en esta parte, que antes de tener que hacer los primeros desembolsos autorizados, se ha de emplear un tiempo apreciable en el estudio, discusión y preparación de los proyectos, durante el cual es probable que la situación por que atraviesa el país haya sido fundamentalmente modificada.

Aun suponiendo, agrega, que la actual crisis persistiera y aceptando que este proyecto se hubiera ya realizado en su totalidad, el máximo desembolso anual exigible al gobierno sería en gran parte cubierto con el producto de los transportes nacionales, que en el cálculo de los recursos para el año corriente figuran con 2.000000 de pesos.

El producto real de los tres transportes actuales es mayor que las suma prevista, pudiendo asegurarse que

cualesquiera fueran las circunstancias, con los nuevos, cuya construcción o adquisición contempla el proyecto, esa cifra sería fácilmente triplicada.

El proyecto de refuerzo naval comprende tres partes, además del articulado referente a su financiación y forma en que será desarrollado. El material flotante a adquirir comprende:

Cuatro cruceros rápidos tipo "scout", de desplazamiento conveniente.

Ocho destructores de desplazamiento alrededor de 1.000 toneladas.

Transportes en número suficiente para formar un total de 80.000 toneladas de bodega, constituído por unidades de 3.000 a 15.000 toneladas, a construirse o adquirirse.

Cuatro buques auxiliares de 500 toneladas para el servicio de arsenales.

Un buque escuela para guardias marinas.

Un buque para salvamento y un buque hospital.

Veinte submarinos.

Diez y seis chatas de 500 toneladas, para dar carbón a los buques de la escuadra en los arsenales y en los puertos de la costa Sur.

Treinta y dos chatas de 350 toneladas para el mismo objeto.

Dos chatas-aljibes de 600 toneladas para el puerto militar.

Ocho chatas-cisternas de 350 toneladas para la costa Sur.

Las adquisiciones propuestas se refieren a material de defensa fija y móvil para los arsenales, apostaderos y demás puntos que sea necesario, en la costa.

Material eléctrico para la fábrica en Puerto Militar y distribución de la corriente en toda la zona.

Maquinarias y herramientas para dotar a los talleres existentes y a construirse.

Todos los elementos necesarios para equipar un aeródromo capaz de suministrar aparatos para el servicio de exploración de una escuadrilla de 50 unidades. De éstas, 30 hidroaroplanos.

Tres globos cautivos de vigilancia.

Tres dirigibles.

Materiales necesarios para reparaciones de los buques de la armada.

Maquinarias y accesorios para la fábrica de pólvora y proyectiles.

Material e instalación de vías férreas y demás elementos para polvorines, polígonos y arsenal de Puerto Militar.

Adquisición e instalación de grúas eléctricas y demás material necesario para completar las instalaciones del nuevo dique de carena.

Adquisición e instalación de una grúa en Puerto Militar para levantar pesos hasta de 100 toneladas.

Estaciones radiotelegráficas para la costa Sur

En cuanto a las construcciones, el proyecto incluye edificios para escuelas del personal superior y subalterno, talleres, fábrica de pólvora y proyectiles, depósitos de materiales, polvorines, cuarteles, hospitales y todos los demás que fueren necesarios a los servicios de la armada, de sus arsenales y apostaderos.

Galpones, vías férreas, muelles y demás instalaciones necesarias para depósitos y embarques de conbustible y materiales en los puertos que se considere conveniente.

Murallones y muelles en el arsenal Río de la Plata.

Instalaciones para la destilación de petróleo con destino a la armada, con sus estanques y maquinarias necesarios.

Varadero en Puerto Militar, de dimensiones convenientes.

Además se autoriza al Poder Ejecutivo para explotar yacimientos de conbustible con destino a la armada.

En cuanto a la financiación y forma de ejecución del proyecto se establece que para atender a los gastos que éste demande, el Poder Ejecutivo queda facultado para emitir títulos del 5 o/o de interés anual y 1 por ciento de amortización acumulativa, por sorteo y a la par, hasta la cantidad de 80.000.000 pesos moneda nacional a cuyo ser-

vicio será afectado en su totalidad el producto de los transportes nacionales.

El Poder Ejecutivo podrá efectuar las construcciones autorizadas en la presente ley por licitación total o parcial de cada una de ellas; adjudicar por licitación pública o privada la mano de obra y mampostería, incluídos los materiales para la misma, y, finalmente por administración o como mejor convenga.

La ejecución del plan general de construcciones proyectado estará a cargo del Ministerio de Obras Públicas y será hecha de acuerdo con instrucciones dadas por el departamento de marina. Los gastos de dirección y contralor no podrán exceder del 5 por ciento del monto total de las obras a construirse, estando dicho gasto igualmente autorizado por esta ley.

Con respecto a las adquisiciones que el proyecto autoriza, se establece que serán hechas por intermedio de las comisiones navales en el extranjero, pudiendo el Poder Ejecutivo nombrar comisiones asesoras cuando lo estimare conveniente.

El Poder Ejecutivo dispondrá el orden en que se harán las construciones y adquisiciones autorizadas por esta ley, debiendo construirse en el país todo el material flotante que sea posible.

También el Poder Ejecutivo está autorizado para ex-expropiar, por razones de utilidad pública, las zonas de terreno que fueran necesarias para el cumplimiento de esta ley.

Queda autorizada la entrada libre de derechos de aduana de los materiales para construcciones y demás autorizados por la presente ley. El transporte marítimo o terreste de los materiales necesarios a su cumplimiento gozará de la rebaja correspondiente a cargas del gobierno.
[Del "Lloyd Argentino"]

Concurso de la "Revista de Marina"

La Dirección de la Revista de Marina, consecuente con sus deseos de estimular a sus colaboradores, y deseosa de encaminar sus esfuerzos en el sentido de prepararlos para el debate de los asuntos que han de resolverse cuando, forzosamente, se adquieran los elementos marítimos que son indispensables al país, propone un concurso, que tendrá lugar el 25 de Diciembre del presente año con las bases siguientes:

Tema.—Uno de los tres que más abajo se indican, o cualquiera otro que concurra a la realización de la idea que hemos señalado.

1o. *Necesidad de que el Perú sea Potencia Marítima y medios de conseguirlo.*

2o. *Número y calidad de las fuerzas que deben constituir nuestra Armada y formación y ubicación de sus bases con relación a los recursos del país.*

3o. *Organización de las fuerzas e instituciones navales y preparación del personal, contemplando su desarrollo futuro.*

La extensión de los temas debe ser la suficiente para explicar con claridad los conceptos emitidos, permitiendo al mismo tiempo su publicación en esta Revista.

Los artículos se dirigirán a la Dirección de la Revista, Apartado 92, hasta el 24 de Diciembre; se firmarán con seudónimo y acompañados de un sobre cerrado dentro del cual venga el seudónimo y la firma del autor, llevando en la cubierta el título o tema desarrollado.

No habrá preferencia de un tema sobre otro.

La Redacción de la Revista juzgará el mérito de los artículos, determinará cuál es el mejor en votación secreta y resolverá si merece el primer premio, en cuyo caso se abrirá el sobre correspondiente.

Los artículos que a juicio de la misma Redacción merezcan mención honrosa, serán también publicados en la Revista, quedando al autor el derecho de guardar el incógnito. Los demás sobres serán quemados sin abrir.

El premio que ofrece la Dirección de la Revista es la cantidad de veinte libras peruanas.

Los miembros de la Redacción no pueden entrar en concurso.

Se suplica a los concursantes envíen, a ser posible, sus artículos escritos en máquina y por duplicado; no disminuyéndoles valor el no hacerlo así.

En caso de no merecer el primer premio ningún artículo, se recompensará a los mejores en la forma que acuerde la Redacción.

El Concurso de la Revista de Marina

El día 16 del presente y bajo la presidencia del Director de esta Revista, se reunió el Jurado que debía discernir el premio y las Menciones Honrosas a los trabajos presentados para el Concurso que anualmente ha establecido.

Los acuerdos del Jurado fueron, unánimemente:

1o.—Adjudicar el 1er. Premio al trabajo firmado: "Omnia secundum litem firent"

2o.—Otorgar una Mención Honrosa al firmado: Ebtrabal, y

3o.—Manifestar por medio de la Revista la viva complacencia con que ha visto acudir al Concurso, esfuerzos intelectuales tan valiosos como los que representan los trabajos de "Simbad" y de "Suffren".

Abiertos los sobres que guardaban los nombres de los concursantes premiados, resultaron corresponder al Capitán de Corbeta Manuel I. Vegas y al Teniente 1o. Enrique A. Labarthe respectivamente.

Nada habremos de decir sobre el mérito de ambos trabajos ya que publicados en nuestro próximo número serán justamente apreciados por nuestros compañeros de la Escuadra, así como por las personas que se interesan por nuestra Marina.

La "Revista de Marina" hubiera deseado contar con los recursos necesarios para aumentar el valor de los premios, establecer otros más y estimular, tanto co-

mo pudiera, esta labor de preparación científica, de encauzamiento, de orientación hacia la solución del problema no lejano de la reconstitución de nuestro poder naval.

Segura de que es menester una pauta, es decir un Plan Naval y la manera mas expedita para realizarlo, ha querido oír a los profesionales, únicos llamados a considerar técnicamente este problema.

Dos teorías han llegado a concretarse como bases para aquella reconstrucción, lo que yá apunta un señalado triunfo a nuestra labor, y no estamos distantes de obtener la unidad de teoría, o la supremacía de una de éllas, indispensable en estos casos.

Demasiado conocidas nos son ambas escuelas, y por nuestra parte nos inclinamos decididamente a la que fundamenta nuestro resurgimiento a base de las nuevas armas: sumergibles e hidroaviones, destroyers y trasportes, y nó a la que preconiza al acorazado de línea. Tiene esta segunda la inconmovible y poderosa razón, de ser por su fuerza, incontestablemente, la dueña del mar o sea la que otorga el objetivo de toda guerra naval: la supremacía del mar. Pero, esta arma está mas allá de nuestro horizonte económico.

En cambio la primera, no conocida suficientemente de todos nuestros compañeros, es además de factible, la única capaz de contrarestar fuerzas en mucho superiores a las nuestras y antagónicas, y esterilizar su acción, ayudada por el factor moral que hay que tomar en cuenta.

Desgraciadamente para nuestra Revista, su existencia aún es precaria, y de aquí que no pueda, a compas de sus deseos, dar a sus Concursos todo el aliciente que quisiera, premiando también trabajos como los de "Simbad" y "Suffren". "Simbad", si nó prejuzgamos mal, es un profesional jóven, acaso más jóven que "Suffren". Hay, especialmente en el primero, algunas muy bien meditadas razones; pero en cambio su estudio, fuera ya del programa del Concurso, carece de método, de unidad en su desarrollo y de cohesión.

"Suffren" por su parte, olvida que el tema por él escogido entre los propuestos (Por el Poder Marítimo

del Perú) comporta obligadamente la conclusión impuesta por la "Revista": modo de obtenerlo. Era preciso concretarlo, especificar los medios como realizar ese objetivo dentro de la realidad de nuestro ambiente.

"Monck", un 5o. concursante nos ha remitido un artículo histórico. Nos asegura al fin de él que con el poderío marítimo "conseguiriamos que termine la polití-"ca nefasta del provincialismo y el predominio de las "nociones de interés nacional".

Resta a la "Revista de Marina" para terminar estos breves comentarios y cumpliendo lo acordado por el Jurado, enviar a los profesionales que han acudido al Concurso su mas decidido aplauso por el ezfuerzo meritísimo que sus trabajos representan.

Revista de Marina

Año III Noviembre y Diciembre de 1918 No. 6

Breves apuntes sobre Termodinámica

Por el Ingeniero Inspector Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

CAPITULO VI

El diagrama Entrópico

54.—Representación gráfica de la cantidad de calor absorvido en una transformación reversible de un sistema.—De una manera análoga a la que hemos seguido para representar el trabajo realizado en una evolución, podemos también representar la cantidad de calor que ha actuado en ella, puesto que sabemos, que si para un sistema se dá un estado inicial A para el cual corresponde una entropía S_0, para un nuevo estado B será otra S_1 por ejemplo.

Si ahora tomamos dos ejes coordenados rectangulares (fig. 18) y sobre el eje de abscisas llevamos magnitudes proporcionales a los valores S de la entropía correspondientes a los distintos estados del sistema considerado, y luego, sobre el eje de ordenadas, llevamos longitudes proporcionales a las temperaturas absolutas del sistema en estos diversos estados, obtendremos en el plano que determinan los ejes OT y OS, diversos puntos representativos de los estados del sistema que hemos considerado, tales

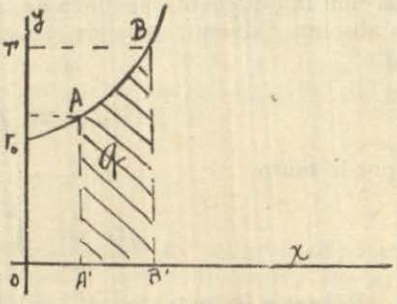


Fig. 18

por ejemplo como los puntos A, B. Ahora, si los estados del sistema se realizan de una manera contínua sus puntos representativos determinarán una curva $A\,B$; esta curva y cualquiera otra determinada por puntos representativos en el plano que corresponde a los ejes coordenados es lo que toma el nombre de *diagrama entrópico del sistema.*

Es digno de notarse que la cantidad de energía calorífica puesta en juego durante la evolución de un cuerpo, resulta así dependiendo de dos factores; uno que es el que hemos designado con el nombre de *entropía* S, y el otro que corresponde a la temperatura absoluta del cuerpo considerado, que, como sabemos, es $T = t+273$; siendo t la temperatura en grados centígrados.

Se verifica, pues con el calor, lo mismo que con las otras formas de la energía, que cualquiera que sea su naturaleza, la forma que se considera no es sino el resultado de dos factores distintos. En efecto, se sabe, por ejemplo, que el trabajo es el producto de la fuerza por el camino recorrido; que la energía mecánica está dada por $W = \frac{M\,V^2}{2}$; que el trabajo medido por el paso de una corriente de intensidad I, cuando V es la diferencia de potencial, lo es por $W = EI$; etc. En todos estos valores, existe la proporcionalidad de la energía al producto de dos factores, de los cuales uno depende de ciertas condiciones físicas y el otro del cuerpo mismo.

Como consecuencia de lo que hemos admitido, si el cuerpo experimenta una variación de energía calorífica igual a Q calorías, los dos factores que determinan esta forma de la energía sufrirán también una variación y un nuevo punto caracterizará el nuevo estado.

Según la definición que hemos hecho de los factores de la energía calorífica, la variación Q calorías está representada por el área $ABB'A'$; puesto que esta área es la suma de los productos parciales infinitamente pequeños $T.dS$; siendo entonces dS una fracción infinitamente pequeña de la porción $A'B'$ medida en el eje de abscisas o de entropías; de esta manera se tiene como ya se ha visto

$$dQ = T.dS$$

y por lo tanto

$$Q = \int T.dS$$

Débese a Belpaire tan útil aplicación. Este físico propuso en 1872 el modo de hacer en termodinámica la representación de las propiedades y variaciones caloríficas de los cuerpos.

55.—Representación de un ciclo cerrado.— Si ahora, como se ve en la fig. 19, suponemos un sistema que parta de un estado inicial, para volver a él, después de una serie de transformaciones, es decir, que describa un ciclo cerrado reversible representado por la curva $ABCDA$. Si A es el punto representativo del estado inicial del cuerpo considerado que suponemos en contacto con un foco de calor a temperatura variable y admitimos que el cuerpo experimenta una expansión produciendo un trabajo, llegara a alcanzar un estado final tal como C.

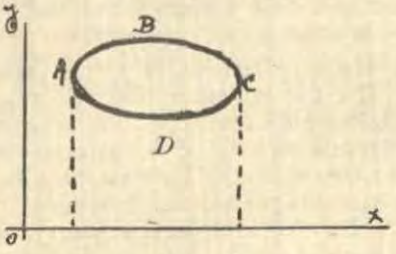


Fig. 19

Si el ciclo considerado es reversible la cantidad de calor absorvido en el recorrido de este ciclo será tal como $ABCDA$.

Entonces si la cantidad de calor puesta en juego es positiva, es decir, si es consecuencia del calor absorvido, el punto representativo recorrerá el ciclo en el sentido de las agujas de un reloj; pero si en lugar de producirse absorción de calor, se realiza un desprendimiento, indudablemente que el sentido será inverso.

Eso sí, debemos tener en cuenta, que no siempre se realiza el hecho de que a una curva cerrada determinada en el plano TOS corresponda a un ciclo cerrado, pues el sistema puede partir de un cierto estado inicial y sin embargo no volver a él, cosa que es puesta en evidencia desde el momento en que tengamos en cuenta, que a todo punto en el plano que determinan el eje de temperaturas OT y el de entropías OS, pueden corresponder a una infinidad de estados en el diagrama volúmen-presión.

Sin embargo, nos podemos dar cuenta de lo que acabamos de enunciar considerando un sistema que contenga, por ejemplo, un peso de vapor de agua P, otro P' de agua y uno P'' de hielo; todos tres a una temperatura T determinada, este sistema lo podemos admitir constituído por una entropía total S_t, cuando, S'' es la entropía para la unidad de peso de hielo; S' la entropía para la unidad de peso del agua y S la que corresponde a la unidad de peso del vapor de agua, y su valor total será:

$$S_t = PS + P'S' + P''S''$$

Si ahora admitimos que permaneciendo la misma temperatura T pasa un peso p de hielo al estado líquido; un peso p' de agua al estado de vapor y un peso p'' de vapor de agua al estado de hielo, puede observarse que después de semejantes transformaciones el sistema tendrá una entropía S'_t

$$S'_1 = S\,(P+p''-p) + S'\,(P'+p-p') + S''\,(P''+p'-p'')$$

se realizará todo a la misma temperatura T, pero el sistema no estará en un estado idéntico al que tenía antes de la transformación; pues por lo general, la entropía en este segundo estado es diferente en valor al del primero. Sin embargo, se puede llegar a una disposición de los elementos de modo que en los dos estados la entropía permanezca constante.

En efecto, al pasar el peso p de hielo al estado líquido y el p' de agua al estado de vapor, hay absorción de calor; mientras que al solidificarse el p'' de vapor hay desprendimiento de calor, se puede muy bien escoger los pesos p, p' y p'' de modo, que después de las transformaciones que acabamos de indicar, la cantidad de calor absorvido sea nula y de este modo resulta que la variación de entropía es nula.

Si como hemos dicho, se escogen p, p', p'' de modo que después de las series de transformaciones realizadas a la temperatura constante T la entropía del sistema sea igual a S_1, se tendrá que debe utilizarse

$$S\,(p''-p) + S'\,(p-p') + S''\,(p'-p'') = 0$$

De esta manera el punto representativo en el plano TOS correspondiente al estado inicial se confunde con el punto representativo del estado final.

La ecuación anterior nos hace ver que es posible llegar a una variación nula de la entropía por una infinidad de valores p, p', p''; y cada conjunto de estos tres valores corresponde a un estado diferente del sistema que hemos estudiado y a los mismos valores T y S_1; de modo pues, que podemos decir que un punto dado en el plano que determinan los ejes OT y OS, puede corresponder a una infinidad de estados en el sistema considerado.

Es por esto que el estado del sistema estudiado no queda definido por el conocimiento de las variables T y S. En los casos en que esta condición llega realizarse, un punto del plano TOS corresponde a un solo estado del sistema, y entonces una curva cerrada determinando un diagrama entrópico representará un ciclo cerrado en el diagrama dinámico.

56.—Maneras como puede variar la energía calorífica.—Teniendo en cuenta lo que hemos admitido para hacer la representación de la variación de energía calorífica por medio del diagrama entrópico, vamos a ver las formas que puede afectar; pero antes, vamos a llamar la atención haciendo una observación muy importante respecto a la representación en el diagrama considerado de las propiedades del sistema. Dicha observación

se refiere al hecho de que para hacer la representación hay que *suponer que el sistema estudiado conserva su masa constante en todas sus transformaciones;* puesto que la entropía de un sistema es una función que depende únicamente del estado del sistema y en particular de su masa, en efecto,se ha visto que para un estado determinado

$$S = \int \frac{dQ}{T}$$

que corresponde a la unidad de peso, y para un peso P

$$S_p = P \int \frac{dQ}{T}$$

Si ahora admitimos una masa distinta, cuyo peso es P', la entropía será

$$S'_p = P' \int \frac{dQ}{T}$$

en este caso los valores de las entropías son dos funciones diferentes y los puntos representativos de ellas en el plano que determinan los ejes de las entropías y temperaturas no se hallan en una misma curva. En estas condiciones no podrá admitirse que la cantidad de calor absorvida en la transformación esté representada por el área $ABB'A'A$ de la fig. 18.

No se verifica lo mismo en la representación de las propiedades de un sistema considerado en el diagrama volúmen-presión. Así por ejemplo, cuando un gas evoluciona partiendo de un estado A en el cual su volumen es v_c y su presión es p_o para llegar a otro A' definido por el valor pv habrá realizado un ciclo tal como AA', fig. 20,entonces el trabajo que ha efectuado estará dado por el área $v_o AA'v$ conserve o no una masa constante durante las transformaciones que efectúa partiendo del punto A para llegar por una serie de evoluciones al punto A' de la curva.

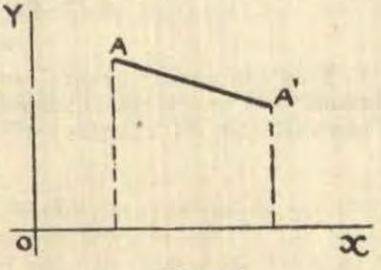


Fig. 20

En efecto, el volumen tomado para cierto estado no caracteriza a dicho estado puesto, que sin hacerlo cambiar, se puede muy bien hacer variar su masa, su temperatura y sus condiciones físicas y químicas. Lo dicho se

hace notar muy claramente en el caso de una máquina de vapor recíproca; puesto que en el período de admisión la masa del vapor varía constantemente y a pesar de esto el trabajo realizado se mide, admitiendo que la presión es constante, por el producto del volumen total de admisión por la presión del vapor; el cual estará representado, como sabemos, por el área del rectángulo cuya altura es la presión y cuya longitud es el volumen.

En cambio, no se podría proceder de una manera análoga cuando se trata de obtener la representación entrópica de la evolución, y por lo tanto de la cantidad de calor que absorve el vapor introducido en el cilindro, porque cuando se quiera obtener esta representación en el plano que determinan los valores de S y de T, será preciso conocer en cada instante de la admisión el estado del total de la masa, así como también el estado de la masa que se encuentra fuera en el instante considerado, como el que corresponde a la que se encuentra en el mismo instante en el cilindro.

Cuando se trata de averiguar cual es la línea representativa de una evolución deberá tenerse en cuenta las condiciones en que ésta se realiza; de esta manera, refiriendo los diferentes estados del cuerpo que evoluciona a los ejes de temperaturas y de entropías, quedará determinado el diagrama entrópico. Así por ejemplo, si la transformación es isotérmica, puesto que la temperatura permanece constante estará representada por una paralela AA' al eje de abscisas o de entropías; para una variación desde una entropía S_o a una S, que corresponderá a un cambio de q calorías, en la unidad de peso, será como se vé en la fig. 21.

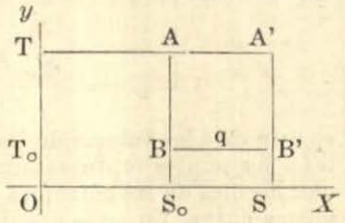


Fig. 21

$$S - S_o = \frac{q}{T}$$

Y de una manera general, en todos los casos en que la transformación es reversible, la variación de entropía correspondiente a una variación dQ calorías será

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

Un cuerpo sólido al fundirse permanece a temperatura constante, un líquido al convertirse en vapor saturado permanece también a la misma temperatura durante toda su vaporización; un gas

o vapor saturado puede dilatarse a temperatura constante; tales son los casos de transformaciones en las cuales la temperatura no varía; pero existiendo variación de energía calorífica, puesto que hay un cambio de q calorías, por ejemplo, se tendrá por lo tanto:

$$S - S_0 = \frac{q}{T}$$

Como una aplicación de lo que acabamos de decir, consideremos el caso de un kilogramo de hielo, cuando se funde completamente a 0°; entonces, sabemos que absorve en su fusión 79 calorías, y como en este caso la evolución se hace a temperatura constante en el sistema cuya entropía inicial podemos admitir que es S_0, llegará a adquirir una entropía S, cuyo valor es

$$S = S_0 + \frac{79}{273} = S_0 + 0.259$$

y la variación tendrá como valor

$$\triangle S = S - S_0 = 0.259.$$

Conviene que tengamos en cuenta que la entropía inicial S_0 de un cuerpo, es un caso que no lo vamos a tomar en consideración; por cuanto no pasa con las entropías algo análogo a lo que pasa en los cuerpos con las temperaturas absolutas que se pueden medir con ayuda del termómetro; porque en el estado actual de la ciencia, no es posible determinar el estado de un cuerpo en el cual se tenga que la entropía absoluta es igual a 0.

Es por esto que en las aplicaciones industriales, solo se sirve uno de las variaciones de entropía, tomando entonces la entropía inicial $S_0 = 0$; así por ejemplo, la entropía del agua $S_0 = 0$ la tomaremos a 0° C o sea 273° absolutos.

También puede producirse la transformación a entropía constante; en este caso la línea representativa es una paralela al eje de temperaturas. Entonces la temperatura al variar lo hará según la relación $T = \frac{Q}{S}$.

Para darnos cuenta de una transformación puede también realizarse a entropía constante, consideremos el caso de los gases perfectos, por ejemplo, que pueden pasar por una serie de estados siguiendo las leyes de Mariote y Gay Lussac y podremos obtener lo que hemos llamado expansión adiabática, cuya curva representativa en el diagrama volúmen-presión está dada por la ecuación

$$pv^{\gamma} = Cte$$

Y puesto que en un gas que se dilata la variación de calor es nula se tendrá

$$\frac{dQ}{T} = dS = 0$$

La entropía del gas permanece constante en semejante evolución, la cual toma el nombre de *isentrópica*.

Si como se ve en la fig. 22, se considera una entropía constante, tal como $OM = S$, se tendrá que la temperatura variará, según la relación $\frac{q}{T}$ desde un valor T_0 hasta un valor T, es decir en una porción igual a BA en el eje de ordenadas.

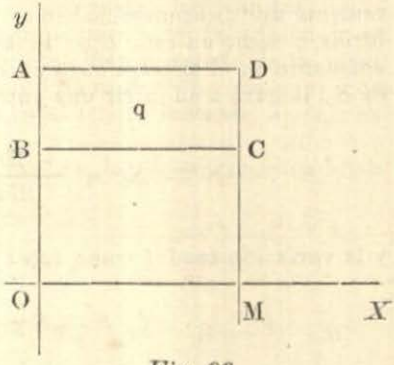


Fig. 22

En las transformaciones que consideremos puede suceder también que las entropías sean variables, entonces una variación dQ calorías da lugar a cambio de temperatura de T a T', fig. 18, y de entropía de OS a OS'; tal es el caso del calentamiento de los sólidos de los líquidos, gases y vapores y recalentados.

57.—Representación de los ciclos reversibles.— Se sabe que los ciclos son compuestos cuando representan una serie de transformaciones en que la temperatura varía de un modo contínuo pudiendo ser entonces *cerrado* o *abierto*, *reversible* o *irreversible*.

Por otra parte, hemos visto que el principio de Carnot generalizado a un ciclo cualquiera constituye lo que se llama en la ciencia que nos ocupa, el principio de Clausius.

Cuando se considera un ciclo cerrado se ha hallado aplicando el principio que acabamos de mencionar que el valor de la variación de entropía

$$\int \frac{dQ}{T} = 0$$

es decir, que la entropía no ha variado nada absolutamente. La

variación entrópica es la única que se trata de averiguar, porque de la entropía en un cuerpo no se conocen sino las variaciones. Lo que se busca, lo que el cálculo nos hace encontrar, es el valor que adquiere en el cuerpo cuando éste pasa de un estado a otro.

Si ahora consideramos un ciclo de Carnot, el diagrama entrópico nos permite hacer una representación muy simple de este ciclo. En efecto, consideremos el plano *yox* de la fig. 21, puesto que las isotérmicas son paralelas al eje de abscisas y las adiabáticas al de ordenadas; el mencionado ciclo quedará representado por el rectángulo $AA'B'B$.

El área $S_0AA'S$ nos vendrá entonces a representar la cantidad de calor que ha absorvido el cuerpo durante la transformación isotérmica, reversible, realizado a la temperatura T. La segunda isotérmica reversible realizada a la temperatura T_0 determina en el diagrama una superficie $S_0BB'S$ que representa el calor desprendido en esa transformación. La cantidad de calor q transformado queda entonces dada por la diferencia de áreas

$$S_0AA'S - S_0BB'S = BAA'B'$$

Entonces es posible tener inmediatamente el rendimiento p por la relación

$$p = \frac{BAA'B'}{AA'SS_0}$$

58.—Ciclos irreversibles.—El principio de Carnot Clausius es aplicable a las transformaciones reversibles de los sistemas; pero es bien sabido que los fenómenos naturales no siempre se verifican siguiendo esta ley.

Teniendo en cuenta esto, Clausius enunció el teorema fundamental siguiente: *La suma algebraica de las transformaciones realizadas en un ciclo cerrado no reversible, es negativa.* Lo que quiere decir que el refrigerante experimenta un aumento de entropía mayor que la perdida que experimenta el manantial.

Según esto,se tendrá

$$\frac{Q_0}{T_0} + \frac{Q}{T} + \ldots\ldots \frac{Q_n}{T_n} < 0$$

En efecto,si nos suponemos el ciclo cerrado, y tenemos en cuenta que el ciclo puede ser irreversible en el caso en que el cuerpo no se halle con el manantial de calor y el refrigerante a la misma temperatura; podemos suponer al ciclo dado dividido

por medio de una serie de adiabáticas, trazadas muy próximamente una de otra, en un número muy grande de ciclos elementales, como se ve en *abcd* de la fig. 17, sin el ciclo de Carnot que le está circunscrito.

Entonces, cuando consideremos uno de dichos ciclos, el *jfgk* por ejemplo, se puede ver que *fg* y *jk* son adiabáticas que hemos supuesto trazadas muy cerca una de otra, y que *jf* y *gk*, porciones inmensamente pequeñas del ciclo total, pueden admitirse en el ciclo elemental como isotérmicas.

Ahora, supongamos que en *jf* sea T la temperatura que corresponde al cuerpo, y la correspondiente al manantial de calor sea $T + dt$, es evidente que tendrá para la variación calorífica dQ que se realiza en este ciclo elemental

$$\frac{dQ}{T + dt} < \frac{dQ}{T}$$

Por otra parte, como para la temperatura del refrigerante podemos admitir que su valor está representado por $T_o - dt$ y el cuerpo que evoluciona estará siempre a una temperatura superior T_o, se tendrá:

$$\frac{dQ_o}{T_o - dt} > \frac{dQ_o}{T_o}$$

Pero sabemos que en un ciclo cerrado

$$\frac{dQ}{T} = \frac{dQ_o}{T_o} \quad \text{o} \quad \frac{dQ}{T} - \frac{dQ_o}{T_o} = 0$$

por lo tanto se tendrá

$$\frac{dQ}{T - dt} < \frac{dQ_o}{T_o + dt} \quad \text{o sea} \quad \frac{dQ}{T - dt} - \frac{dQ_o}{T_o - dt} < 0$$

Y realizando la suma de todos los ciclos elementales, tales como el *jfgk*, en que hemos supuesto dividido el ciclo total no reversible, se tendrá

$$S = \int \frac{dQ}{T} < 0$$

Este resultado es aún verdadero para un ciclo formado en

parte por modificaciones reversibles y en parte por modificaciones que no lo son.

Puede, como una aplicación de lo que acabamos de deducir, tomarse un ciclo isotérmico en el cual la temperatura conserva un valor invariable T; entonces la desigualdad anterior conserva su forma

$$\frac{dQ}{T} < 0$$

de donde

$$Q < 0$$

siendo

$$Q = Q_0 + Q_1 + \ldots\ldots Q_n$$

expresión que nos permite deducir que en el ciclo isotérmico real recorrido por el sistema considerado se realiza que hay mayor desprendimiento que absorción de calor.

Por otra parte, si consideramos la fuerza viva que posee el sistema que evoluciona al comenzar el ciclo y que designaremos por W_0; cuando el recorrido del ciclo ha terminado, el sistema solo tendrá una fuerza viva que llamaremos W. Además, durante la evolución el sistema habrá realizado un trabajo exterior que llamaremos $\mathcal{E}_e$. Entonces el principio de equivalencia nos permite escribir

$$\mathcal{E}_e + W_0 - W = QE$$

pero el ciclo es irreversible, entonces $Q < 0$ y por lo tanto

$$\mathcal{E}_e + W_0 - W < 0$$

Esta desigualdad nos conduce inmediatamente a establecer la siguiente conclusión: *Si un cuerpo o sistema de cuerpos evolucionan según un ciclo cerrado a temperatura invariable, y el trabajo realizado en el recorrido del ciclo es nulo, el cuerpo o cuerpos volverán a su estado inicial con una fuerza viva inferior a la que tenía al comenzar la evolución.*

En efecto, si el trabajo es nulo durante la evolución, la desigualdad anterior se convierte en

$$W_0 - W < 0 \quad \text{o} \quad W_0 < W$$

Tal es el caso de un peso P que suponemos suspendido por

y cuando se admite que el cuerpo pasa de la temperatura T_o a la T, la variación de la entropía será

$$S - S_o = C \int_{T_o}^{T} \frac{dT}{T} = C \; log \; nep \; \frac{T}{T_o}$$

De la misma manera cuando la variación se realiza a volumen constante, el gas o cuerpo que evoluciona, tiene un calor específico c, de esta manera el valor de la variación elemental dS de la entropía, para una variación dQ de calor a volumen constante será

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{c\,dT}{T}$$

y cuando se admite que el gas cuerpo o sistema que evoluciona pasa desde la temperatura T_o a la temperatura T, la variación total de entropía será:

$$S - S_o = c \int_{T}^{T_o} \frac{dT}{T} = c \; log \; nep \; \frac{T}{T_o}$$

61.—Curva de calentamiento y entropía de un kilogramo de agua.—El cálculo de la entropía para distintas temperaturas nos permite trazar la curva de calentamiento que corresponde a un kilogramo de agua.

Para construír dicha curva, que supondremos es AB, admitiremos que el calor específico del agua a presión constante es igual a la unidad, aunque sabemos que esta suposición no es completamente exacta, puesto que Regnault ha fijado

$$C = 1 + 0.00004\,t + 0'0000009\,t_2$$

Si ahora se realiza un incremento de calor $abcd = dq$ (fig. 23) la entropía recibirá un incremento $cd = dS$, y por lo tanto, habiendo admitido que C es igual a la unidad

$$dS = \frac{dT}{T}$$

La serie de variaciones elementales de la temperatura y de la en-

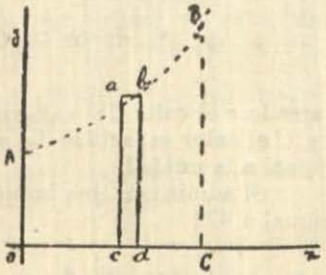


Fig. 23

tropía nos permite representar la curva de calentamiento tal como AB, en la cual la suma de los pequeños incrementos de entropía estará representada por una integral entre los límites de temperatura T_o y T, es decir por

$$S - S_o = \int_{T_o}^{T} \frac{dT}{T} = log\ nep.\ \frac{T}{T_o}$$

Si por ejemplo $T_o = 273^o$ y $T = 293$, se tendrá como valor de

$$S - S_o = log\ nep\ \frac{293}{273} = 2.3026\ log\ \frac{293}{273} = 0'071$$

De igual manera se puede calcular la variación de entropía entre 0° y 100° centígrados, siendo entonces

$$S - S_o = log\ nep\ \frac{373}{273} = 2.3026\ log\ \frac{373}{273} = 0.312$$

62.—Entropía de un kilogramo de vapor de agua saturado seco.—Si ahora se toma un kilogramo de agua y se le vaporiza hasta convertirlo todo en vapor saturado seco, es indudable que el aumento de entropía que experimenta estará compuesto de dos partes, la variación que corresponde al calentamiento del agua hasta la temperatura T, y que sabemos hallar, y la que corresponde a la vaporización hasta convertirse en vapor saturado seco.

Entonces la variación total de entropía estará dada por la S_1 que corresponde al calentamiento entre T_c y T y la S_2 de vaporización

$$S_1 + S_2 = C\ log\ nep\ \frac{T}{T_o} + \frac{r}{T}$$

siendo r el calor de vaporización del agua a la temperatura T y C el calor específico del agua que es 1.013, pero que tomaremos igual a la unidad.

Si admitimos que la temperatura es igual a $100^o C$, T será igual a 373

$$S_1 = log\ nep.\ \frac{373}{273} = 2.3026\ log\ \frac{373}{273}$$

$$S_1 = 2.3026\ (2.671709 - 2.4336163) = 0.312$$

Para la entropía correspondiente a la vaporización

$$S_2 = \frac{r}{T} = \frac{606'5 - 0.695 \times 100}{373} = \frac{537}{373} = 1.439$$

De esta manera, cuando la vaporización del agua se ha realizado completamente, la representación de la energía calorífica en el diagrama termo-entrópico, estará dada por un rectángulo $ABCD$, (fig. 24), cuya superficie, en la escala escogida, equivaldrá a las 537 calorías del calor latente r de vaporización, o más claramente, puesto que T que es la altura es constante, la base medida sobre el eje de las x tendrá como valor 1.439 que es lo que hemos hallado para S_2; en este caso, pues, el punto C define el estado calorífico de un kilogramo de agua cuando se ha vaporizado completamente.

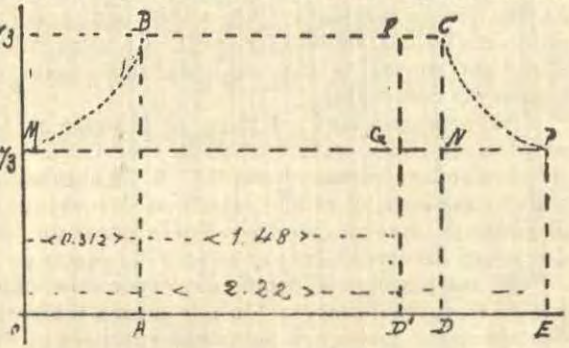


Fig. 24

Si ahora suponemos que el vapor experimenta un descenso de temperatura hasta llegar a la temperatura inicial de calentamiento 0° o sean 273° absolutos, sin que experimente condensación alguna por todos los estados caloríficos por donde pase; tendremos, por ejemplo, que para 90, 80, 70..... y 0° centígrados, los calores de vaporización estarán dados por 633'95, 630'9, 627'85,..... y 606'5 calorías respectivamente, valores estos que se deducen de la expresión de Regnault, la cual, como se sabe, da el calor total Q de vaporización en función de la temperatura considerada.

Entonces, a partir del punto C del diagrama, podrá determinarse para la entropía valores tales como

$$\frac{633'95}{363}, \quad \frac{630'9}{353}, \quad \ldots\ldots \quad \frac{606'5}{273}$$

obteniéndose de este modo valores para la abscisa correspondiente a cada una de las temperaturas absolutas que consideremos, lo

que permitirá construír la curva CP, la cual se denomina *curva de saturación*. En ella, como se ve, al punto P, corresponde una temperatura de 273° absolutos y una abscisa que está dada por la relación

$$S_c = \frac{606'5}{273} = 2'22$$

Consideremos ahora, el mismo kilogramo de vapor cuando se ha vaporizado completamente a 100° centígrados y realiza su expansión adiabáticamente hasta 0°. En estas circunstancias, se ha dicho anteriormente que esta expansión es isentrópica, es decir es a entropía constante.

En este caso tenemos el punto C cuyas coordenadas son 373° absolutos y 1'79 al principio de la evolución. Luego cuando la expansión se ha realizado hasta 0 = 273° absolutos, como la entropía es constante, el estado calorífico del vapor está definido por el punto N, y se ve que dicho fluído posee un número de calorías que están determinadas por el área del rectángulo $OMND$.

Si comparamos el estado del vapor en el punto N con el que nos dá la curva de saturación a la misma temperatura de 273 grados absolutos, podremos notar que entonces el fluído no es saturado seco. Se ha condensado parcialmente. Como la entropía es constante se habrá transformado una cierta cantidad de energía interna dada por el área $MBCN$; conservando el vapor una cantidad de calor que estará dada por $OMND$.

El vapor contendrá entonces una cierta cantidad de agua, es decir,será húmedo, y su título o tanto por ciento de sequedad lo podremos determinar con solo establecer la relación entre el valor de su entropía final y su entropía a 373°, es decir, entre 1'78 y 2.22 que son las abscisas correspondientes a N y P respectivamente, teniéndose entonces $x = \frac{1.75}{2.22} 0'8$; es decir, que por el hecho de la expansión adiabática, se han condensado 0.^{kg}200 o sea la quinta parte del kilogramo de vapor.

Se tiene de este modo una explicación del hecho que se realice condensaciones cuando se verifica la expansión del vapor. Cosa que fué prevista por Rankine y después comprobado experimentalmente en 1.850 por Hirn.

63.—La entropía en un kilogramo de vapor de agua húmedo.—Se sabe que en la práctica sucede que el vapor saturado no es completamente seco; al salir del generador arrastra consigo una cierta cantidad de agua en suspensión, en forma de finísimas burbujas, constituyendo, por lo tanto, una mezcla de agua y de vapor saturado.

En muchos casos la mezcla llega a tener 0'300 de humedad y aun más, quedando entonces el vapor reducido a 0'700 o menos del kilogramo. El grado de sequedad o título del vapor varía según las modificaciones de la temperatura y de la presión.

El título puede ser determinado experimentalmente, como se ha visto (42) por medio del calorímetro; pero también puede ser expresado, si se tiene en cuenta que la presión del vapor húmedo en el estado considerado tiene que ser la misma que la del vapor saturado seco a la misma temperatura, por la relación entre las diferencias del volumen específico v_h del vapor húmedo con el del agua v_a, y el volumen específico v_s del vapor seco con v_a.

En efecto, si x es el grado de sequedad, el de humedad será $1-x$, y entonces el volumen específico del vapor seco será $v_s x$ y el de agua $(1-x)\, v_a$ y como la suma corresponde al volumen específico de vapor húmedo se tendrá:

$$v_h = v_s\, x + (1-x)\, v_a$$

de donde

$$x\,(v_s - v_a) = v_h - v_a$$

y

$$x = \frac{v_h - v_a}{v_s - v_a}$$

De esta manera,el valor de la entropía que hemos hallado para el agua completamente vaporizada queda reducido y su expresión será para la variación realizada

$$S' - S_0 = C\ log\ nep\ \frac{T}{T_0} + x\,\frac{r}{T}$$

64.—Unidad de Entropía.—La expresión $S = \int \frac{dQ}{T}$ nos conduce a determinar la unidad de entropía, en efecto, supongamos un gas o un vapor en el cual el volumen específico experimente un calentamiento isotérmico a la temperatura absoluta T, podrá entonces procederse de modo tal, que llegue el caso que el número de calorías absorvidas sea igual a la temperatura T, en este caso se tendrá

$$S = \frac{Q}{T} = 1,$$

es decir, que entonces el aumento de entropía experimentado por el cuerpo será igual a la unidad.

65.—Ciclo de Rankine.—Hemos visto que el diagrama entrópico permite hacer una representación muy sencilla del ciclo de Carnot. Hagamos pues, la traducción geométrica de este principio aplicado al kilogramo de agua.

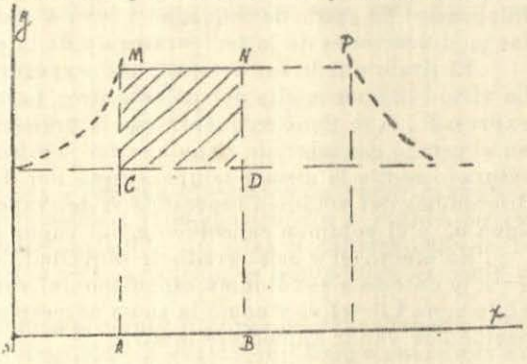


Fig. 25

Para esto, supongamos trazada la curva de calentamiento del agua desde una temperatura T_o a una T que caracteriza el punto *M*, fig. 25, y que estando a esta temperatura T, se vaporice hasta convertirse en vapor de un título $x = \frac{MN}{MP}$; después de lo cual se tendrá que el calor suministrado para la vaporización del kilogramo estará dado por el área *MNCD*, es decir, siendo *r* el calor de vaporización

$$MNCD = r\frac{MN}{MP} = rx$$

La isotérmica a la temperatura T es, pues, la paralela *MN* al eje de abscisas; luego, cuando el vapor evoluciona, suponiendo que su expansión sea adiabática, entonces, como lo hace sin variación de calor y con gasto de su energía interna, la línea representativa será la *ND* paralela al eje de ordenadas.

Luego, admitiendo que la evacuación se efectúa isotérmicamente a la temperatura T_o, la línea representativa en esta faz de la evolución será la *DC* paralela al eje de abscisas, pudiéndose ver entonces que *ACDB* calorías son cedidas al refrigerante.

Por fin, a la evacuación sigue la compresión que se realiza adiabáticamente, cerrándose entonces el ciclo con la línea *CM* que la representa, que es paralela al eje de ordenadas.

Entonces el calor total será $AMNB = T \times MN$ y el transformado en trabajo será $MNCD = (T - T_o)\,MN$, siendo el calor cedido al refrigerante, como ya hemos dicho, $ACDB = T_o \times MN$ y el rendimiento por lo tanto:

$$\rho = \frac{(T - T_o)\,MN}{T \times MN} = \frac{T - T_o}{T}$$

El caso que acabamos de considerar es puramente teórico, puesto que se oponen en la práctica para su realización, no solo la naturaleza misma del vapor que evoluciona, sino también los medios materiales en los cuales este fluído realiza su evolución.

En efecto, el ciclo de Carnot, además de ser cerrado es reversible, puede ser realizado por un cuerpo en un sentido o en otro; pero en la práctica el cuerpo no vuelve a su estado inicial por compresión adiabática, así en el caso del vapor de agua que hemos considerado, como se sabe, no existe la compresión adiabática, sino que para obtener el estado inicial es preciso realizar el calentamiento y vaporización del agua en la caldera.

Según esto, si se trata de representar exactamente el ciclo realizado por el vapor de agua obtendremos un gráfico distinto del que nos representa el ciclo de Carnot, este nuevo ciclo, teórico también, es debido a Rankine, del cual lleva su nombre.

Si ahora pasamos a su representación en el plano que determinan el eje de temperaturas oy y el de entropías ox, fig. 26, se obtendrá cuando se calienta el agua desde el estado que determina el punto A, a la temperatura T_o, hasta el estado determinado por el punto B a la temperatura T, la curva de calentamiento AB; el líquido entonces se vaporiza completamente a esta última temperatura T, constante, es decir de B a C, para enseguida efectuar su expansión adiabáticamente de C a D en donde realízase una transformación de energía interna en trabajo y condensarse luego al contacto del refrigerante, volviendo a su estado primitivo según DA.

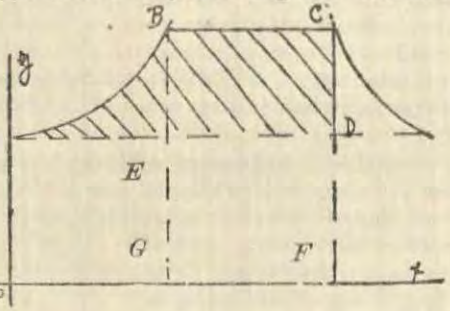


Fig. 26

Este ciclo, por ser más aproximado al que realiza él vapor en el cilindro o cilindros de una máquina y tener un rendimiento menor que el de Carnot, es sin embargo tan ideal como éste, en el caso del funcionamiento de estas máquinas térmicas.

El cálculo del rendimiento calorífico se hace en este diagrama, también, lo más fácilmente. Así, la medida de la energía calorífica correspondiente al calentamiento tal como $OABG$ y la correspondiente a la vaporización que es $GBCF$ las podemos determinar conociendo el valor de la temperatura en B y el de las entropías OG y GF, y de este modo se puede escribir que la cantidad total de energía calorífica sería

$$Q = OABG + GBCF$$

El número de calorías utilizadas sería $ABE + EBCD$ y por lo tanto el rendimiento sería

$$\rho = \frac{ABE + EBCD}{OABG + GBCF}$$

Una modificación del ciclo de Rankine consiste en llegar a realizar un diagrama formado por dos isotérmicas y dos curvas de expansión cualquiera; pero que representen evoluciones tales que sean superponibles. De esta manera se tendría el ciclo $ABCD$ de la fig. 27; en el cual BC y AD son las isotérmicas y las AB y CD las curvas de expansión realizadas en la forma antes indicada. En estas condiciones los ciclos AB y CD determinan respectivamente las áreas $EABF$ y $C'CDG$ iguales. Entonces el calor $C'CDG$ en lugar de cederse al refrigerante puede dar lugar a producir un calentamiento $EABF$ del fluído que evoluciona. Un ciclo semejante permite aprovechar el rendimiento del ciclo de Carnot.

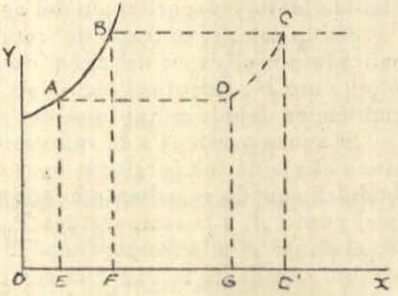


Fig. 27

66.—Diagrama entrópico práctico.—Conviene ahora que tengamos en cuenta, que el diagrama que se obtiene en la práctica, no contiene ni adiabáticas ni isotérmicas, que son irrealizables en el funcionamiento de las máquinas, debido a los medios materiales que constituyen el sistema de éstas, de tal modo, que el diagrama obtenido para el kilogramo de agua, que se vaporiza pasando de T_o a T grados centígrados presentará una forma muy distinta del diagrama teórico que hemos establecido.

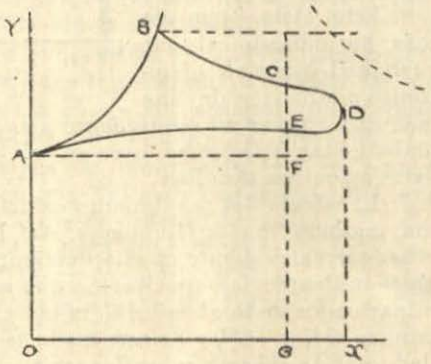


Fig. 28

La representación del diagrama práctico estará dada por una forma análoga a la de la fig. 28; en ella la curva de calentamiento está re-

presentada por AB, luego no pudiendo realizarse la vaporización y admisión a temperatura constante a causa de las condensaciones debidas a las paredes del cilindro, a las vaporizaciones, cosas ambos que dependen de los medios materiales y de la velocidad variable del émbolo dentro del cilindro, se obtendrá la curva BC.

En cuanto a la expansión, tampoco puede ser adiabática, puesto que las paredes del cilindro devolverán el calor que habían absorvido en su calentamiento, viniéndose a tener una curva tal como CD en la cual hay variación de entropía.

Por fin en la evacuación y vuelta del vapor al estado líquido tampoco podrá realizarse a la temperatura constante del refrigerante, teniéndose entonces la curva DEA.

67.—Observaciones. Determinación del título del vapor.—Para terminar, es conveniente que tengamos en cuenta aún,a más de lo que hemos considerado,de que a las variaciones que origina el medio o medios en que hemos supuesto realizado el ciclo, hay otra causa reductora del diagrama entrópico,la cual es debida al hecho de que hemos admitido desde el principio que dicho diagrama corresponde totalmente a un kilogramo de una mezcla de agua y de vapor, cuando este peso solo viene a ser constante durante la expansión. Esto, nos hace ver que el funcionamiento de las máquinas de vapor es distinto de las condiciones en que se realiza el diagrama entrópico que venimos considerando; pero a poco que observemos, podemos adaptar su generalización a dicha clase de máquinas. Para esto, tendremos en cuenta que en un instante cualquiera del funcionamiento de la máquina el peso del fluído que evoluciona en la caldera, cilindro y condensador no experimenta ningún cambio apreciable. Por lo tanto se podrá sin cometer ningún error, tomar el vapor húmedo contenido en el cilindro como una fracción del peso total considerado cuya otra parte se encuentra en la caldera o en el condensador.

Conviene entonces referir estas consideraciones al gráfico de la fig. 24. Así por ejemplo, si el peso considerado es la unidad, el punto F determinará un título dado por $\frac{BF}{BC}$, y si este supongamos, es 0'7, sabemos muy bien que 0.300 de la unidad de peso escogida se encontrarán en estado líquido y 0.700 se habrán vaporizado. Entonces, pueden encontrarse los 0.300 del peso ya sea en el cilindro o ya sea parte en la caldera y parte en el cilindro; pero cualquiera que sea de éstas la situación en que se encuentra el agua no vaporizada, el resultado que obtengamos en la medida de la energía calorífica que se ha suministrado para la vaporización del agua, será siempre el mismo, puesto que en uno y otro caso obtendremos la misma cantidad de calorías que se han trasmitido para convertir los 0'700 de la unidad de peso en vapor.

Así pues, si el punto F indica la cantidad de vapor seco

menor que la unidad, suministrada al cilindro, la superficie $OMBFD'O$ corresponderá al número de calorías suministradas para el calentamiento y vaporización.

Por otra parte al fin de la expansión, el punto G nos permite determinar un título tal como $\frac{GM}{MP} = 0'56$ aproximadamente, es decir que entonces habrá en el cilindro esta cantidad de vapor seco y quedarán en el cilindro y la caldera 0'44 del peso total en estado líquido.

Por fin, consideremos un punto cualquiera en la línea que representa la evacuación $B'M$, y supongamos un valor de 0'6 como título del vapor, en este caso nada importará que estén en el cilindro, o estén parte en el cilindro y parte en el condensador los 0'4 del fluído que se encuentran en estado líquido; porque en nada influirán bajo el punto de vista calorífico del conjunto que se encontrará a la temperatura T_0 y que poseerá entonces la entropía $B'M$.

Hechas las indicaciones anteriores se ve que no hay dificultad en poder efectuar la aplicación del diagrama entrópico; el cual, entonces, no solo es suceptible de indicar la cantidad de calor suministrado y de calor transformado, teniéndose entonces el trabajo con solo multiplicar la cantidad de energía transformado por el equivalente mecánico; sino que además, y es entonces, en donde reside su mayor utilidad práctica, por medio de él, podemos apreciar la manera como se realiza la utilización del calor, las causas en que es mala esta utilización como resultado de las condensaciones, estrangulamientos, etc; de ahí que la consideración de dicho diagrama sea tan indispensable para el cálculo de establecimiento de los motores térmicos, principalmente de las turbinas de vapor.

Por las indicaciones que hemos dado, se ve que el diagrama entrópico puede obtenerse en todos los casos. En efecto, se puede deducir de la transformación del diagrama volumen-presión o sea que se refiera a una evolución térmica cualquiera, como por ejemplo, el caso del escape del vapor por un orificio cualquiera cuando se expansiona de una temperatura T a otra T_1 inferior.

Con el fin de fijar las ideas respecto a las varias aplicaciones que tiene el conocimiento de la entropía en el establecimiento y funcionamiento de las máquinas, supongamos que se quiera determinar el título x_1, del vapor cuando este fluído ha realizado su expansión adiabática a través de la tobera de una turbina, cuando, previamente, por medio de las medidas calorimétricas se ha determinado el título x a la entrada.

Naturalmente semejante expansión se supone que se realiza en un medio aislado térmicamente de una manera absoluta y en el cual el vapor no experimenta rozamientos.

Supongamos que la fig. 29 nos represente el diagrama entrópico de un kilogramo de vapor húmedo, y que al realizar su expansión este fluído que tiene un título x_1 y una temperatura T_1 a la cual corresponde un calor de vaporización r_1, pase a tener el título x_2 y la temperatura T_2 a la que corresponde un calor de vaporización r_2.

Como la expansión se realiza adiabáticamente, la variación de entropía será nula en todo instante y se podrá escribir que la diferencia de entropías será nula en los dos estados considerados.

En efecto, cuando la temperatura que consideramos es T_1, la entropía del vapor de agua húmedo se compone de dos partes, una que corresponde al calentamiento a presión constante del agua y la otra que resulta de la vaporización de dicho líquido al título x_1; de modo que se podrá escribir, llamando S_1 la entropía total

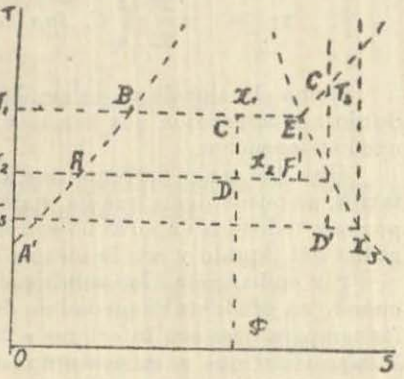


Fig. 29

$$S_1 = \int_0^{T_1} C \frac{dT}{T_1} + \frac{x_1 r_1}{T_1} = C \log nep\ T_1 + \frac{x_1 r_1}{T_1}$$

Ahora, cuando el vapor se ha dilatado en las condiciones antes dichas, la temperatura será T_2 y la entropía que llamaremos S_2 tendrá por valor la suma de la entropía de calentamiento a la temperatura T_2 y la de vaporización al título desconocido x_2; de esta manera se podrá escribir

$$S_2 = \int_0^{T_2} C \frac{dT}{T_2} + \frac{x_2 r_2}{T_2} = C \log nep.\ T_2 + \frac{x_2 r_2}{T_2}$$

y puesto que hemos admitido que $S_1 - S_2 = 0$, $S_1 = S_2$; de donde se tiene:

$$C \log nep\ T_2 + \frac{x_2 r_2}{T_2} = C \log nep\ T_1 + \frac{x_1 r_1}{T_1}$$

expresión de la cual, como se ve, fácilmente se puede deducir el valor de x_2, y de este modo se tiene:

$$x_2 = \frac{T_2}{r_2}\left(C.\ log\ nep\ \frac{T_1}{T_2} + \frac{x_1 r_1}{T_1}\right)$$

Como el valor de x_2, es menor que el correspondiente a x_1, durante la expansión que hemos supuesto adiabática se produce una condensación.

Hay que tener presente que solo en un caso como el que tratamos, se puede decir que ha habido condensación o expansión; por que todos los vapores no son los mismos, varían con la naturaleza del líquido y con la mezcla que los constituye.

Sin embargo, en las condiciones del vapor de agua saturado, cuando su grado de sequedad no desciende del 70 por ciento y las temperaturas son inferiores a 200° *C*, se suele comprobar, como lo hizo Hirn, que x_2 es siempre ménor que x_1.

Si ahora, suponemos que el vapor que desemboca en la llave de admisión de una turbina es saturado, a la temperatura de 180° *C* y de un grado de sequedad $x_1 = 0'9$, y pretendemos averiguar cuál va a ser su título x_2 cuando ha realizado su expansión adiabática hasta la temperatura de 100 *C*, nos bastará, como hemos visto, averiguar el valor de las entropías a 180 y 100°, igualar los dos valores encontrados y despejar el valor de x_2 que será entonces la incógnita.

Así, la entropía *S* de un kilogramo de agua a 180° tiene como valor, cuando admitamos que el calor específico *C* es igual a uno

$$S = log\ nep\ \frac{453}{273} + \frac{606'5 - 0'695 \times 180}{453}\ 0'9$$

o también

$$S = 2.3026\ log\ \frac{453}{273} + \frac{606'5 - 0.695 \times 180}{453}\ 0'9 \quad o$$

$$S = 0.5062 + 0.9\ \frac{481.4}{453} = 0'506 + 0'957 = 1'463$$

En cuanto a la entropía *S'* del kilogramo del vapor de agua saturado a 100° *C* será

$$S' = 2.3026\ log\ \frac{373}{273} + \frac{606'5 - 0.695 \times 100}{373}\ x' \quad o$$

$$S' = 0.312 + 1.44 \times x'$$

Y puesto que $S = S'$ se podrá escribir

$$1.463 = 0'312 + 1'44\ x'$$

de donde

$$x_2 = \frac{1.463 - 0.312}{1.44} = 0'79$$

Si ahora, se admite que el grado de sequedad en el vapor es la unidad, entonces $x_1 = 1$ y el valor de x_2 será:

$$x_2 = \left[log\ nep.\ \frac{T_1}{T_2} + \frac{r_1}{T_1} \right] \frac{T_2}{r_2}$$

pudiéndose ver, que en la figura considerada la línea representativa de la expansión adiabática será EF

Por fin, si admitimos que el vapor saturado a la temperatura T_1, se sobrecalienta hasta la temperatura T_s resultará una curva EC' que partiendo del punto E pase por el punto C'.

En este caso admitiremos que la presión permanece constante, siendo la variación de temperatura comprendida entre T_s y T_1.

La variación entrópica tendrá que comprender por lo tanto la parte correspondiente al recalentamiento del vapor; si C_p es el calor específico a presión constante y Q' es el calor absorvido por el vapor al realizar esta transformación

$$\frac{Q'}{T} = \int_{T_1}^{T_s} \frac{C_p\, dT}{T} = C_p\ log\ nep\ \frac{T_s}{T_1}$$

Pero ya hemos visto que en el caso del vapor saturado seco, la variación de entropía comprende la parte que se relaciona con el calentamiento del agua y la que corresponde a la vaporización, de modo que si admitimos que para la evolución que venimos estudiando, dicha variación es $S - S_o$ se tendrá:

$$S - S_c = C\ log\ nep.\ T_1 + \frac{r}{T_1} + C_p\ log\ nep\ \frac{T_s}{T_1}$$

y empleando logaritmos tubulares

$$S - S_o = 2.3026 \left(C\ log\ T_1 + C_p\ log \frac{T_s}{T_1} \right) + \frac{r}{T_1}$$

De la misma manera si suponemos que el vapor se expansiona desde C' a D' cayendo de la temperatura T_S a la T_3 su estado final determinará un estado entrópico igual al anterior y podremos escribir

$$2.3026\left(C\ log\ T_1 + C_p\ log\ \frac{T_S}{T_1}\right) + \frac{r}{T_1} = C\ log\ T_3 + \frac{x\ r_3}{T_3}$$

$$2.3026\left(C\ log\ T_1 + C_p log\ \frac{T_S}{T_1}\right) + \frac{r}{T_1} = C\ 2.3026 log\ T_3 + \frac{x\ r_3}{T_3}$$

de donde se deduce

$$x_3 = \left[2.3026\left(\left(C log T_1 + C_p log \frac{T_3}{T_1}\right) - C log T_3\right) + \frac{r}{T_1}\right]\frac{T_3}{r_3}$$

68.—Determinación por medio del diagrama entrópico de la pérdida de calor al realizar el vapor su expansión adiabática.—Vamos a determinar esta pérdida, que no es otra cosa que la diferencia entre los calores de vaporización de los estados límites que se consideren. Como el calor total de vaporización lo hemos designado por λ para los estados cuyas temperaturas son T_1 y T_2, respectivamente, dicha diferencia la haremos $\lambda_1 - \lambda_2$, la cual será igual al área $ABCD$ para el vapor saturado húmedo, de modo que se podrá escribir, cuando el calor específico del agua es igual a la unidad.

$$\lambda_1 - \lambda_2 = ABCD = T_1 + x_1\ r_1 - (T_2 + x_2\ r_2)$$

pero x_2 es desconocido y determinándolo por el procedimiento que hemos indicado precedentemente, se tiene:

$$\lambda_1 - \lambda_2 = T_1 - T_2 + x_1\ r_1 - r_2\left[\frac{T_2}{r_2}\left(log\ nep\ \frac{T_1}{T_2} + \frac{x_1\ r_1}{T_1}\right)\right]$$

simplificando

$$\lambda_1 - \lambda_2 = T_1 - T_2 + \frac{x_1\ r_1}{T_1}(T_1 - T_2) - log\ nep\ \frac{T_1}{T_2}\ .\ T_2$$

$$= T_1 - T_2\left(1 + \frac{x_1\ r_1}{T_1}\right) - log\ nep\ \frac{T_1}{T_2}\ .\ T_2$$

Del mismo modo, cuando la pérdida que se quiere hallar co-

rresponde a la pérdida que experimenta en su expansión el vapor recalentado primitivamente la diferencia $\lambda_1 - \lambda_2$, corresponderá en la figura al área $ABC'D'$, valor que se deduce conociendo los calores de vaporización r_1 y r_2 a las temperaturas T_1 y T_2, el calor específico C_p del vapor recalentado y la temperatura T_3 a que se llega a elevar dicho fluído; pudiendose entonces escribir

$$\lambda_1 - \lambda_2 = T_1 + r_1 + C_p\,(T_3 - T_2) - (T_2 + r_2 + C_p\,(T_3 - T_2)$$

69.—Transformación del diagrama dinámico en diagrama entrópico.—Comencemos por obtener, por medio del indicador, el diagrama correspondiente a la evolución del vapor en el cilindro de una máquina de émbolo.

Si ahora representamos a escala conveniente las presiones y los volúmenes, se tendrá el diagrama de la fig. 30, referido a dos ejes rectangulares coordenados.

En este caso, y admitamos que OV representa el volumen total del cilindro que supondremos igual a un metro cúbico incluyendo los espacios neutros.

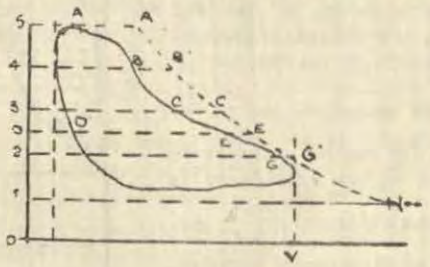


Fig. 30

Referida a los mismos ejes tracemos la curva de saturación $A'B'C'D'E'G'$ que le es exterior al diagrama y que en la misma escala nos dará la presión y el volumen de un kilogramo de vapor seco.

Así, para una tensión de 5 kgs. por cm^2, el volumen es $5A$, que se halla por la relación $\frac{1}{2.66}$ puesto que a esa presión la densidad del vapor seco es 2'66; para 4 kgs. será $4B$ o sea $\frac{1}{2.158}$ puesto que a esa presión la densidad es 2.158; para 3, 2 y 1 kg. puesto que las densidades son 1'64, 1'127 y 0'59 respectivamente, los volúmenes que corresponderán en orden a las presiones serán

$$\frac{1}{1.64}\,,\quad \frac{1}{1.127}\,,\quad \frac{1}{0.59}\,.$$

Podremos de esta manera, determinaremos una serie de puntos tales como A', B', C', D', E', etc. por medio de los cuales se traza la curva de saturación.

Ahora, habiéndose admitido que del kilogramo de vapor seco una parte puede estar en el cilindro y la otra en la caldera para un punto cualquiera B, se tendrá

$$x' = \frac{4B}{4B'} < 1$$

Pasemos ahora a trazar el diagrama entrópico, para esto, a la escala conveniente, se toma en el eje de las temperaturas, las correspondientes a las presiones en kilogramos, tracemos las curvas de calentamiento y saturación del kilogramo de agua, fig. 31.

Si ahora, consideramos un punto A del diagrama volumen-presión, para el cual el título del vapor es $x = \frac{5A}{5A'}$.

Se puede, como se ve en la figura establecer la misma relación $\frac{5A}{5A'}$ sobre el diagrama entrópico, teniéndose entonces que el punto A del diagrama entrópico es el A del dinámico.

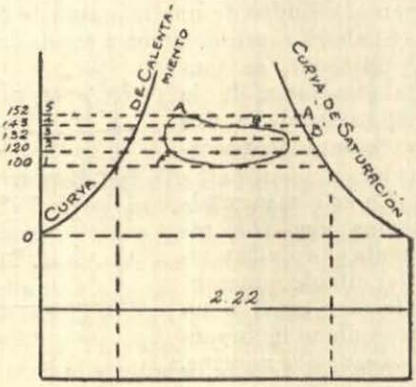


Fig. 31

De la misma manera se puede establecer los puntos correspondientes a las presiones que hemos considerados para las cuales los títulos serían $x' = \frac{4B}{4B'}$, $x'' = \frac{3C}{3C'}$, $x''' = \frac{2D}{2D'}$, etc.; obteniéndose así una curva cerrada ABF, que representará el diagrama dinámico transformado en entrópico.

La medida de esta superficie nos conduce a hallar el calor transformado en trabajo.

CAPITULO VII

Descarga de los fluídos a través de un orificio

70.—Experiencias sobre la salida de los gases y vapores.—Distintas experiencias se han venido realizando desde mediados del siglo pasado para comprobar la manera como se comportan los gases y vapores al salir a través de conductos dados; en el principio, estas experiencias fueron con objeto de constatar fórmulas teóricas y en ciertos casos coeficientes prácticos; pero sin tener como mira una aplicación inmediata.

Las experiencias del siglo pasado sobre el escape del aire y los gases, lo mismo que las que se relacionan con el vapor de agua, no siempre revistieron una rigurosidad completa.

La introducción de la turbina de vapor en el mundo industrial ha hecho que se dé alguna orientación; pero sin darle la importancia que el problema merece, a lo cual hay que agregar lo difícil que es ejecutar experiencias exactas por la influencia de múltiples causas de error, pues hay que tener en cuenta, que en lo que se relaciona con el vapor, las experiencias realizadas con los mismos aparatos pero con vapor procedentes de aguas distintas, y que contienen por consiguiente proporciones diferentes de aire, dan resultados que no son iguales.

Con respecto a la salida de los gases son dignas de recordarse las experiencias de Weisbach, las de Saint-Venant, Wantzel, sobre el escape por tubos de diversa forma; pero de dimensiones pequeñas y con presiones muy bajas.

Las experiencias de Zeuner más recientes, realizadas en 1897, para averiguar el valor de γ en la ecuación $p\, v^{\gamma} = Cte.$ y el coeficiente φ de pérdida de calor.

Los experimentos de los profesores Napier, Parenty, Rosenhain, Rateau, Stodola, etc. sobre la salida de los vapores.

Merecen relatarse suscintamente las experiencias realizadas por Napier, las cuales contribuyeron a confirmar las hipótesis establecidas por Wantzel y Saint-Venant sobre la formación de una cierta presión en la boca de salida del fluído.

Napier distinguía dos casos en la salida, una cuando la presión

externa es mayor que la mitad de la presión interna, y otro cuando es menor.

En sus experiencias la presión inicial era de cuatro atmósferas y la medida del peso del vapor empleado se hacía por el aumento que experimentaba en su peso el agua de condensación.

El orificio de escape tenía 14'3 milímetros de diámetro, y estaba provisto de un tubo de enlace primero y uno cilíndrico a continuación; éste, en las primeras experiencias, tenía 95'3 milímetros de longitud y en las segundas solo 12'7.

Las primeras experiencias condujeron a Napier a la conclusión de que el peso de vapor en kgs. que atraviesa un orificio de un metro cuadrado de sección está dado por 201 veces la longitud de la perpendicular levantada al diámetro de una semicircunferencia, el cual diámetro se forma por la suma de un segmento que tiene por longitud la presión p en atmósferas absolutas, más otro que representa el peso específico del vapor en kilogramos por metro cúbico.

En las experiencias llevadas a cabo con el segundo tubo, que también era cilindro,este valor era de 224; lo que hacía ver que el gasto aumenta con la disminución de resistencia.

Experiencias realizadas por Zeuner en la misma época, con un orificio de 10'6 milímetros de diámetro y con un tubo de enlace, dieron 225 como valor para el coeficiente.

En una de las experiencias de Rosenhain este valor, obtenido para la salida por metro cuadrado en un segundo,fué 218.

El profesor Stodola ha estudiado el movimiento del vapor a través de un tubo divergente en el cual los diámetros de sus secciones variaban en forma especial.

En este tubo la sección mínima, se encontraba a 4 milímetros del origen y tenía un diámetro de 12'5 mm. y la sección máxima se hallaba a 160 milímetros del origen y su diámetro era de 36'9 milímetros.

Las experiencias realizadas por el profesor a que hacemos referencia, eran empleando vapor ligeramente recalentado a una presión inicial de 10'48 kgs. por centímetro cuadrado y a la temperatura de 190° C, permitiéndole llegar a un acuerdo aceptable entre las presiones medidas en las sucesivas secciones y la presión teórica, suponiendo un 15 por ciento de pérdida de energía en el tubo.

Experiencias realizadas por Rosenhain y con turbinas de Laval han comprobado que la tal pérdida es muy exagerada.

Determinando experimentalmente la longitud que ha de tener el tubo de inyección, con el fin de que el chorro de vapor se dilate convenientemente llenando las secciones sucesivas, se encuentra que tales pérdidas no deben alcanzar ni al 10 por ciento, y entonces se puede tener una velocidad efectiva que puede ser 0'95 de la teórica.

No terminaremos sin hacer mención de las experiencias del profesor Lewicki, hechas todas para comprobar la manera como se comporta el vapor recalentado a diversas temperaturas al salir por tubos de inyección divergentes y convergentes.

Si se admite que la expansión es adiabática, reuniendo la condición $p\,v^{1'33} = Cte$, el acuerdo entre las velocidades teóricas y las observadas es tanto mayor, cuanto más grande es el recalentamiento y de todas maneras, la diferencia no pasa del 5 por ciento.

El desarrollo de la turbina de vapor y las espectativas de obtener el mejor rendimiento tiene que contribuír a hacer más exactas las investigaciones que se hagan con el fin de determinar las condiciones de salida de los vapores y gases.

71.—Escape de un fluído.— El caso del escape de un vapor o gas debe estudiarse teniendo en cuenta los fenómenos térmicos que produce.

Entonces, pasando el fluído de una presión constante p_0 a otra p, que es menor, desarrolla un trabajo que puede servir en su expansión para producir un incremento de su energía cinética, para producir un trabajo contra la gravedad y para realizar un trabajo contra la resistencia del rozamiento.

Cuando se trata de gases o vapores que escapan a través de un orificio, las pérdidas de energía que ocasiona la acción de la gravedad y el rozamiento pueden despreciarse, tomándose entonces, el trabajo producido en la expansión como igual al aumento de energía cinética obtenido por el gas o vapor en su evolución.

Así, si consideramos un chorro de vapor y admitimos que tiene un escape constante en un canal de sección variable cuyas paredes son impermeables al calor, fig. 32, cada una de las partículas del vapor describe una trayectoria regular que llamaremos línea de flujo.

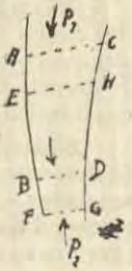


Fig. 32

Siendo el régimen permanente un mismo peso pasa en cada sección durante el mismo tiempo. Sea P el gasto de kilogramos por segundo. Durante un tiempo dt el peso que se escapa por las secciones es $P\,dt$, cuya masa será $\frac{P.\,dt}{g}$. Para estudiar el escape, observemos que la masa de fluído, en $ABCD$, al tiempo O ha venido a $EFGH$ al tiempo dt; como las masas de los volúmenes $ACEH$ y $BFGD$ deben ser iguales, se puede decir que durante el tiempo dt la masa $ACEH$ se escapa en $BDFG$.

En una sección $ABCD$ de este canal admitamos la condición de que el estado del vapor está expresado por la presión p_1 y el volumen específico v_1, siendo V_1 la velocidad y s_1 la sección; en otra sección $EFGH$ podemos admitir que p_2 es la presión, v_2 el

volumen específico, s_2 la sección y V_2 la velocidad, en este caso la energía cinética habrá pasado de:

$$\frac{m\ V_1^{\,2}}{2} \quad \text{a} \quad \frac{m\ V_2^{\,2}}{2}$$

y habrá variado por lo tanto, en la cantidad

$$\frac{P\,dt}{2\,g}\ (V_2^{\,2} - V_1^{\,2})$$

Consideremos el canal en el cual como hemos dicho,el peso elemental de vapor $P\ dt$,se realiza en un tiempo dt,y después de escapar a través de la canal A_1F, sale por FG. En este caso, para hallar el aumento de velocidad en el elemento de masa introducida, aplicaremos el principio de conservación de la energía. Pudiéndose decir que la suma del trabajo externo es igual al incremento total de energía de la partícula entre su estado final y el inicial. No sería suficiente considerar la energía externa, que como sabemos, es la energía cinética; porque trátase de un fluído elástico, que se dilata durante su movimiento, lo que equivale a ejecutar trabajo fuera de esta energía puesto que se ha admitido que no recibe ni cede calor.

Tanto como concierna al trabajo de las fuerzas exteriores, la influencia de la acción de la gravedad, que es el peso, debe despreciarse como hemos dicho en los problemas por ser demasiado pequeña.

El trabajo realizado por la presión en la superficie externa del chorro de vapor es considerado nulo, pues las fuerzas están en ángulo recto a la dirección de las partículas de este fluído. Por eso, solamente el trabajo en las áreas seccionales es el que necesita ser considerado.

Si dividimos el largo del canal considerado en un número infinitamente pequeño de partes dl se tiene, un número infinito de secciones $s_1, s', s'', \ldots s^n$, s_2, en las cuales s_1 y s_2 son las secciones primera y última del canal considerado; pudiendo admitirse que las presiones en dichas áreas son p_1. p' p''.... p^n. p_2; siendo p_1 y p_2 las presiones en las secciones s_1 y s_2 respectivamente.

Como el fluído está sometido a la acción de las presiones, hacia abajo e intermediarias, el trabajo dado en las áreas seccionales altas es:

$$p_1\ s_1\ dl_1 + p'\ s'\ dl' + \ldots + p_n\ s_n\ dl_n$$

(Continuará).

REGLAMENTO PARA CALIFICACION DE OFICIALES EN LA MARINA DE ESTADOS UNIDOS.

Trascripción de la Revista de Marina de Chile

1. Las calificaciones de oficiales (*reports on fitness of officers*) se harán en los formularios establecidos, a fines de marzo y de setiembre de cada año y cada vez que los oficiales sean desembarcados o transbordados. Las calificaciones deberán ser enviadas al Ministro de Marina (Dirección del Personal), *y contener un estado de todos los castigos que hubiere recibido el oficial*, con la fecha y explicación de la naturaleza de la ofensa, clase y grado del castigo. Todas las calificaciones serán consideradas como comunicaciones extrictamente confidenciales. En caso de que se envíen a un comandante u otro oficial, para que informe o para otro objeto, deberán ser remitidas confidencialmente.

2. Un comandante en jefe debe calificar a los comandantes de fuerza naval a sus órdenes, a los miembros de su estado mayor y a todos los comandantes de los buques que no se encuentren regularmente agregados a una división, o agregados a la división de la cual él sea comandante. Un comandante de fuerza naval califica a los comandantes de escuadra, flotillas y divisiones a sus órdenes, y a los miembros de su estado mayor, y deberá enviar las calificaciones (excepto las del personal de su estado mayor) por conducto del comandante en jefe, quien debe comentarlas, si lo estima conveniente. Un comandante de división debe calificar a los comandantes de buque de su división y a los miembros de su estado mayor. Estas calificaciones deben ser enviadas a la Dirección del Personal por conducto del comandante de la escuadra y del comandante en jefe, y estos jefes pueden hacer a las calificaciones todos los comentarios que deseen. El comandante de buque debe calificar a todos los oficiales a sus órdenes: *al segundo comandan-*

te y oficial de detall, a todos los oficiales de cargo, guardieros, de división, entrepuente, y a todos los oficiales subalternos que no hagan servicio en las máquinas. El oficial artillero deberá calificar sobre la eficiencia en artillería, a todos los oficiales de las divisiones de cañones y control. El ingeniero de cargo, a todos los oficiales a sus órdenes, respecto de su eficiencia en ingeniería. El comandante de un apostadero deberá calificar a los miembros de su estado mayor, a los comandantes de buques agregados al apostadero, a los jefes de arsenales y secciones del apostadero y a todos los oficiales a sus órdenes, excepto a aquellos que estén agregados a los buques y los pertenecientes a las secciones de la artillería de costa. El jefe de una dirección o comisión, consejo, jefe de sección o departamento en apostadero, o cualquier jefe en servicio especial, deberá calificar a todo el personal a sus órdenes. Las calificaciones de los oficiales hechas por los comandantes de buques deberán ser enviadas directamente al Ministerio de Marina. Las calificaciones hechas por los comandantes de división, respecto a los comandantes de buque, deben de ser enviadas, confidencialmente, al comandante en jefe, quien deberá remitirlas al Ministerio, con los comentarios que estime convenientes; y, si estos son desfavorables, deberá seguir el camino indicado en el párrafo 5 de este artículo. *La Dirección del Personal deberá informar al Jefe de Estado Mayor, sobre todos aquellos oficiales que, según las calificaciones, tengan buenos conocimientos de cualquier lugar o región, o muestren alguna aptitud especial para el servicio de información.* El Director del Servicio de Comunicaciones Navales deberá calificar a los superintendentes de las divisiones de comunicaciones, y éstos a los jefes de distritos.

3. Las calificaciones de los jefes de departamentos o secciones de los apostaderos deben ser enviadas a los comandantes en jefe, para ser comentadas por éste, en especial sobre asuntos militares. Las calificaciones hechas por los oficiales del detall y oficiales de cargo, deben ser visadas por los comandantes, y, con comentarios o sin ellos, enviadas directamente al Ministerio, si es posible conjuntamente con las calificaciones del comandante.

4. Las contestaciones que se den a los diferentes ítems del formulario sólo corresponderán al período señalado. Cuando la contestación a cualquier ítem, por cualquier motivo, *pueda considerarse desfavorable, deberán estamparse claramente las razones en la página de observaciones. Una copia de todas las partes desfavorables de la calificación debe ser entregada al interesado, para que dé una explicación escrita con relación a ella, la cual debe ser visada por el superior y enviada con la calificación. Si él no desea dar una explicación, debe así hacerlo presente por escrito.* Sin embargo, a bordo de los buques y en otras secciones, la calificación debe mostrársele al oficial interesado, en todo caso, para su información; pero esto no los autoriza

para dirigir una comunicación a las autoridades superiores. *Los oficiales que califican no están obligados a dar contestación a preguntas de que no tengan conocimiento personal. La contestación a cualquier pregunta puede ser acompañada por todas aquellas observaciones favorables o desfavorables, que el oficial que califica considere conveniente explicar.*

5. Cuando un médico informe, en la calificación de un oficial, que éste emplea venenos o drogas que tiendan a descalificarlo física, mental o moralmente para el servicio, deberá, al mismo tiempo, presentar un informe por escrito del hecho, al comandante del buque, jefe del apostadero, jefe de división o comandante en jefe (por conducto regular), según el caso; y este oficial deberá proceder inmediatamente como indica el párrafo anterior, respecto a los informes desfavorables para un oficial, y en seguida, deberá mandar al Ministerio de Marina una copia del informe médico, la contestación del oficial interesado y los comentarios que estime apropiados, conjuntamente con la calificación semestral del oficial.

6. Notas especiales, deberán enviarse, cada vez que se presente la ocasión de informar sobre:

a) Conducta distinguida en combate.

b) Actos notables de valor o abnegación en el servicio.

c) Actos extraordinarios de coraje o habilidad, en caso de peligro o gran responsabilidad.

Estas condiciones deben cumplirse a la letra, y no deben extenderse a actos ejecutados en cumplimiento de deberes, los que, a pesar de que no sean corrientes, no son extraños a marinos o militares. Las calificaciones de oficiales que se envían regularmente, deben comprender una apreciación lo más completa posible de cómo el oficial cumplió con sus deberes, ordinarios y especiales, durante el período.

d) Los casos graves de mala conducta o de notables ineficacias también son tema para notas especiales, de las cuales se entregará una copia al interesado, para que haga presente en su exposición las circunstancias que estime deben tomarse en cuenta.

e) Los oficiales temporalmente destacados o ausentes de sus apostaderos, en cumplimiento de deberes extraordinarios o adicionales, serán calificados por el superior a cuyas órdenes efectúan estos trabajos, por medio de una nota enviada a los jefes a cuyas órdenes estén permanentemente, para que éste la agregue a la calificación semestral del oficial.

Este párrafo no se aplica a los deberes en consejos de guerra, comisiones de estudio, de investigación, etc.

7. La hoja de servicios de un oficial, archivada en la D. del P., debe comprender los siguientes informes:

a) Calificaciones.

b) Notas especiales, como se prescriben en el párrafo 6.

c) Extractos de las vistas fiscales o recomendaciones de los consejos o cortes navales, respecto del cumplimiento de los deberes del oficial.

d) Informes de personas fuera de la Marina, respecto al cumplimiento de las obligaciones del oficial o de su carácter; *pero nada desfavorable se archivará, sin el conocimiento del oficial, y después de una investigación.*

e) Recomendación o censura por un superior, que no sea el oficial que hace la calificación, *siempre que esté basada en las investigaciones de una corte o consejo, o en el conocimiento personal que tenga el superior de los hechos;* pero no cuando la información está fundada en las observaciones del oficial que hace la calificación del caso.

f) Exposiciones del oficial, en contestación a cualquier información desfavorable que se encuentre en su hoja de servicios.

La aptitud de un oficial para el servicio, sus promociones y destinaciones, se determinan por su foja de servicios. Las calificaciones y notas especiales son decisivas en la carrera del oficial, y tienen una influencia muy importante para la eficiencia del servicio naval. La preparación de estas calificaciones, por consiguiente, es una de las obligaciones más importantes y de mayor responsabilidad de todos los oficiales superiores.

CALIFICACIONES PARA LOS OFICIALES EN SERVICIOS INDEPENDIENTES O DESTACADOS.

8. Los oficiales destacados o independientes, sin superiores inmediatos, deberán mandar el formulario para calificaciones con todas las anotaciones que debe llenar cada oficial, al jefe de la dirección que tenga ingerencia sobre su trabajo; en el caso de comandante de buque, escuadra o flotilla que no pertenezcan a una flota, al Ministerio de Marina. Estas calificaciones deberán ser completadas, en cuanto sea posible, por el jefe de la dirección o el jefe de Estado Mayor, según el caso, y en seguida enviadas a la Dirección del Personal.

9. Cuando los comandantes de buques, escuadras o flotillas, que no pertenezcan a una flota, estén en presencia de un oficial superior en servicio en tierra o a bordo, durante un período de un mes o más, el oficial superior deberá entregar a estos oficiales comandantes calificaciones sobre el cumplimiento de sus deberes, durante este período, las que se enviarán al Ministerio, conjuntamente con las calificaciones semestrales. De la misma manera los oficiales superiores que hayan estado un mes o más en cualquier apostadero o estación naval y que sean superiores al comandante

en jefe del apostadero deberán entregar a éste una calificación, quien las enviará con sus calificaciones al Ministerio.

10. Después de un combate naval o de una campaña, y después de un servicio en tierra en una expedición de desembarco o fuerza de ocupación, deberá anotarse en cada calificación la participación del oficial en esta operación y la clase de servicios que efectuó, con sus fechas y los nombres de los encuentros en que tomó parte.

FORMULARIO PARA CALIFICACIONES DE OFICIALES.

..... Grado.....

(Apellido primero)

Servicio en tierra en }
Buque. } ..... Período desde hasta

(Escrito a máquina)

Las ocho preguntas siempre deben ser contestadas por el oficial:

(Después de cada puesto o deberes escriba en paréntesis el número de la serie del título "Calificaciones profesionales" última página correspondiente a la clase de deberes; en seguida escriba el puesto, y por último, agregue, en paréntesis, el tiempo que desempeñó el puesto durante el período de la calificación, con aproximación de mes. Ejemplo: (9.ª) oficial artillero (5). Si es división de cañones, indique el calibre).

1. Puesto regular o deberes.....
2. Deberes adicionales.....
3. Residencia usual.....
4. Parientes más cercanos.....

Relación. Nombre. Dirección.

5. Durante el período de esta calificación, indique:
   a) Cualquier estudio o trabajo profesional u ocupación seguida.
   b) Cualquier experiencia o conocimiento adquirido, que no tengan relación con la marina.
   c) Temas o títulos de los libros escritos o publicados, conferencias o artículos leídos, cuándo y dónde.

d) Cualquier deber o servicio especial realizado fuera de rutina, del cual Ud. considera debe quedar constancia en la hoja de servicio; de fechas, lugar y nombre de su superior inmediato.

.....

.....

6. Conocimiento de lenguas extranjeras, señalando cuáles y habilidad en éllas, dar marcas.
7. ¿Por cuál puesto tiene Ud. preferencia? Si más de uno, indique el orden de preferencia. Refiérase a los números indicados en las calificaciones profesionales de la última página, e indique por nota cuando pueda ocuparlos.
8. Nombre las localidades en las cuales desea Ud. puesto, por orden de preferencia.

.....

Firma.

Las siguientes deben ser contestadas por el oficial que califica:

Favorable		*Desfavorable*	
Excelente	4.0 a 3.5	regular	2.5 a 2.
Muy bueno	3.5 „ 3.	menos que regular	2. „ 1.
Bueno	3. „ 2.5	malo	1. „ 0.

9. Conducta.....
10. *a*) Presentación militar y maneras.....
    b) Modo de comandar.....
11. Durante el período de esta calificación, ¿su eficiencia y reputación han variado por el uso de estimulantes o drogas?
12. *¿Es él negligente o descuidado en sus obligaciones financieras?*
13. ¿Se le ha impuesto algún castigo durante el período correspondiente a esta calificación? Si es así, dé fechas y explique la naturaleza de la ofensa, clase y grado del castigo.....
    .....
    .....
14. Aptitud para el servicio.....
15. Cualidades de temperamento.....(como calmoso o excitable, suave o irritable, fuerte o débil, activo o indolente, audaz o muy precavido, cuidadoso o descuidado, etc.)
16. *Habilidad profesional.* (*¿Es superior al término medio, término medio o inferior al término medio?*)
17. Iniciativa, inteligencia, juicio, escrupulosidad, etc., en el desempeño general de sus deberes.

18. (Si está menos de dos años fuera de la Escuela Naval). ¿Es apto para desempeñar las obligaciones del oficial guardiero en la mar, navegando en formación.....? ¿En la máquina?
19. Cómo aprecia a este oficial, después de observarlo en el desempeño o trabajo práctico en:
Maniobras,.....; artillería,.....; ingeniería,.....; electricidad,.....; navegación,.....
20. ¿Lo considera Ud. apto para encomendarle importantes deberes independientes?
21. Considerando las posibles necesidades del servicio naval, en tiempo de paz y de guerra ¿tendría Ud. alguna objeción para que estuviera a sus órdenes inmediatas?
22. Condiciones de mando. (Contestado solamente para los oficiales comandantes, en tierra y a bordo, y jefes de secciones en apostaderos).
a) ¿Hasta qué grado mantiene la disciplina, contento, el interés en sus obligaciones entre sus subordinados?
b) Eficiencia del personal.
c) Eficiencia del material.
23. Salud; hacer notar cualquier defecto físico que entorpezca sus deberes.....
.....

OBSERVACIONES.

(Pueden ser escritas a máquina.)

24. Indique cualquier información que pueda ser de utilidad al Ministerio de Marina, para hacer las destinaciones o selección para un puesto especial; también cualquier deber especial o excepcional que hubiese desempeñado, incluyendo deberes en tiempo de guerra, y la manera cómo los ha desempeñado.

Cuando cualquiera parte de la calificación sea desfavorable en cualquier sentido al oficial, deberán estamparse las razones claramente en el título "Observaciones", y la calificación deberá mostrarse al oficial que se califica. Si el oficial calificado no desea hacer una exposición, debe expresarlo así por escrito.

Los que califican deberán expresar en la parte: "Observaciones", un corto resumen de la habilidad profesional del oficial que hubieran calificado, y cualquier otro comentario que estimen conveniente para hacer calificaciones completas y adecuadas a su objeto. En

---

Nota.—Si el espacio para contestar el numero 24 no es suficiente, deberan agregarse otras hojas, asegurarlas bien y completar las observaciones en ellas.

particular deberán establecer si los oficiales que antes hubieren recibido calificaciones desfavorables han remediado y mejorado estas deficiencias.

.....

.....

.....

CALIFICACIONES PROFESIONALES.

(No emplee palabras, solamente marcas y la letra R.)

Asigne marcas a todos los números 1, 2 (*a*) y 3, cuando sean apropiadas y en los ítems que correspondan a los puestos que desempeña actualmente.

Dé marcas en todas las otras materias en las cuales Ud. considere poder calificarlo con una marca 3 o superior.

Indique el deber o deberes que desempeña mejor, o que sea más capaz de desarrollar, colocando la letra R después de la marca apropiada. En ningún caso dé una marca superior a 3.5, salvo el caso que esté desempeñando los deberes de este cargo en asuntos de la mayor importancia, de acuerdo con su grado.

Los números 8, 9, 10, 6 y 11, tienen partes especiales que deben llenar los médicos y el 28 es para los ingenieros civiles.

1. Comando .....
2. (*a*) Segundo o aptitudes para segundo..... (*b*) oficial de detall.....
3. (*a*) Marinería..... (*b*) manejo táctico del buque.....
4. (*a*) Estrategia y táctica..... (*b*) derecho.....
5. (*a*) Estado Mayor..... (*b*) Academia de Guerra..... (*c*) informaciones.....
6. Administración: (*a*) flota..... (*b*) ministerio..... (*c*) apostadero..... (*d*) ayudante almirante.....
7. (*a*) Navegación y pilotaje..... (*b*) levantamientos e hidrografía.....
8. "Control de fuego". Indique los puestos que puede desempeñar.....
   Cirujano: cirugía.....
   NOTA.—Cuando tenga competencia para diseñar indique marca, detalle en el ítem observaciones, párrafo 24, la rama y clase de diseño.
9. (*a*) Oficial artillero..... (*b*) división de cañones..... (*c*) diseño..... (*d*) inspección.....
   Cirujano: (*a*) medicina interna.... (*b*) deberes militares....
   (Indique interés en la instrucción de los primeros auxilios, organización combate, batallón de desembarco.

10. (*a*) Oficial torpedista..... (*b*) minas..... (*c*) diseño..... (*d*) inspección.....
Cirujano: (*a*) Trabajo laboratorio..... (*b*) especialidad.....
11. Explosivos y santabárbaras..... (*b*) experiencias y diseños..... (*c*) inspección..... (*d*) corazas y proyectiles..... (*e*) experiencias y diseños..... (*f*) inspección.....
Cirujano: (*a*) Vista, oído, nariz, garganta..... (*b*) genito-urinario..... (*c*) rayos X.....

12. (*a*) Ingeniería, recíprocas..... { (*b*) diseño..... (*d*) inspección.....

13. (*a*) Ingeniería, turbinas..... { (*b*) diseño..... (*c*) inspección.....

14. (*a*) Ingeniería, gas..... { (*b*) diseño..... (*c*) inspección.....

15. (*a*) Electricidad general..... (*b*) radiotelegrafía..... (*c*) diseño..... (*d*) inspección.....
16. (*a*) Oficial guardiero y división..... (*b*) oficial señalero.....
17. (*a*) Guardaalmacén..... (*b*) contador comprador.....
18. (*a*) Contador pagador, de buques o apostaderos.....
19. Contabilidad.....
20. Submarino.....
21. Aviación.....
22. Apostadero (*a*) obras públicas industrial.....departamento: (*b*) inspección departamento.....
23. Superintendente industrial obras públicas.....departamento: (*a*) oficina..... (*b*) maestranza.....
24. Escuela Naval.....
(Indique sus deberes en el establecimiento)
25. Instructor: (*a*) náutica y militar..... (*b*) artífice..... (*c*) ejercicios físicos..... (*d*) academias.....
26. Idiomas: (*a*) español..... (*b*) francés..... (*c*) alemán..... (*d*) japonés..... (*e*) italiano..... (*f*) ruso..... (*g*) otros.....
27. Adicto naval.....
28. (*a*) Construcción naval..... (*b*) diseño.....
Ingeniero civil: (*a*) construcción obras públicas..... (*b*) diseño.....
29. Cualquier deber no indicado hasta ahora.....
30. ¿Lo recomienda Ud., para una especialidad o estudios especiales?

(Si es así, indique cual)

¿Ha pedido?..... ¿Tiene deseo?.....

Las calificaciones son las bases para las destinaciones. Son decisivas para la carrera de los oficiales, como también para la eficiencia del servicio naval, que exige que el individuo sea apropiado para cada puesto. La preparación de esta calificación es, por consiguiente, uno de los deberes de más responsabilidad y más importante de los oficiales superiores.

Necrología

Víctima de violenta enfermedad ha fallecido en la madrugada del 23 de Diciembre, el Tte. 2º de la Armada, Dn. José Félix Ramos Díaz.

Egresado de la Escuela Naval en Enero de 1911, desempeñó varios puestos en su corta vida de oficial, haciéndose querer por su carácter siempre franco, altivo y caballerezco.

Desempeñando últimamente la comandancia de uno de los buques de nuestra Marina Mercante, fué víctima de la terrible epidemia de grippe, dolencia que rápidamente lo ha llevado al sepulcro en la plenitud de su vida, causando hondo pesar entre sus compañeros y cuando en sus relevantes dotes intelectuales y energía, la Marina había puesto fundadas esperanzas.

Paz en su tumba.

Crónica Nacional

NUEVO MINISTRO DE GUERRA Y MARINA

Ha sido llamado para desempeñar la cartera de Guerra y Marina, por renuncia del anterior, el Sr. General de Brigada Dn. Juan M. Zuloaga.

De la competencia, rectitud y patriotismo del Sr. General Zuloaga, demostradas en su brillante carrera, la Marina espera fundadamente nuevas y positivas orientaciones.

CLAUSURA DE LA "ESCUELA NAVAL"

Con asistencia del Sr. Presidente de la República, Sr. General Ministro del Ramo y demas miembros del Gabinete, comitiva oficial y representaciones del Ejército y Armada, tuvo lugar el 31 de Diciembre, la claususura de la Escuela Naval.

El Sr. Director de ella, Capitán de Navío Dn. Ernesto Caballero y Lastres, dió lectura a una Memoria en la que puntualizaba los brillantes resultados obtenidos y especificaba las mejoras de imprescindible realización para el bienestar de la Escuela y de la Marina, terminando con la siguiente alocución a los alumnos que han terminado sus estudios:

"Para vosotros, muy especialmente, Aspirantes que cambiáis estas aulas por las filas de la Armada, son las últimas palabras con que deseo cerrar esta actuación.

Sois jóvenes; hay en vosotros energía que es volun-

tad, poder e inteligencia; hay en vosotros, el músculo que es acción, la savia de nuestra estirpe que es entusiasmo, audacia, hidalguía y bondad. Todo esto lo han formado, además, vuestros profesores, con la palabra,con la acción y con el ejemplo, y ese bagaje de cualidades adquiridas, os dá derecho para conquistar un puesto de honor entre la gran familia naval; pero, al mismo tiempo, os impone la obligación de no descender de ese nivel, y la gran tarea de sostener siempre elevado el exponente de ese bagaje.

Sois los representantes de una nueva generación: hacedla fuerte y hacedla grande por el vigor de vuestra unión, por la rectitud de vuestro proceder. Que sean vuestro amor al estudio, vuestro respeto a los superiores, vuestra franca y constante cooperación en la labor común, la norma de vuestra vida en la Escuadra, el resúmen de vuestras aspiraciones por el bienestar y progreso de éllas. Y sobre todo, tened presente que el motor único que puede poner sabiamente en marcha el complicado mecanismo de nuestra querida Institución no puede ser sino un sentimiento: el de la disciplina, en el que se funde todo otro deber y todo otro sentimiento.

La Escuela no termina jamás para el marino que se preocupa del engrandecimiento del cuerpo a que pertenece. No dejéis paso a la envidia ni al egoísmo en vuestros espíritus, porque ellos roerán la buena simiente de vuestros sentimientos y labraréis entonces la bancarrota de nuestra Institución.

Sed unidos; prestaos apoyo mutuamente. Este será el mejor modo de servir a la Patria. Vuestra fuerza se multiplicará así y seréis en la hora de la prueba la palanca poderosa capaz de mover un mundo.

No hagais degenerar vuestra natural ambición de ascender, manchando el brillo de vuestros galones. Tened una divisa: Honor; partid con ella de un principio: Disciplina, y conseguiréis el bien de la Marina que es también el de la Patria."

El Sr. Presidente de la República después de repartir los premios que especificamos al final, pronunció un

discurso en el que felicitaba al Director y Cuerpo de Profesores por los resultados obtenidos y ofrecía llevar a la práctica las mejoras propuestas por la Dirección.

La relación de los alumnos premiados es la siguiente:

Sección Marina

Cuarto Año

Un sextante al Aspirante de primera don Gustavo Cornejo.

Tercer Año

Una obra profesional al Aspirante de primera don Alejandro Arenas.

Segundo Año

Una obra profesional al Aspirante de segunda don Manuel Cánepa.

Sección Ingenieros Mecánicos

Cuarto Año

Una regla de cálculo al Aspirante de primera don Miguel Vera.

Tercer Año

Una obra profesional al Aspirante de primera don Julio Contreras.

Curso Preparatorio

Una obra profesional al alumno de Marina don Luis Santana.

Una obra profesional al alumno de Ingenieros don José Rotondo.

Han terminado sus estudios y obtenido sus títulos de Guardiamarinas y 4os. Ingenieros respectivamente, los siguientes Aspirantes:

De la Sección Marina:

Gustavo Cornejo — Víctor Carcelén
Héctor Barragán — Víctor Bravo
Gabriel Aransaenz — Carlos Salaverry
Aureliano Navarrete

De la Sección Mecánica:

Miguel Vera — José Gonzáles
Reynaldo Rojas

INDICE

Tomo II. Año III. 1918.

Páginas

No. 1

La Importancia del Poder Naval 1
Proyectiles que contienen explosivos 33
Operaciones Navales (continuación) 51
Breves apuntes sobre Termodinámica 69
De las Notas 81
Crónica Nacional 89

No. 2

Las nuevas bases de nuestro poderío marítimo 91
Breves apuntes sobre Termodinámica (continuación) 103
Operaciones Navales (continuación) 127
Sobre aviación militar y artillería antiaerea 135
Contribución al aprovechamiento de la industria 143
Crónica Nacional 161
Notas Profesionales 175
Publicaciones recibidas 180

No. 3

Breves ideas sobre apuntes hidraúlicos 181
Fusión de los Cuerpos en la Marina 205
Breves apuntes sobre Termodinámica (continuación) 225
Operaciones Navales (continuación) 249
Notas Profesionales 278
Publicaciones recibidas 288
Necrología 289

No. 4

Ideas generales sobre servomotores 291
Breves apuntes sobre Termodinámica (continuación) 315
Operaciones Navales (continuación) 339
Necesidad de la Organización del Servicio Hidrográfico ... 348
Casco de los Submarinos 361
Notas Profesionales 374
Bibliografía 380
Concurso de la "Revista de Marina" 381

No. 5

Editorial 1
Breves apuntes sobre Termodinámica (continuación) 383
Buques de concreto 407
Aparatos destilatorios abordo 439
Crónica Nacional 459
Notas Profesionales 461
Concurso de la "Revista de Marina" 465

No. 6

Resultado del Concurso de la "Revista de Marina" 1
Breves apuntes sobre Termodinámica (continuación) 467
Reglamento para calificación de Oficiales (U. S. A.) 499
Necrología 509
Crónica Nacional 510
Suplemento (Fin) 171

FIN