Año II Enero y Febrero de 1917 No. 1.

Museo Naval de Chile
Biblioteca
Julio J. Elías Murúa

BIBLIOTECA CENTRAL
DIRINTEMAR
Clasif.
Nro. Inv. 05
Fecha 04/16

REVISTA DE MARINA

SUMARIO

Páginas

Determinacion de la latitud y la hora sideral empleando el cronometro y el astrolabio, *por el doctor Federico Villareal Decano de la Facultad de Ciencias y Profesor de la Escuela Naval (Continuación)* 181

Cavitacion, *de la revista técnica "Shipbuilding and Shipping Record"*. 193

De nuestras necesidades..... *por el Teniente 2º de la Armada Enrique A. Labarthe Profesor de la Escuela Naval*..... 197

Algunas observaciones "triviales" referentes a Artilleria (*Material y tiro*), *Traducida por el Capitán de Corbeta D. Manuel I. Vegas del libro "Whispers of the Fleet"*..... 205

La marcacion constante. Su teoria y aplicacion, *por el Teniente Comandante R. Drace White. U. S. N.*..... 217

Máquinas frigorificas y sus instalaciones a bordo, *por el 1er. Ingeniero Doctor D. Pedro Valladares*..... 223

Cronica Nacional..... 237

Suplemento, *Fundamentos de Táctica Naval*..... 25

Imp. Escuela Naval—La Punta

Revista de Marina

DIRECTOR

Capitán de Navío José M. Tirado

Redactor Secretario-1er. Ingeniero Dr. Pedro Valladares

Administrador--Teniente 1o. Federico C. Taboada

Redactores--Capitán de Corbeta Manuel V. Gaido--Capitán de Corbeta Alejandro Vinces--Teniente 1o. José G. Carrillo--Teniente 1o. Alejandro Valdivia Teniente 1o. Federico Díaz Dulanto--Teniente 1o. Víctor Escudero--Teniente 2o. Enrique Labarthe--Alférez de Fragata José R. Alzamora-3er. Ingeniero Carlos Fernández Dávila.

Dr. Federico Villarreal--Dr. Adolfo Romero Profesores de la Escuela Naval

Suscripcion adelantada

Al bimestre	Lp.	0,100
Al semestre	„	0,300
Número fuera de suscripción	„	0,100
„ atrasado	„	0,150

Avisos

1 página por número	Lp.	0,700
½ „ „	„	0,400
¼ „ „	„	0,200

La Dirección no es responsable de las ideas emitidas por los autores

Cualquisra persona perteneciente al cuerpo general de la Armada, así como los profesionales no pertenecientes á ella, tienen derecho á expresar sus ideas en esta Revista, siempre que traten de asuntos referentes al ramo de marina en sus diferentes especialidades y que ellas constituyan trabajo apreciable ájuicio de la Redacción.

Para suscripciones, reclamos y avisos dirigirse al administrador--Callao, Casilla No. 92

Revista de Marina

Año II Enero y Febrero 1917 No. 1

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
Dr. M. Julio J. Elías Mujica

Determinación de la latitud y de la hora sideral empleando el cronómetro y el astrolabio

Por el doctor Federico Villareal
Decano de la Facultad de Ciencias
y Profesor de la Escuela Naval.

(*Continuación*)

Para los cálculos definitivos y para las estrellas circunmeridianas se puede acudir a las ecuaciones que hemos calculado;pero para las estrellas horarias se calcula rápidamente el azimut mediante el abaco anamórfico, que hemos delucido y cuya construcción es sumamente sencilla. Tomemos la fó-mula fundamental de la Trigonometría

$$cos\ \delta = cos\ \lambda .\ cos\ z + sen\ \lambda .\ sen\ z\ cos\ Z$$

hagamos $x = cos\ \delta$, $y = cos\ Z$ que representan dos rectas:el eje de las x graduado según los cosenos de la distancia polar, el eje de las y graduado según los cosenos del azimut. Sustituyendo tendremos

$$x = cos\ \lambda\ cos\ z + sen\ \lambda\ sen\ z, \text{ y} \qquad y = \frac{x}{sen\ \lambda .\ sen\ z} - \frac{cos\ \lambda .\ cos\ z}{sen\ \lambda .\ sen\ z}$$

que representa una tercera recta $y = rx - b$ se construye determinando dos puntos

$$\text{para } y = 1 \quad x = \cos \lambda \cos z + \operatorname{sen} \lambda . \operatorname{sen} z = \cos (\lambda - z)$$

$$\text{para } y = -1 \quad x = \cos \lambda \cos z - \operatorname{sen} \lambda . \operatorname{sen} z = \cos (\lambda + z)$$

puntos que están sobre la tangentes superior e inferior para el eje de las y y graduados según los cosenos $\lambda - z$ y $\lambda - z$ para el eje de las x y como $z = 30^{\circ}$ basta quitar y agregar a la latitud $\lambda \mp 30^{\circ}$.

Esta tabla gráfica del método anamórfico se compone pues: 1º. De rectas horizontales que dan el azimut, 2º. De rectas verticales que dan la distancia polar y 3º. Rectas oblicuas que representan la colatitud. Para construír este abaco se traza un círculo con un metro de radio (como ejemplo, pues puede ser menor la escala, lo más conveniente sería tomar el radio de 0m125, es decir: la octava parte del metro). Se tiran dos diámetros uno horizontal y otro vertical: 1º. Se divide la semicircunferencia de la derecha en grados principiando desde la parte superior de 0º a 180º y trazando líneas horizontales se tiene graduado el diámetro vertical que da los azimut oriental y occidental 2º. Se divide la semicircunferencia inferior de derecha a izquierda desde cero hasta 180º y se trazan verticales quedando graduado el diámetro horizontal que representa las distancias polares, bastando solamente numerar los grados desde 60 hasta 150. 3º. Por último se trazan las rectas oblicuas que tienen sus puntos sobre las tangentes horizontales y que coincidan con los puntos

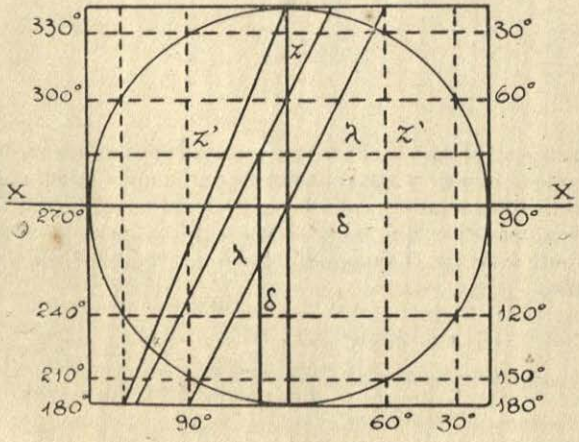


Fig. 8

de las distancias polares disminuídas y aumentadas en 30º las colatitudes, así uniendo el grado 60 superior y el 120 inferior de las

distancias polares tenemos la recta de colatitud 90° que dan las colatitudes y se numeran esas rectas resultando la tabla gráfica.

Dada una distancia polar se sigue la recta vertical hasta encontrar a la oblicua de la colatitud y la horizontal que pasa por el punto de internación da el azimut buscado, hacia la derecha el oriental y hacia la izquierda el occidental que suman 360°.

Las oblicuas que representan la colatitud cortan a los ejes en las siguientes graduaciones que pueden servir para comprobar el trazado del abaco.

	Z	δ
λ = 90°	y = 90°	x = 90°.0'.0"
91	y = 88. 16'3"	x = 90.51.57"
92	y = 86. 31.56	x = 91.43.55
93	y = 84. 47.31	x = 92.35.52
94	y = 83. 2.36	x = 93.27.48
95	y = 81. 17. 3	x = 94.19.43
96	y = 79. 30.40	x = 95.11.38
97	y = 77. 43.16	x = 96. 3.30
98	y = 75. 54.41	x = 96.55.19
99	y = 74. 4.40	x = 97.47.10
100	y = 72°13.2"	x = 98°38.57
101	y = 70. 19.32	x = 99. 30.39
102	y = 68. 23.52	x = 100. 22.23
103	y = 66. 25.46	x = 101. 13.58
104	y = 64. 24.54	x = 102. 5.37
105	y = 63. 20.52	x = 102. 57.9
106	y = 60. 13.15	x = 103. 48.37
107	y = 58. 1.32	x = 104. 40.4
108	y = 55. 45. 7	x = 105. 31.21
109	y = 53. 23.17	x = 106. 22.36
110	y = 50. 55. 9	x = 107. 13.46

Por ejemplo: la línea oblicua de colatitud 102° de Lima, una en la tangente superior 72° y en la inferior 132° corta al eje de las y en la horizontal de azimut 68°23'52", al eje de las x en 100°22'23".

16.—Cálculo del ángulo horario.—Si comparamos las dos ecuaciones que dan el azimut y el ángulo horario que son

$$\cos Z = \frac{2 \cos \delta}{\operatorname{sen} \lambda} - \sqrt{3}\ \cot \qquad \cos Z = a \cos \delta - b$$

$$\operatorname{sen} P = - \frac{\operatorname{sen} Z}{2 \operatorname{sen} \delta} \qquad \operatorname{sen} P = - c \operatorname{sen} Z$$

Llamando $cos\ Z = y;$ $cos\ \delta = x$ $y = ax - b$

y llamando $sen\ P = y;$ $sen\ Z = x$ $y = -cx$

1º. Que el coeficiente angular a de la primera es 2 partido por un seno y el coeficiente c de la segunda es negativo y el divisor es doble de un seno y como tomamos por argumentos estos senos para calcular los coeficientes se notara que el segundo c es la cuarta parte del primero a, por consiguiente los tendremos calculados tomando la cuarta parte de los anteriores coeficientes angulares. 2º. Una segunda observación es que siendo en la primera

cosenos: $y = cos\ Z;\ x = cos\ \delta$

y en la segunda

senos: $y = sen\ P;\ x = sen\ Z$

y que los cosenos de Z de aquella son senos en la segunda luego cambiando la graduación de los ejes para las Z las ordenadas se cambian en abscisas. Entonces las rectas horizontales que antes eran azimut y las rectas verticales que antes eran distancias polares, las verticales representarán siempre azimut y las horizontales ángulos horarios por haber cambiado el nombre de los ejes. 3º. De las rectas oblicuas que antes representaban colatitudes $^{\lambda}$ en el abaco anamórfico ahora las que parten del origen de coordenadas representarán distancias polares δ.

Luego para manejar completamente el abaco, dando una distancia polar de una estrella, se toma la vertical dada correspondiente a ^{d} y que su valor está escrito en la tangente inferior, se sigue la vertical hasta su encuentro con la oblicua $^{\lambda}$ correspondiente dada y cuyo valor está escrito en la tangente superior; entonces, la horizontal que pasa por la intersección de las dos rectas nos dará el azimut escrito en la tangente de la derecha el oriental y en el de la izquierda el occidental.

Se sigue esta horizontal que ha dado el azimut hasta encontrar a la izquierda a la circunferencia y se recorre la vertical que pasa por ese encuentro y que ahora representa el azimut hasta llegar a la oblicua que parte del origen y que lleva en el extremo sobre la tangente vertical de la derecha la misma distancia polar d conocida. Entonces por el encuentro de la vertical y de la oblicua pasa una horizontal que nos da el ángulo horario que está escrito en tiempo sobre el diámetro vertical del abaco; así las horizontales dan el azimut (extremos) hora (en el medio).

d				logarit	P para $Z = 90$
90	*sen* P =	— 0'500000	*sen* Z	9'6989700	30°0'0"
91	*sen* P =	— 0'500076	*sen* Z	9'6990360	30. 0.18
92	*sen* P =	— 0'500305	*sen* Z	9'6992349	30. 1.13
93	*sen* P =	— 0'500686	*sen* Z	9'6995654	30. 2.43
94	*sen* P =	— 0'501221	*sen* Z	9'7000293	30. 4.51
95	*sen* P =	— 0'501910	*sen* Z	9'7006258	30. 7.35
96	*sen* P =	— 0'502754	*sen* Z	9'7013556	30. 10.56
97	*sen* P =	— 0'503755	*sen* Z	9'7022215	30. 14.56
98	*sen* P =	— 0'504914	*sen* Z	9'7032174	30. 19.32
99	*sen* P =	— 0'506233	*sen* Z	9'7043505	30. 24.48
100	*sen* P =	— 0'507713	*sen* Z	9'7056183	30. 30.42
101	*sen* P =	— 0'509358	*sen* Z	9'7070232	30. 37.16
102	*sen* P =	— 0'511170	*sen* Z	9'7085654	30. 44.30
103	*sen* P =	— 0'513152	*sen* Z	9'7102460	30. 52.26
104	*sen* P =	— 0'515307	*sen* Z	9'7120661	31. 1.05
105	*sen* P =	— 0'517638	*sen* Z	9'7140261	31. 10.26
106	*sen* P =	— 0'520150	*sen* Z	9'7161286	31. 20.32
107	*sen* P =	— 0'522846	*sen* Z	9'7183738	31. 31.24
108	*sen* P =	— 0'525731	*sen* Z	9'7207636	31. 43. 3
109	*sen* P =	— 0'528810	*sen* Z	9'7232997	31. 55.30
110	*sen* P =	— 0'532089	*sen* Z	9'7259843	32. 8.48
111	*sen* P =	— 0'535573	*sen* Z	9'7281887	32. 22.55
112	*sen* P =	— 0'539268	*sen* Z	9'7318047	32. 38.2
113	*sen* P =	— 0'543180	*sen* Z	9'7349438	32. 54. 1
114	*sen* P =	— 0'547318	*sen* Z	9'7382398	33. 10.59
115	*sen* P =	— 0'551689	*sen* Z	9'7416943	33. 28.59
116	*sen* P =	— 0'556301	*sen* Z	9'7453099	33. 48. 1
117	*sen* P =	— 0'561163	*sen* Z	9'7490890	34. 8.10
118	*sen* P =	— 0'566285	*sen* Z	9'7531118	34. 29.55
119	*sen* P =	— 0'571677	*sen* Z	9'7571508	34. 52. 2
120	*sen* P =	— 0'577350	*sen* Z	9'7614392	35. 15.52
121	*sen* P =	— 0'583316	*sen* Z	9'7659039	35. 41. 3
122	*sen* P =	— 0'589588	*sen* Z	9'7705486	36. 7.40
123	*sen* P =	— 0'596182	*sen* Z	9'7753789	36. 35.49
124	*sen* P =	— 0'603109	*sen* Z	9'7803968	37. 5.35
125	*sen* P =	— 0'610388	*sen* Z	9'7856068	37. 37. 3
126	*sen* P =	— 0'618034	*sen* Z	9'7910124	38. 10.22
127	*sen* P =	— 0'626068	*sen* Z	9'7966216	38. 45.38
128	*sen* P =	— 0'634510	*sen* Z	9'8024385	39. 23. 1
129	*sen* P =	— 0'643379	*sen* Z	9'8084669	40. 2.40
130	*sen* P =	— 0'652702	*sen* Z	9'8147149	40. 44.44

d			logarit	P para $Z = 90$
131	*sen* P	$= -0'662507$ *sen* Z	9'8211905	41°29'29"
132	*sen* P	$= -0'672816$ *sen* Z	9'8278963	42. 17. 5
133	*sen* P	$= -0'683664$ *sen* Z	9'8348428	43. 7.50
134	*sen* P	$= -0'695082$ *sen* Z	9'8420361	44. 2.01
135	*sen* P	$= -0'707107$ *sen* Z	9'8494851	45. 0. 0
136	*sen* P	$= -0'719778$ *sen* Z	9'8571986	46. 2.10
137	*sen* P	$= -0'733139$ *sen* Z	9'8651864	47. 9. 1
138	*sen* P	$= -0'747239$ *sen* Z	9'8734596	48. 21. 7
139	*sen* P	$= -0'762127$ *sen* Z	9'8820274	49. 39. 7
140	*sen* P	$= -0'777862$ *sen* Z	9'8909025	51. 3.55
144°44'	*sen* P	$= -0'866025$ *sen* Z	9'9375305	60. 0. 0

Para cada valor de d de grado en grado desde 90 hasta 140° se da el coeficiente angular de la recta *sen* P$=-c$ *sen* z y basta determinar un punto supuesto que todas pasan por el origen, para esto hagamos $z=90$ o sea $x=1$ entonces los coeficientes $-c$ son los senos naturales correspondientes tomando sus logaritmos determinamos los ángulos polares P en grados que se puedan reducir en horas, son las rectas horizontales que determinan en la tangente de la derecha los extremos de las rectas oblicuas mejor es trazarlas tomando sobre esa tangente el coeficiente c reducido a la escala por ejemplo para la distancia polar de 106° se tomará $0'^{m}520$ siendo el radio un metro, y si es la octava parte es decir $0^{m}125$ entonces $c=-0^{m}065$ y se une con el centro del círculo.

Aplicando a Sirio que tiene $d=106°36'$ la interpolación nos da sen P$=-0'5218$ sen z y como hemos encontrado $z=102°29'$ cuyo seno es 0'9763 resulta sen P$=-0'5218\times0'9763=-0'5094$ luego P$=-30°38'=-2^{h}2^{m}32^{s}$ el cálculo exacto nos dió $-2^{h}2^{m}35^{s}5$ por consiguiente mediante las fórmulas que hemos calculado obtendremos el azimut y el ángulo horario y para las estrellas horarias es suficiente el abaco, cuya construcción es sencilla, bastando trazar las oblicuas, que parten del origen, de 5 en 5° de distancia polar pues varían muy lentamente.

17—Cuadro preparatorio para observaciones.—Para formar este cuadro se dispone: 1° De una tabla de las estrellas, ordenada por distancias polares desde 60° hasta 140° que sirve para el Perú nos dá el nombre de la estrella, su magnitud distancia polar y ascensión recta para 1915, que sirve para la posición media en cualquier año agregando su respectiva variación anual multiplicada por el número de años transcurridos.

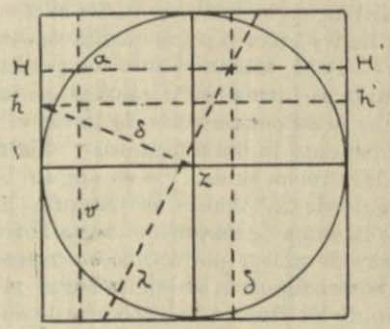


Fig. 9

2º Un abaco a sea tabla gráfica en que siguiendo la recta vertical correspondiente a la distancia polar d hasta encontrar a la recta oblicua de la colatitud λ del lugar nos da el azimut occidental y oriental HH' por la recta horizontal que pasa por esa intersección. Donde la recta horizontal corta a la circunferencia a se sigue la recta vertical v que parte de ese punto hasta encontrar la recta que pasa por el origen como pendiente a la distancia polar d y la recta horizontal hh' que pasa por esta nueva intersección nos da el ángulo horario occidental marcado sobre el diámetro vertical del abaco y restándolo de 24^h tenemos el ángulo horario oriental. Es suficiente la tabla gráfica; pero también se puede calcular el azimut y el ángulo horario para cada estrella mediante las fórmulas que hemos dado, tomando las que corresponden a la colatitud aproximada λ del lugar

$$\lambda \ldots\ cos\ Z = a\ cos\ d + b \qquad d \ldots\ sen\ P = -\ sen\ Z$$

cuyos coeficientes numéricos a, b, c hemos dado y aun sus logaritmos respectivos para facilitar el cálculo de grado en grado y por interpolación simple de primeras diferencias o por interpolación de 10 en 10 minutos por segundas diferencias se obtiene la aproximación deseada.

3º Los límites de las distancias polares de las estrellas que se pueden observar según la colatitud del lugar $d < \lambda - 30 = d < \lambda + 30$ y los límites de las ascensiones rectas según la hora sideral en que se van hacer las observaciones.

$$a > T - Pm \qquad a < T' + Pm$$

Veamos como se forma la tabla preparatoria para el calage. Recorriendo la tabla de las estrellas se llega a aquellas que están dentro de los límites de la distancia polar y entre estas las que están dentro de los límites de la ascensión recta y se forma la tabla preliminar de calage poniendo.

A—Tres casillas, en la primera casilla el nombre de la estrella, después su magnitud y en la tercera casilla su distancia polar que da el catálogo para el Perú, tomando solo los grados y minutos.

B—En seguida se forman siete casillas, en las del medio de estas siete se escribe la ascensión recta de la estrella que da el catálogo para el Perú, solamente la hora, minutos y décimos de minutos, en la inmediata de la derecha se escribe su ángulo horario y en la inmediata de la izquierda 2^h menos ese ángulo horario. En las siguientes casillas la suma de ascensión recta con su ángulo horario que son las horas siderales y por último en la tercera casilla de ambos lados se numeran según su orden las horas siderales encontradas que están dentro de los límites de las horas de observación.

C—Finalmente se forman dos casillas en la primera se escribe el azimut oriental y en la segunda 360° menos ese azimut o sea el azimut occidental.

El croquis de esta disposición es el siguiente

A tres casillas			B siete casillas							C dos casillas	
Nombre	Magnitud	distancia polar d	Numero de orden de la T	$T_1 = \alpha + P_1$ hora sideral	P_1 angulo horario oriental	ascension recta α	P_2 angulo horario occidental	$T_2 = \alpha + P_2$ Segunda hora	Numero de orden de la T	Z_1 azimut oriental	Z_2 azimut occidental

En las tres primeras casillas no hay nada que observar pues se llenan con los datos que arroja inmediatamente el catálogo de estrellas y lo mismo la casilla del medio de las siete casillas que siguen en que se escribe la ascensión recta, ambas coordenadas esféricas deben estar dentro de los límites que tantas veces hemos mencionado.

Mediante la distancia polar, usando la tabla gráfica, se determina el azimut oriental Z_1 y el occidental Z_2 que se escriben en las dos últimas casillas y mediante la misma tabla se determina el ángulo horario P_2, y lo que le falta para 24^h en la casilla P_1 del compartimento de las siete casillas y después se ejecutan las sumas $T_2 = \alpha + P_2$; $T_1 = \alpha + P_1$ para las otras dos casillas inmediatas. Por último se ejecuta la numeración de orden de las horas siderales de ambos lados rechazando las horas mayores o menores que las que corresponden a la observación.

La distancia polar solo se escribe en grados y minutos y la ascensión recta en horas, minutos y décimos de minuto y por consi-

guiente no hay necesidad de corregir de la variación anual, basta tomar la posición media del catálogo, a menos de ser circunmeridianas de que nos ocuparemos después en que será preciso la posición media del año en que se hace la operación y aun la posición aparente para el día en que se observa. Las Z se escriben a décimo de grado y los P en décimos de minuto de tiempo.

18.—Cuadro para observaciones.—Mediante el cuadro preparatorio se construye la tabla de calages que consta de dos partes: la primera tiene cuatro casillas para el nombre, magnitud, tiempo sideral y azimut para cada estrella, se saca del cuadro preparatorio escribiendo por orden de hora sideral, rechazando las horas que salgan del intervalo de tiempo que va a durar la observación; la segunda parte consta de tres casillas que se van a llenar durante la observación, en una se escribe el tiempo que marca el reloj cuando coinciden las imágenes en el astrolabio; en la segunda se señala la calidad de la observación, marcando con *m b* muy buena, con *b* buena, con *r* regular, con *m* mala y la tercera casilla para las observaciones como son el grado del termómetro, la presión del barómetro imágenes poco claras, imágenes muy separadas.

He aquí el croquis de este cuadro:

Cuatro casillas antes de observar				Tres casillas durante la observación		
Nombre de la estrella	Magnitud	tiempo sideral T	azimut Z	tiempo observado t	calidad de la observacion	observaciones

19.—Estrellas circunmeridianas.—Las estrellas que se observan con el astrolabio se pueden dividir en dos clases. La primera clase se llaman estrellas horarias y están separadas más de 20° a un lado y otro del meridiano; para estas estrellas sirven los cuadros preparatorios y de observaciones que antes hemos explicado. La segunda clase se llaman estrellas circunmeridianas, que su azimut es menor de 20° a ambos lados y en ambos extremos del meridiano; estas estrellas no solamente tienen poca velocidad, sino que su pequeño azimut y ángulo horario no se pueden determinar con suficiente aproximación y es mejor aplicar el cálculo para la interpolación.

En efecto si llamamos V la velocidad de una estrella en el Ecuador, cuando su distancia polar es d, la distancia al eje de rotación es *sen.* d luego su velocidad es V. *sen.* d, esta velocidad es tan-

gente al paralelo y por tanto perpendicular a su círculo horario y como esta forma con su vertical el ángulo paraláctico A, tendremos la proyección de la velocidad sobre la vertical $V.\ sen\ d.\ sen\ A$ y sobre el azimut $V.\ sen\ d.\ cos\ A$. El triángulo de posición da $sen\ d.\ sen\ A = -sen\ Z.\ sen\ \lambda$ luego la velocidad vertical de la estrella es $-\ V.\ sen\ Z.\ sen\ \lambda$; así la velocidad mayor es cuando $Z = 90^o$ o 270° que da $sen\ Z = \pm\ 1$ y esta velocidad será $\mp\ V.\ sen\ \lambda$ en el primer vertical, mientras en el meridiano para $Z = 0^o$ o 180° se tiene $sen\ Z = 0$ y la velocidad vertical será nula. También cuando $A = 90^o$ es decir que el ángulo en la estrella sea recto tenemos toda la velocidad $V.\ sen\ d$ en el vertical y la horizontal es nula y cambia de signo cuando A pasa de agudo a obtuso, la resultante de las velocidades es oblicua y cambia de inclinación para las estrellas que tienen A agudo y las que tienen A obtuso.

Como el azimut y el ángulo horario son pequeños y la tabla gráfica no da suficiente aproximación, calculemos sus acrecentamientos. La fórmula

$$cos\ \delta = cos\ \lambda.\ cos\ z + sen\ \lambda.\ sen\ z\ cos\ Z$$

diferenciando siendo variables λ y Z supuesto que d es constante para cada estrella y z es igual para todas

$$0 = (-sen\ \lambda.\ cos\ z + cos\ \lambda.\ sen\ z.\ cos\ Z)\ d\lambda - sen\ \lambda.\ sen\ z.\ sen\ Z.\ d\ Z$$

pero tenemos la segunda fórmula de la Trigonometría Esférica

$$sen\ \delta.\ cos\ P = sen\ \lambda.\ cos\ z - cos\ \lambda.\ sen\ z.\ cos\ Z$$

sustituyendo dá:

$$0 = -\ sen\ \delta.\ cos\ P.\ d\lambda - sen\ \lambda.\ sen\ z.\ cos\ Z.\ dZ$$

$$d\ Z = \frac{-\ sen\ d.\ cos\ P}{sen\ z.\ sen\ \lambda.\ sen\ Z}\ .d\ \lambda \qquad \frac{sen\ z}{se\ P} = -\frac{sen\ d}{sen\ Z}$$

de donde

$$d\ Z = +\ \frac{cot\ P}{sen\ \lambda}\ .\ d\ \lambda$$

Haciendo el error $d\lambda$ igual a más un minuto de arco y apreciando $d\ Z$ en grados

$$\triangle\ Z = \frac{1}{60}\ .\ \frac{cot\ P}{sen\ \lambda} \qquad (1)$$

siendo P en grados. La analogía de los senos que es la tercera de la Trigonometría

$$sen\ z.\ sen\ Z = -\ sen\ d.\ sen\ P$$

diferenciándola siendo z y d constantes da

$$sen\ z.\ cos\ Z.\ d\,Z = -\ sen\ \delta.\ cos\ P.\ d\,P$$

$$\frac{d\,P}{d\,Z} = -\frac{sen.\ z.\ cos\ Z}{sen\ \delta.\ cos\ P} \qquad \frac{sen\ z}{sen\ d} = -\frac{sen\ P}{sen\ Z}$$

de donde tomando $d\,P$ en minutos de tiempo y $d\,Z$ en más un grado

$$\frac{\triangle P}{\triangle Z} = 4.\ \frac{cot\ Z}{cot\ P} \qquad (2)$$

Para calcular las fórmulas 1 y 2 bastan logaritmos con tres decimales. En resumen, para las *estrellas horarias* se calculará su azimut apreciado en décimos de grado y su ángulo horario en décimos de minuto de tiempo o por medio del abaco o tabla gráfica que antes hemos descrito. Las *estrellas circunmeridianas* se hará por el cálculo mediante las fórmulas

$$cos\ Z = \frac{2\ cos\ \delta}{sen\ \lambda} - \sqrt{3}\ cot\ \lambda \qquad sen\ P = -\tfrac{1}{2}\ \frac{sen\ Z}{sen\ \delta}$$

se calculará Z con 4, 5 o 6 decimales según que sea más o menos pequeño, para P bastarán 4 decimales; hemos dado las ecuaciones para la colatitud λ, de grado en grado con los logaritmos de los coeficientes de

$$cos\ Z = a.\ cos\ \delta + b;\ sen\ P = -\ c\ sen\ Z,$$

siendo δ de grado en grado, pero como conviene tomar λ y δ a un décimo de minuto de arco debe hacerse la interpolación que antes hemos explicado. Para estas estrellas circunmeridianas debe calcularse las fórmulas

$$\triangle Z = \frac{1}{60}\ \frac{cot\ P}{sen\ \lambda} \qquad \frac{\triangle P}{\triangle Z} = 4.\ \frac{cot\ Z}{cot\ P}$$

la primera es para $d\lambda$ igual a más un minuto de arco apreciando $\triangle Z$ en grados; la segunda $\wedge P$ varía en minutos de tiempo para $\wedge Z$ igual a más un grado.

Entonces es preciso agregar a los cuadros preparatorios y definitivos de calage otras tres columnas; una para las horas siderales y dos para los azimutes; el de las horas conserva su signo para el oriental y occidental, la del azimut $\wedge Z$ son iguales pero de signo contrario para el oriente y occidente.

En el cuadro definitivo también se escriben estas variaciones y se pone con tinta roja o bien se subrayan las estrellas circunmeridianas.

Después veremos la aplicación de estos incrementos que sirven para corregir el azimut y el tiempo cuando la colatitud no tiene la suficiente aproximación.

Como las estrellas circunmeridianas son pocas, es mejor emplear el cálculo para determinar los elementos que entran en el cuadro preparatorio de calages en lugar de usar la tabla gráfica. Se conocen en que su distancia polar es igual casi a la colatitud del lugar más o menos 30°; es decir que no pase a esa suma o diferencia en uno o dos grados, por ejemplo para Lima, cuya colatitud es 102° tendremos con ± 30 que las estrellas tengan por distancia polar 72 o 132° en este caso se encuentran: δ del Toro, φ del Pegaso, η del León, que tienen 72°; α del Fenix, α del Buril, η de la Paloma que tienen 132° y otras que tengan uno o dos grados más o menos.

Como ejemplo tomemos δ del Toro que tiene distancia polar 72°39' y ascensión recta $4^h18^m2^s$ usando las fórmulas que dan las tangentes de la mitad del azimut y del ángulo horario para evitar la interpolación

Colatitud	$\lambda =$	102°3'
Distancia zenital	$z =$	30.0'
Distancia polar	$d =$	72.39'
Suma	$2\,s =$	204.42'

			log. seno
Mitad	$s =$	102.21'	= 9'98983
seno $s-\lambda =$		0.18'	= 7'71900
seno $s-z =$		72.21'	= 9'97906
seno $s-d =$		29.42'	= 9'69501
suma s	=	102.2'	

l. sen $(s-\lambda)$	= 7'71900	*l. sen* $(s-\lambda)$	= 7'71900
l. sen $(s-z)$	= 9''97906	*l. sen* $(s-d)$	= 9'69501
C l. sen $(s-d)$	= 0'30499	*C l. sen* $(s-z)$	= 0'02094
C l. sen (s)	= 0'01017	*C l. sen* (s)	= 0'01071
	18'01322		17'44512

CAVITACIÓN

(De la revista técnica "Shipbuilding and Shipping Record")

La adopción de engranajes, para disminuír las revoluciones de las hélices de gran diámetro, hace esperar que vuelva a introducirse el uso de los propulsores de pequeña relación entre el área proyectada de sus palas y la del círculo completo. Esto es sumamente conveniente, en tanto el peligro de la cavitación se reduzca a un mínimo; pero deben aceptarse aún propulsores de suficiente área para prevenir sus perniciosos efectos.

Existen diferentes opiniones sobre la causa y manera de evitar la cavitación, pero hay completa unanimidad en reputar como sumamente perjudicial la aparición del fenómeno.

Este fué observado por primera vez en las pruebas del contratorpedero *Daring*, de Thornycroft. El hecho ocurrió del siguiente modo. Con un par de hélices de tres palas de 1,33 metros de diámetro, 2,75 metros de paso y 0,83 metros cuadrados de superficie desarrollada, alcanzó el *Daring* una velocidad de 24 millas con 3.700 caballos indicados, y las hélices presentaron un 30 por 100 de resbalamiento: Con un par de hélices del mismo diámetro e igual paso medio, pero con una superficie de 1,20 metros cuadrados, esto es, un 45 por 100 más que la superficie anterior, se obtuvo la misma

velocidad con 650 caballos menos, y con un 17,75 por 100 del resbalamiento en vez del 30 por 100. El mismo número de revoluciones requerido para andar las 24 millas con las hélices de pequeña área, proporcionó al barco una velocidad de 28,4 cuando el área de la pala se aumentó en la cantidad dicha. Las vibraciones fueron extraordinarias y peligrosas con las palas estrechas, y por el contrario completamente normales e insignificantes con las palas anchas.

Los trabajos de Sir Charles Parson en el *Turbinia* sufrieron un gran retardo por el inesperado efecto de cavitación observado en las primeras pruebas del buque. Cuando se proyectaron el casco y las máquinas, no habían tenido lugar todavía las experiencias del *Daring*, y las primeras pruebas del *Turbinia* no fueron satisfactorias. Después de algunos interesantes experimentos, que se referirán más adelante, se hicieron ciertas alteraciones en las instalaciones de máquinas, que redujeron a una tercera parte la potencia transmitida a cada uno de los ejes de las hélices. Por este medio, el empuje por unidad de superficie, en las alas del propulsor, quedó muy reducido, y los resultados fueron satisfactorios.

Algunos años después, en las pruebas del crucero acorazado *Drake*, la perniciosa influencia de la cavitación se hizo patente. Con propulsores de área reducida se obtuvo una velocidad de 23 nudos con 29.500 caballos, mientras que al aumentar el área de las hélices en un 33 por 100 creció la velocidad en 0,8 millas con el mismo número de caballos.

Mr. R. E. Froude denominó a este fenómeno "cavitación del agua", o en otros términos, el hueco o espacio vacío formado por las palas de la hélice. Indica Mr. Barnaby que es necesario, a fin de llegar a una clara inteligencia del fenómeno de que hablamos, distinguir entre el caso de un propulsor que aspira aire de la superficie, y el de la formación de cavidades estando completamente sumergido. En el primer caso, la velocidad a que el agua puede ser impulsada, debida a la presión a una profundidad h, por debajo de la superficie, es igual a $\sqrt{2\,g\,h}$, y es por ejemplo de unas 8,5 millas solamente, a la profundidad de un metro. Cuando la hélice está lo suficientemente sumergida para quedar completamente separada del aire; la velocidad que puede adquirir el agua es mucho mayor y depende de la altura de agua que hay encima de la hélice, más la presión atmosférica; por consiguiente, tiene que existir un límite determinado, del cual no puede pasar esta velocidad. No es fácil de-

terminar teóricamente el punto crítico para un propulsor dado; Mr. Thornycroft indicó que debía existir una presión fija por centímetro cuadrado de la proyección de la hélice, al llegar a la cual debía empezar la cavitación. Después de una serie de experiencias en busca de este límite se encontró que la cavitación empieza cuando el empuje por centímetro cuadro de la proyección del área de la hélice pasa de 0,792 kilogramos. Por cada metro más de inmersión de la hélice, al empuje por centímetro cuadrado, debe considerarse aumentado en unos 0,09 kilógramos, pero la experiencia adquirida posteriormente en barcos provistos de turbinas parece demostrar que la presión en kilógramos por centímetro cuadrado puede llegar a 0,915, sin que se presente la cavitación.

Ya hemos dicho que en las pruebas del *Turbinia* fué donde se hicieron patentes las grandes pérdidas de fuerza que tenían lugar en la hélice. Para averiguar su importancia se construyó un dinamómetro de torsión que se colocó entre la máquina y la hélice para medir la torsión transmitida por el empuje. Estas medidas probaron de modo concluyente que la causa del defecto radica exclusivamente en las hélices, y a fin de estudiar la causa de esta pérdida de fuerza, se hizo una serie de experiencias con modelos de hélices de dos palas y unos cinco centímetros de diámetro, moviéndose en un baño de agua caliente a pocos grados menos que el punto de ebullición. A fin de que la hélice modelo produjese resultados análogos a la hélice real, se ajustaron la temperatura del agua y su altura sobre el propulsor a las condiciones más parecidas a la realidad y a las fuerzas que obran en la hélice real.

La hélice se iluminó con la luz procedente de una lámpara de arco, y así la forma proporciones y desarrollo de las cavidades, pudieron observarse y dibujarse con toda claridad. En estas condiciones se vió formarse al principio una pequeña cavidad o burbuja un poco detrás del filo anterior y cerca del extremo de la pala, y a medida que se aumentaba la velocidad de rotación, esta cavidad se extendía en todas direcciones. Si la velocidad de rotación continuaba aumentando, la hélice llegaba a girar toda ella en una cavidad cilíndrica, sin ejercer, por lo tanto, un empuje apreciable. Estos experimentos de Sir Charles encontraron amplia corroboración en las investigaciones efectuadas estos últimos años por el profesor Flamm, quien descubrió que el empuje axial cesa casi por completo en cuanto el poderoso efecto de succión introduce aire en el es-

pacio próximo a la hélice propulsora, y que el empuje adquiere su máximo valor en el mismo instante en que da principio la cavitación.

DE NUESTRAS NECESIDADES.....

Por el teniente 2º de la Armada
Enrique A. Labarthe.
Profesor de la Escuela Naval

El Almirante Togo decía en una orden general, entre otras célebres consideraciones: "*El poder naval no depende del solo hecho de tener buques y cañones, sino principalmente de un poder invisible, pero real, que es el efectivo poder de los hombres que manejan buques y cañones*". Verdad profunda que dió como lección al disolver su flota, pero que probablemente fué su doctrina antes del conflicto, pues así lo revelaron sus brillantes victorias.

De los temas profesionales técnicos, es sin duda muy natural, dentro de nuestro lento desarrollo, que desde algún tiempo se dejen sentir las opiniones y correspondan las primicias, en las cuestiones de organización, al asunto de *la educación naval* o preparación del personal, pues el és, el que inclina la balanza al lado del éxito en la hora de la prueba final. La Revista de Marina inicia la labor en su único medio, la propaganda, y todos

los profesionales a cuyo patriotismo no sea indiferente la suerte de nuestra marina estamos en el deber de continuarla; el éxito de la obra hará comprender a los indiferentes que la adhesión es un deber de profesional; se debe alentar y persistir en todo aquello que signifique y tienda al progreso de la Institución, pues toda organización que no progresa, retrocede.

La cuestión de la *instrucción superior*, por decirlo así, del oficial de marina, no puede tratarse aisladamente; ella tiene que ser una continuación de la Escuela Naval primero, y de la instrucción de los guardiamarinas después; de modo que emitir ideas sobre la forma más apropiada y viable de que ella pueda llevarse a cabo, sin cambiar en nada las condiciones de ingreso a la Escuela Naval y el plan de estudios de la misma y sin transformar al guardiamarina, en *alumno en práctica*, me haría incurrir en el error de que estas ligerísimas indicaciones no tuvieran siquiera el mérito de señalar un procedimiento progresivo y lógico.

La principal modificación en las condiciones de ingreso está en la reforma de los programas de exámen para el concurso, ella pende hoy día del dictámen de una comisión de inteligentes jefes y oficiales del Instituto, que probablemente responderá a las exigencias de nuestra nueva organización. Lo imperfecta de la segunda enseñanza de una parte y las tendencias a la revisión de nuestro plan de estudios, han dejado sentir ya, la conveniencia de esta modificación.

Otra reforma importante y que me permito indicar, sería la introducción de un nuevo requisito, además de los exigidos en la actualidad, y este es: el de la selección por carácter y aptitudes.

Los contínuos ejercicios físicos, militares, los de maniobra en barcos fondeados en la rada, así como en excursiones, unas de carácter militar, otras de carácter náutico, y si fuera posible en un corto viaje de práctica, donde los alumnos hicieran el servicio marinero serían el medio donde poder apreciar el carácter, la vocación y las aptitudes. Tengo la seguridad que al finalizar el 1er año se producirían muy necesarias bajas, muchas de las cuales se manifestarían voluntarias. De esta manera disminuirían o no se presentarían más, los casos de que un Comandante ponga ciertas resistencias para recibir al oficial fulano porque no tiene aptitudes y al oficial sutano porque no tiene carácter; pues nunca llegarían a oficiales de marina, aquellos que por el solo hecho de haber llenado los requisitos actuales para el ingreso, y tener una mediana inteligencia, dejando a un lado la vocación y el carácter, pudieran vencer los cinco años de estudios de la Escuela Naval.

Modificado el ingreso, sería su inmediata consecuencia la modificación del plan de Estudios. Haciendo más condensado el curso preparatorio, disminuyendo el contenido de algunos cursos profesionales de modo de enseñar menos ciencia, pero haciendo en cambio que sean perfectamente comprendidos, y finalmente, suprimiendo otros como la Táctica y Estrategia y el Derecho Internacional, que procurarían la reducción a cuatro años de curso escolar, pondríamos la primera piedra del asunto de la Escuela para oficiales.

Mejorada la educación inicial con la reforma del Plan de Estudios de la Escuela Naval, es mucho más fácil dar una progresión metódica a la instrucción teórico-práctica desde el guardiamarina al teniente 1o.

Se inicia esta en la clase de guardiamarina, que es donde debe darse una instrucción *puramente práctica*, teniendo en cuenta la función que van a desempeñar después como oficiales, mostrando y ejercitando las apli-

caciones de lo que acaban de aprender en teoría; pero es necesario que esta instrucción sea debidamente controlada y aquí me permito indicar el sistema siguiente: Formar primero los programas de práctica a que se debe sujetar el *training* del guardiamarina y dividir esta práctica en seis períodos semestrales, señalando una unidad, de la escuadra para cada período y en cada unidad un oficial o dos encargados de la instrucción. Así por ejemplo:

Práctica de	Artillería y Explosivos	abordo del	Crucero "Almirante Grau"
„ „	Torpedos y minas submarinas	„ „	Torpedero "Tte. Rodríguez"
„ „	Electricidad y navegación submarina	„ „	"Ferré" y "Palacios"
„ „	Máquinas	„ „	Crucero "Coronel Bolognesi"
„ „	Navegación e Hidrografía	„ „	"Iquitos" y "Chalaco"
„ „	Reglamentos, Código, Táctica de Infantería y Detall	„ „	Crucero "Lima"

Al salir los guardiamarinas de la Escuela Naval serían nombrados por grupos a las distintas unidades y haciendo la remoción de puestos cada seis meses, el guardiamarina en sus tres años de servicio habría hecho todas sus prácticas.

Ahora bien, para pasar de una práctica a otra sería conveniente un exámen de modo que el guardiamarina al rendir el exámen de su último período está ya apto para ascender de hecho a la clase inmediata superior.

En la clase de alférez de fragata, el oficial así preparado, entraría en el ejercicio de sus funciones como ayudante o agregado a los cargos de Artillería, Torpedos etc. Es en este período que conviene estimular mucho el trabajo y alentar el desarrollo de las iniciativas del oficial que recien se inicia y que sabe que empieza a jugar su reputación como oficial para el futuro, po-

niendo en práctica sus estudios teóricos y aplicando por si solo sus prácticas hechas como guardiamarina.

Después de un año de servicios, embarcado y siguiendo esta práctica, creo que convendría la vuelta a los estudios teóricos, pues se penetra mejor en las teorías sobre las materias que se han considerado y comprendido en su funcionamiento. Estos estudios teóricos, se harían en un período de ocho meses y comprenderían cursos generales de Artillería, Torpedos, Construcción, Derecho Marítimo etc. El exámen de estos cursos daría la nota para el ascenso a tenientes segundos.

Después de un año o más de embarque, en la clase de teniente 2o,el oficial que desee dedicarse a un estudio más detenido y profundo sobre cualquiera de las especialidades, seguirá un curso especial superior.

Es decir, es necesaria la formación de una escuela para oficiales que comprenda dos secciones: la primera que llamaremos de *cursos generales*, obligatoria para los alfereces de fragata y la segunda de *especialidades*, obligatoria para tenientes segundos. En la primera los oficiales estudian todos los cursos, y en la segunda solo es obligatorio uno de ellos, sin que esto cree absolutamente la especialidad misma.

Los oficiales después de haber seguido estos dos cursos, por cortos que ellos sean, están mejor preparados para el desempeño de los cargos abordo, después de haber seguido una instrucción técnica más completa en sus principios, mejor comprendida y por consiguiente más durable.

El curso especial procuraría el poder establecer entre nosotros, el que los destinos dados por el Estado Mayor no solamente indicáran la unidad en que se va

a prestar servicios, sino también el cargo que va a desempeñar, así como la mejor designación de personal idóneo para el desempeño de las comisiones hidrográficas o geodésicas.

Este entrenamiento hasta llegar el grado de teniente 1º crearía un cuerpo de oficiales con la preparación necesaria para el ingreso a una Escuela Superior que debemos crear.

La necesidad de que esta Escuela se establezca es indiscutible; es necesario la preparación razonada de un organismo de base sólida que oriente las inteligencias y opiniones, que hoy vagan descentralizadas, sobre los temas más importantes del arte marítimo; de un organismo que siente las bases de una doctrina que el estudio y las enseñanzas del porvenir se encargarán de enriquecer.

A este propósito, muchos de nuestros profesionales han emitido los más juiciosos conceptos e ideas brillantes, que de haber sido llevadas a cabo siquiera elementalmente, habrían hecho la tarea más fácil; pero la falta de dirección centralizada de los asuntos de la náutica hicieron caer en el vacío sus aspiraciones de un mejor porvenir para nuestra armada. Hoy, que esa centralización existe, es necesario que contribuyamos a la obra aportando nuestras iniciativas; curándonos de nuestra enfermedad del silencio, que redujo siempre nuestra actuación a la crítica.

En mi modesto criterio, creo que entre nosotros es necesario que la Escuela Superior tenga un carácter académico, que su curso sea para tenientes primeros con más de un año de embarque y para capitanes de Corbeta y Primeros ingenieros.

Ocioso sería indicar los cursos para la Escuela Superior, ningún profesional ignora el plan de estas en cualquier marina del mundo; con ligeras modificaciones

la Estrategia y Táctica, la Arquitectura, el Derecho Internacional, Máquinas y los Estudios hidrográficos son sus principales enseñanzas.

En todas se revela el carácter altamente práctico que deben tener las instituciones de entrenamiento del personal, pero en esta es, además, una práctica aplicada a las más altas funciones del comando.

Pero no recomiendo la *copia completa* de ninguna de las instituciones extrangeras; hagamos algo propio de nuestro medio y por consiguiente de nuestras idiosincracias, ya hemos palpado el fracaso de las copias de organización.

El trabajo, la iniciativa y el talento no es patrimonio de ningún pueblo, y no nos puede faltar si no somos intelectualmente inferiores, aunque dicha sea la verdad: somos de grandes impulsos, pero también de grandes decaimientos, hacemos proyectos gigantes y llegamos a realidades pigmeas, y es esto, lo que hace sentir la ineludible necesidad de la acción intensiva de de gente de otra raza, la necesidad de una misión estrangera.

— CONCLUSION —

Hagamos de nuestra reducida Escuadra una gran escuela que desarrolle la moral e intelectualidad de nuestros oficiales, que ejercite todo lo posible y en todas las jerarquías el respeto de la ley y el hábito de la disciplina, los sentimientos del deber y del honor; haciendo del trabajo, de las cualidades morales y de la instrucción, las condiciones primordiales para la formación de

buenos oficiales, grupo de hombres de acción, fuerzas productoras, y no teóricos sin aptitudes.

No descuidar la preparación técnica del oficial de marina, y ser tenaz en que ella sea lo más perfecta posible, es extirpar la ignorancia, que es más peligrosa que las armas de los enemigos.

(*Escuela Naval 22 de Febrero de 1917.*)

Algunas observaciones "triviales" referentes a Artilleria (Material y tiro.)

Traducidas del libro "Whispers of the Fleet"

Por el Capitán de Corbeta
Dn. Manuel I. Vegas.

Artillería Naval podría dividirse en las siguientes partes:

A.—Política.—Que es dirigida por el Estado Mayor.

B.—Estrategia.—Que es el método empleado para colocar una flota o un buque solo, en posición ventajosa respecto del Sol, viento, lluvia, marcación etc., mientras nos encontremos fuera de tiro.

C.—Táctica.—Que es el método empleado para sacar de las armas mismas el máximo efecto destructor, cuando nos encontremos a distancia de tiro.

Nota del traductor.—La traducción de este trabajo ha sido algo difícil por los términos genuinamente propios de la gente de mar inglesa que contiene, de modo que algunos se aplican para el caso traduciéndolos para nuestra marina.

Nótese también que el lenguaje de este escrito es irónico.

D.—Mecánica.—Ejercicios, ajuste y buena conservación del material.

E.—Entrenamiento.—Que es efectuado de diferentes modos.

— Experto en Artillería —

La palabra "experto" sufre considerables equivocaciones. Un oficial que alcanza gran eficiencia en "Dirección del Tiro" es a menudo llamado un experto en artillería. Parece más razonable considerar que ningún hombre es un experto en artillería a menos que tenga un completo conocimiento de todas las partes de que se compone y comprende la "Artillería Naval".

Calibración

(A bordo)

La calibración toma solamente un pequeño tiempo del período de ejercicios de un buque. No puede tomarse el suficiente cuidado con ella. Si se la hace con negligencia, pagará con malos tiros siempre que se haga ejercicio.

Como para calibrar se necesita una fría y clara visión, debe beberse agua de cebada la víspera e irse temprano a la cama.

Antes de comenzar el trabajo y durante el fuego, debe mirarse ocasionalmente al costado del buque.

Un cañón de 7".5 fué disparado una vez por encima de la cámara de un bote de los que se mandan a trabajar en el blanco y la bala fué disparada con carga de combate.

El guardiamarina que había estado en el bote se vengó la semana siguiente, haciendo abrir el bote de oficiales exactamente a la hora reglamentaria y dejan-

do al oficial de artillería en el muelle donde pasó toda la noche.

No hay que olvidarse de calibrar por *deriva* como se hace por *alcance*.

Una inspección del bote que ha de llevar a los marcadores revelará muchas veces el hecho de que el Instructor Naval y el guardiamarina van a su trabajo como si fueran a un picnic.

Hágaseles comprender la gravedad del trabajo que se va a efectuar y mándese que el ordenanza quite las redes de los reductos.

En mitad de la calibración, el buque tendrá que girar. El 2º le preguntará a Ud. que diga a qué hora. Fijando interiormente para Ud. p. e. las $11^h.30^m$, contéstele que a las $10^h.45^m$. El podría tardarse, pero si está listo, es mejor que diga que Ud. lo ha hecho esperar y no que el trabajo se retrase, en cuyo caso Ud. no podrá decir nada a él.

La calibración es inútil sin la previa revisión y arreglo de las alzas. Esto suele olvidarse con el apuro.

Como la distancia será conveniente, se ofrece una oportunidad para corregir de convergencia con el corrector del alza del 2º apuntador.

No se dude en pedir que la dinamo o el refrigerador sean parados, si ellos dificultan el acto de apuntar. Es muy fácil cambiar a la dinamo de popa si se hace fuego con los cañones de proa y vice-versa.

Calibración

(En la estación de observaciones).

El carpintero debe hacer un par de reglas *T* con sus soportes de modo que el cursor o punto de referencia que sea pueda estar, cómodamente cerca del ojo del observador.

Una vez fué "marcado" un buque estando la cabeza

de la *T* en tierra, y el observador se encontraba *bastante adentro* del agua.

Los resultados fueron malos. El lenguaje que hablaron los disparos malos también.

A pesar de que el contramaestre le haya ponderado lo bien que han quedado fondeados los blancos, boyas etc., alinee Ud. la boya del blanco con un árbol o cualquier otro objeto fijo, y anote los movimientos del blanco.

Comisione por lo menos un guardiamarina para que "cante" cada vez que el buque hace fuego.

Después de almuerzo, comisione a dos.

Después del té, comisione a tres (o los que sean necesarios).

Los tapones deben quitarse a la misma hora que las redes de los reductos.

Advierta al guardiamarina observador que la *garba de agua* se verá antes que se oiga el disparo; y para que el observador de la regla *T* pueda estar listo, el guardiamarina gritará fuerte inmediatamente que él vea la llama.

Arreglo y comprobación de alzas

Todo cabo de cañón debe tener estos tres pensamientos fijos:

1º.—Qué sus alzas no han sido bien comprobadas.

2º.—Qué sus alzas no han sido bien comprobadas.

3º.—Qué sus alzas no han sido bien comprobadas.

Para que se convenza de esto, hágale decir "Top" en su telescopio, cuando Ud. diga "Top" mirando por el ánima. Cambien puestos y repitan la operación.

Algunos marineros tienen ojos como anzuelos.

Mire pues, por Ud. mismo para comprobar que el retículo de la boca del cañón está bien.

Explique al 2º apuntador que es imposible que dos alzas converjan en el mismo punto en todas las distancias. El no se lo creerá.

Siempre pruebe sus alzas el día antes de disparar. En otras épocas por lo menos una vez al mes. No se siente cuando viene la "guerra".

Cuando se prueben alzas en puerto un remolcador halará de la popa del buque en la dirección requerida, siempre que no esté soplando viento fuerte, o no haya corriente intensa.

Poner una codera en la popa no implica mucho tiempo, y tendrá bien fijo al buque, en caso de que el remolcador tenga que ir por el "Correo".

Tenga cuidado de cerciorarse del arreglo final por "paralelismo" pues los que Ud. encargue de hacerlo a veces se descuidan y como Ud. no puede estar de "centinela" cerca del cañón, no sabrá lo que se hace mientras tanto.

Si las alzas se han comprobado en dique, aproveche la primera oportunidad para comprobar esa operación a distancia de combate.

No le diga al que deba hacer la primera de las operaciones que Ud. va a comprobarlas.

Tenga Ud. siempre una regla con la distancia, exactamente marcada, que separa ambos ejes ópticos de los telescopios para que *Ud. personalmente* compruebe que esa distancia está bien marcada en el tablero que se pone para comprobar esa distancia. A veces sucede que los encargados de hacer esos tableros cambian las marcas para que coincidan con las alzas en lugar de hacer que las alzas, (moviéndolas convenientemente) coincidan con las marcas.

En estos días en que los marineros usan "muy poco equipaje" y comen cerca de sus respectivos cañones, no es cosa poco común, encontrar una tetera u otros utensilios colgando de una alza.

No hay que encolerizarse por esto. Llame al armero. Que abra un agujerito en el fondo de la tetera y *vuélvala* a poner en el alza. No haga más.

A la hora del té, la gente que se sienta en esa mesa realizará lo enorme del asunto y se verá que nunca

más vuelve a suceder. Este método es de más duradero efecto que cualquier castigo.

Prueba de apuntadores y ejercicios de combate

Si se dispara en una Casamata es bueno regar arena para evitar resbalarse.

Un ventilador colocado por encima del cierre quita el humo.

Una luz eléctrica ayuda mucho en la exactitud al cargar.

Recomiende a los que no disparan que observen a aquellos más afortunados que disparan.

La banda tocando en los intervalos de disparar es una cosa espléndida.

Un blanco a pique a la puesta del Sol, es mejor que ningún tiro en el blanco por falta de luz.

Hacer sarcásticas observaciones a los que han disparado mal es una triste costumbre. Dígale al que ha tenido esa mala suerte que el próximo año lo hará mejor, y pregúntele si su madre estaba bien cuando recibió su última carta.

Buen humor lleva a hacer "blancos".

No trate de palanganear con los "jueces" que envíe el E. M. G.

Ud. solo hace el ejercicio con un solo buque. Ellos probablemente han visto muchos ejercicios antes de venir a ver el de Ud., y conocen la mayor parte de las mañas.

Cuando un cañón falle en ejercicio de combate, no llame la atención del oficial que dirije ese cañón, llamándolo por su nombre de modo que todos oigan, lo cual se ha hecho muchas veces. Mejor es no decir nada. Mire desdeñosamente hácia el cañón y piense mal.

El oficial sentirá eso aun a través de la coraza y si su corazón está bien puesto hará todo lo posible por borrar su falta.

Si aquel órgano no está bien puesto, mejor fuera haberlo sabido antes y haber cambiado a su infortunado dueño poniéndolo a unos dos cables de la popa.

Si todos los esfuerzos en ese sentido han fallado se le podría promover dándole el comando del "Comite de la Sección recogedora del blanco".

Así pues Ud. es el criticado en todo caso.

Avise al mayordomo del Comandante cuando los cañones de popa vayan a disparar cargas de combate.

Salude personalmente, e informe de lo mismo al mayordomo del Almirante.

La omisión de cualquiera de estas dos advertencias es una grave negligencia.

Si no le gustan a Ud. los sinapismos de mostaza, es bueno dejar saber al cirujano cuándo se va a disparar, con los cañones que quedan sobre la enfermería.

Si cuando el término de los ejercicios llega, le han sobrado algunos tiros, no es necesario dispararlos al horizonte con el objeto de poner el completo de los tiros en el libro de "registro".

Sin saberlo Ud. el Almirante podría haber apuntado todo en su manga y entonces nada bueno pasaría.

Por ejemplo: su relevo podría ser un acontecimiento muy factible.

También podría suceder que él se olvidara de Ud. cuando Ud. quisiera usar de alguna embarcación para ir a tierra.

Si Ud. tiene un pequeño déficit, sea honrada y déle parte.

Si el déficit es grande, siempre digáselo y al mismo tiempo solicite del E. M. G. una licencia para ir p. e. a la montaña a estudiar la lengua de los salvajes.

Los correos son muy irregulares en esa parte del mundo.

Si Ud. cree que su buque va a disparar mal, no diga nada. Pero si cree que va a disparar bien, diga menos que nada.

Si se dispara mal, y le preguntan a Ud. el porqué,

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
M. Julio J. Elías Murguía

atribúyalo a la cordita. La fábrica que la proporcionó no sufrirá por eso.

El más importante factor tanto para el ejercicio de combate como para la prueba de apuntadores, no consta en el "Manual de Tiro" por error del "impresor".

Este factor es que la gente esté completamente saturada del deseo de trabajar bien.

Ninguna cantidad de eficiencia mecánica puede sustituír la ausencia de esta cualidad. Los puntos hechos por un odiado rival consignados en un lugar visible del buque, sin hacer observaciones en favor o en contra de ellos, harán mucho para producir el efecto deseado.

En ejercicio de combate no le importe lo que los cañones estén haciendo. Ocúpese del blanco.

En prueba de apuntadores, no se fije en el blanco. Observe al encargado del cierre pues, "celoso de su deber", podría abrirlo después que el cañón haya fallado.

Pero yo me olvido de mi mismo! El buque de Ud. ha de ser un buen buque. Ahí no habrá fallas. De ninguna manera.

No ayudará a hacer un buen ejercicio el que los apuntadores beban licor la noche antes y se la pasen de jarana.

Si ellos lo hacen entonces habrá algo malo con el buque.

Rece para que no les den permiso.

Algunos comandantes tienen simpatía por las "salvas", otros por el fuego "individual".

A Ud. desde luego le gustará otro sistema de fuego. Sin embargo, el comandante comanda el buque. Cuando Ud. sea comandante, entonces podrá usar "su sistema" con gran contento de su corazón. Pero, para esa época, no se olvide que su Oficial de Artillería estará reventando de deseos por experimentar también "otro sistema".

Siga Ud. su propio camino.

— Armeros —

Los armeros hacen todo lo que pueden por destruír la armería;por estar siempre reparando los cañones.

El armero ha resultado ahora un herrero de cañón.

No trate Ud. de enseñar al armero el modo de manejar sus herramientas.

El sabe bien su negocio.

Vea no más que él use las herramientas en bien del servicio.

Algunos armeros gustan de hacer guardadores de café de cobre para sus novias.

Este hábito debe impedirse.

Las obligaciones de los armeros ocupan en el Código o Reglamento un capítulo en que están mezcladas con informaciones de toda clase, se aplican a una clase de buque solamente y están abiertas en forma de adaptarse y mejorar en otras circunstancias.

El principio sobre el cual se basan esas obligaciones puede conocerse por el ejemplo siguiente.

Hora: las 4^h p. m.

Armero.—"Este trabajo, señor, es un trabajo de ocho horas. Será necesario hacerlo en dos días.

Oficial de Artillería.—¡"Qué lástima! Eso quiere decir que *Ud. deberá terminarlo a media noche*".

Los armeros tienen la tendencia a pelear con los instructores y cabos de cañón.

Esos hombres deben ser enseñados a tirar del mismo cabo, y en la misma dirección.

Limpieza de los cañones etc.

Al comienzo de la instrucción, decida Ud. un estricto y uniforme método de pintar,etc. los cañones.

Si se les pone pintura gris, la siguiente fórmula es difícil de mejorar; un pié de gris, una pulgada de negro y el resto blanco.

Ningún cabo de cañón podrá entonces venir donde Ud. y decirle: "el No 4 tiene menos que limpiar que yo".

El número de hombres necesarios para manejar un cañón en combate es cuatro veces el número requerido para limpiarlo.

"Uno en el calabozo, dos enfermos, y tres en el muelle en la chalupa del Comandante", es por consiguiente una excusa muy tonta.

No deje echar "negro de plomo" a los proyectiles.

Un subalterno del servicio de explosivos escribió una vez: las granadas regresaron de su estimado buque y al inspeccionarlas aparecieron cubiertas con una extraña y no usada substancia.

Nosotros nos hemos visto impotentes para decidir si era jamón o cola. Ambos son prohibidos en el "Manual de Tiro". Tenga la bondad de hacerlo saber.

La carta permaneció nueve meses ante la vista del receptor de ella antes de que pudiera saberse qué habían tenido los proyectiles.

A la hora de "Revista" inspeccione Ud. todo.

Los repuestos y herramientas en sitios de la cubierta alta son siempre como una espina clavada en el costado del oficial de artillería.

La división de la agonía en las siguientes partes ha probado ser exacta:

A1—Enseñar a corregir la deriva y explicarla.

B1—Piano de la tripulación.

X1—Dotter y salón de fumar de los oficiales de mar.

Respecto a útiles de limpieza se puede recordar que la marinería de Nelson limpiaba sus cañones con polvo

de ceniza sacada de la cocina, y aceite. Pruebe ese sistema si su proveedor no le da útiles de limpieza.

La limpieza de santabárbaras es tan importante como la de los cañones mismos.

Todos conocen el cuento de la niña que estaba en cierto muelle, quien ataviada con un traje nuevo, parecía un sueño de belleza, hasta que un viento impertinente levantó su falda antes de que ella pudiese embrazarla.

Por ejemplo los instructores de artillería y gimnasia podrían estar encargados cada uno de un grupo de santabárbaras para su limpieza. Irían a la limpieza desde la hora de levantarse hasta la hora de limpieza de artillería. Pero habría que cuidar que no durmiesen.

Inspeccione a menudo las santabárbaras que será para Ud. un modo más saludable de pasar el tiempo que pasarlo bebiendo Jeréz en el salón de fumar.

GENERALIDADES

Pida Ud. al 2º comandante el número de hombres exacto que requiere el trabajo. No pida dos veces más.

El último sistema solo dura seis meses y a veces menos.

El buque entonces sufre las consecuencias y Ud. parece un loco.

Algunas veces pasan semanas de semanas sin que Ud. tenga gente para lo que considera muy importante trabajo.

No se descorazone sin embargo. Váyase a tierra y diviértase.

Ello no podrá durar siempre.

Si Ud. disputa con el 1er. ingeniero entonces cualquier trabajo que le haga la máquina tardará más.

LA MARCACION CONSTANTE

Su teoria y aplicacion

Por el Teniente Comandante
R. Drace White. U. S. N.

Uno de los principios mejor conocidos de la maniobra, es aquel de que cuando dos buques se aproximan, se abordarán, evidentemente, si las marcaciones no varían. Es, tal vez, el más conocido, porque es al que con más frecuencia se recurre. En efecto, es casi habitual en el oficial de cuarto, al avistarse un barco, el observar si su marcación cambia o no. Generalmente existirá un sentimiento de satisfacción si la marcación varía, porque ello indicará que el buque avistado pasará claro del propio, sin que haya necesidad del menor cambio de rumbo de parte de ninguno de los dos. Sin embargo, hay veces en que uno no desea que la marcación varíe, y es con el objeto de tratar ese punto, que escribimos estas líneas.

Por ejemplo, si al visar un objeto, se encuentra que su marcación no varía, se puede tener la completa seguridad de que el rumbo que se lleva es el único que, con la velocidad actual, nos llevará lo más rápido,al encuentro del objeto. Si al disparar sobre un blanco en movimiento, el viento o los rayos del sol hacen que sea ventajoso conservar el blanco en una cierta dirección, se conocerá que estaremos en la posición deseada, solamente cuando la marcación no

varía. Generalmente hablando, si se está maniobrando para alcanzar una cierta posición, pero no se conoce todavía lo que se debe hacer para llegar a ella, el mantenimiento de una marcación fija por un cierto tiempo, nos dará una ocasión para decidir lo que se necesita hacer, sin experimentar ese sentimiento de indecisión que nos asaltaría al ver como se realizan, con una rapidez asombrosa, hechos que no sabemos si van a influír en los resultados que perseguimos.

La teoría de la marcación constante es muy simple. Refiriéndonos a la Fig. 1, consideremos el buque en A, sobre su rumbo AB, teniendo un objeto distante C en la línea AC. Consideremos que en un cierto incremento de tiempo, A se ha trasladado al punto *b*. El elemento del movimiento de A, que está proyectado sobre la línea XY, perpendicular a AC, es el factor de dicho movimiento que tiende a hacer cambiar la marcación de C. Este factor está representado por Ax, y su valor es igual al movimiento de A multiplicado por el coseno del ángulo BAX, o por el seno del ángulo BAC. Considerando lo anterior en principio, se puede decir que es igual al movimiento de A multiplicado por el seno del ángulo que forma la marcación del punto C, con la dirección del movimiento de A.

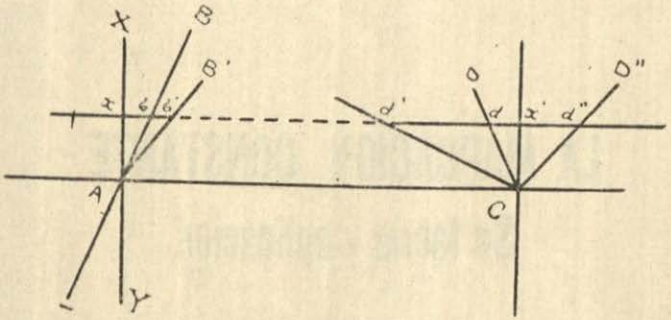


Fig. 1

Supongamos que, durante el mismo incremento de tiempo que hemos considerado, el objeto C se mueve en tal dirección y con tal velocidad, que la proyección de su movimiento sobre la perpendicular a la línea de marcación sea Cx', igual a Ax. Es evidente, entonces, en lo que se refiere a los movimientos de A y de C, que no existirán tendencias a hacer variar la marcación.

Como ya lo hemos hecho notar, ésta es una condición que a menudo tendremos que tratar, ya sea para desearla o para evitarla. Los ejemplos siguientes mostrarán su utilidad. Algunos de ellos han sido frecuentemente empleados por el autor, quien siempre ha obtenido resultados satisfactorios.

Ejemplo I.—Vuestro buque está navegando libre de puntas y bajos. Se os ha dado la orden de tomar vuestro puesto inmediatamente a popa de otro buque que llamaremos el guía. Vuestra velocidad es de 15 nudos, la velocidad del guía es de 12 nudos; su rumbo es 30° y su marcación es 340°; se trata de investigar el rumbo a que se debe gobernar para llegar a la deseada posición en el menor tiempo.

Se irá a la rosa más conveniente de la carta y se trazará, pasando por el centro, la marcación del guía AB, Fig. 2, y en seguida se

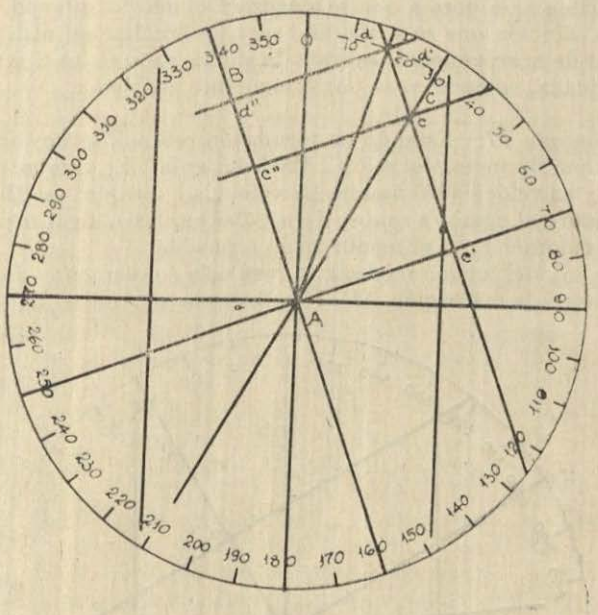


Fig. 2

trazará el rumbo del mismo, AC. Desde el centro de la rosa y sobre el rumbo del guía, márquese la velocidad de él, Ac, en unidades cualesquiera. (Es mejor usar siempre las mismas; el autor prefiere ¼ de pulgada por nudo). Después, trácese desde c, la línea cc' paralela a AB. Con un radio igual a la velocidad propia, 15 unidades, dibújese un arco dd', desde el centro de la rosa, de manera que corte en d a cc'. Si entonces trazamos, desde el centro de la rosa, una línea hacia d, tendremos el rumbo a que se debe gobernar o sea 18°. La marcación quedará, de este modo, constante hasta alcanzar al guía y, por consiguiente se podrá maniobrar para tomar el puesto ordenado.

La explicación de la solución anterior es la siguiente: El mo-

vimiento del guía proyectado en la perpendicular a la marcación, está representado por Ac'. El buque propio debe gobernar a un rumbo tal, que su movimiento proyectado sobre la misma perpendicular sea también igual a Ac', esto se obtiene, como se verá en la figura, si se gobierna al rumbo Ad.

Un punto más interesante, en esta investigación, es que si por c y d, se trazan perpendiculares a AB, la longitud a AB, comprendida entre los pies c'' y d'', de dichas perpendiculares, nos dará la velocidad de aproximamiento. En este caso ella es (aproximadamente) 4'⅛ por hora. Por lo tanto, si se conoce la distancia, se puede calcular la hora a que se alcanzará el puesto ordenado.

La solución que se acaba de hacer, es igualmente útil, cuando en lugar de acercamiento, se trata de alejamiento en una marcación determinada, como se verá por el siguiente problema.

Ejemplo II.—Estando en formación cerrada se nos ordena tomar un puesto de exploración a 120° del guía. El rumbo del guía es 30° y su velocidad 6 nudos. La velocidad propia es 15 nudos. Se requiere el rumbo a que se debe gobernar para alcanzar el puesto de exploración en el menor tiempo posible.

Se irá, del mismo modo, a la rosa más conveniente de la carta y se trazará la marcación AB, Fig. 3, desde el centro de la rosa.

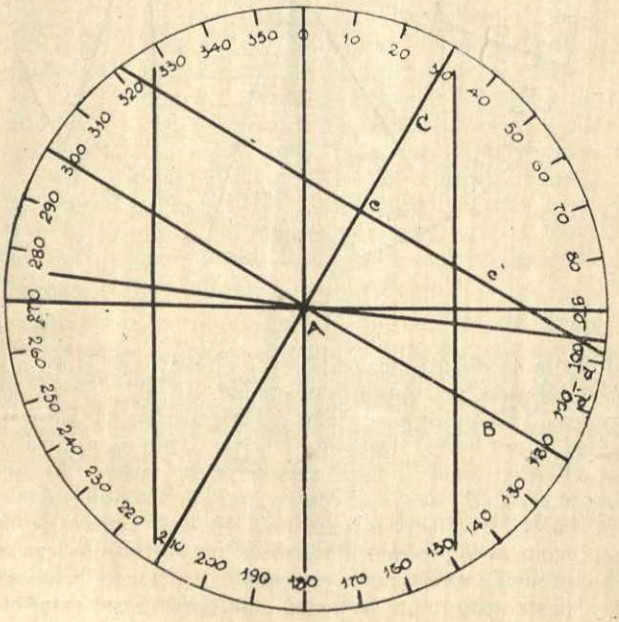


Fig. 3

Después se dibujará el rumbo AC del guía, A partir del centro de la rosa, se marcará la velocidad Ac del guía en las unidades adoptadas, por el punto c se trazará la línea cc' paralela a AB. Con un radio igual a la velocidad propia y por medio del arco dd', se cortará a cc' en el punto d. Uniendo, entonces, d con el centro de la rosa, tendremos el rumbo a que se debe gobernar, esto es, 96°.

Se observará que el guía llevando un rumbo perpendicular a la marcación, proyecta todo su movimiento sobre dicha perpendicular, por ejemplo, 6 sen 90°. El buque propio proyecta su velocidad multiplicada por el seno del ángulo que forman la marcación y el rumbo, contado a partir de la marcación, es decir, 15 sen 24°.

La distancia cd, en las unidades adoptadas, nos da la razón del alejamiento de nuestro buque.

La aplicación de este principio es muchas veces útil cuando no se tienen informes exactos acerca de la velocidad y rumbo del objeto. Generalmente hablando, es sorprendente la facilidad que se llega adquirir para apreciar muy aproximadamente, la velocidad y el rumbo de un buque distante, después de alguna práctica. Pero, como se ha dicho anteriormente, no es necesario que dichos elementos sean conocidos exactamente. Todo lo que es necesario es el conocimiento de que la marcación no varía, sin tener en cuenta los varios elementos que producen esta condición. Si un buque posee una velocidad superior a la del otro, que va alcanzar, o también, superioridad de posición, podrá alcanzar esta condición, aunque con error al principio, sin tener que analizar los elementos del movimiento del otro buque.

Por ejemplo, refiriéndonos a la Fig. 1, en cuyo caso la marcación de los dos buques no varía, considerando que A gobierne al rumbo AB con la velocidad Ab, es indiferente que C siga los rumbos CD a la velocidad Cd, o CD' a la velocidad Cd', o CD", durante todo el tiempo que la proyección de su movimiento sea igual a Ax: porque mientras esto suceda, la marcación no cambiará.

En todas las soluciones de estos problemas se observará que, empleando la misma velocidad, hay dos rumbos; gobernando a cualquiera de ellos, se conservará la marcación constante. Uno de ellos tiende a juntar los buques; el otro a separarlos. Nos podremos aprovechar de esta condición, cuando deseemos quedar en una marcación fija de un objeto y fuera de ciertos límites de alcance sin tener que alterar la velocidad. Por ejemplo, hay, frecuentemente, una restricción en las instrucciones para los ejercicios de tiro, que prohibe a un buque aproximarse a un blanco en ciertas marcaciones. Un método simple es escoger una marcación de seguridad y maniobrar adentro o fuera de ella hasta que sea llegado el tiempo de acercarse.

Se verá, refiriéndonos a la Fig. 1, que el buque A, mantiene la marcación de C constante, gobernando sobre la línea AB a la velocidad Ab. Estando asegurado que la marcación se mantiene constante bajo estas condiciones, A puede confiar en que dicha constan-

cia continue, si gobierna al rumbo AB' con la velocidad Ab'. En otras palabras, para cada velocidad que se emplee (suponiendo que no sea muy pequeña) hay un rumbo correspondiente, que hará mantener constante a la marcación. De este hecho se puede sacar partido en las siguientes condiciones: Supóngase que A es un torpedero armado con un torpedo cuya velocidad es igual a Ab'. Supóngase que A, habiendo avistado un enemigo C, y después de haber gobernado a varios rumbos, encuentra que siguiendo el rumbo AB a la velocidad Ab, la marcación permanece constante. El no necesitará conocer ni la velocidad ni el rumbo de C para saber que si lanza su torpedo en la dirección AB' hará blanco siempre que C esté dentro del alcance. En efecto, la carrera según el rumbo AB a la velocidad Ab, que ha mantenido constante a la marcación, ha sido virtualmente una *carrera de prueba para su torpedo.*

Los casos anteriores nos muestran los que se consideran más comunes ejemplos en que el principio de la marcación constante se puede emplear. Existen otros muchos igualmente suceptibles de ser resueltos con su aplicación.

No se necesita decir que la solución de este problema se haya grandemente facilitada con el círculo de puntería universalmente conocido. Se resuelve también muy fácilmente con el empleo del trazador de cambios de alcance. En este último caso la velocidad del "buque propio" y la velocidad y rumbo del "buque enemigo" deben ser colocadas como de ordinario. Entonces, en lugar de apuntar directamente al enemigo, el instrumento debe ser apuntado a ángulos rectos con la marcación del "enemigo": con este objeto se le han equipado pínulas especiales. Por lo tanto, girando la indicación "buque propio" hasta que el índice marque cero, el rumbo a que debe gobernar el buque propio será obtenido instantáneamente.

(*Traducido del Proceedings*).

Máquinas frigoríficas

y sus instalaciones a bordo.

Por el 1er. Ingeniero Doctor
D. Pedro Valladares.

1.—Consideraciones.—La fabricación de hielo, la obtención de bajas temperaturas en cámaras cerradas bien sea para el trasporte o almacenaje de carnes, frutas u otra substancia suceptible de descomponerse, se ha hecho una importantísima rama del comercio tendiendo a serlo aun más en lo futuro, por las ventajas que ofrece no solo a ciertos países cuya alimentación está basada en el trasporte de carnes y frutas distintas; sino también para los navíos mercantes o de guerra cuyas tripulaciones pueden disponer así para su alimentación, en sus largas travesías, de víveres congelados, que por este medio conservan toda su frescura.

Esta es pues,la razón por la cual en el día toda nave de importancia está dotada de cámaras frigoríficas.

La producción del hielo, y congelación de carnes y otras provisiones aparece muy sencilla a primera vista, pues en principio solo consiste en enfriar el producto y conservarlo a baja temperatura; pero en la práctica hay ciertas circunstancias que ejercen gran influencia en el asunto de que tratamos.

Es por esto, que aunque se dé el más perfecto mecanismo y el más completo aislamiento, será todavía necesario un gran cuidado,

una vigilancia incesante y un conocimiento de las reglas que aseguren la perfecta conservación de los productos.

La teoría termodinámica aplicada en este caso no es perfectamente conocida; pero es conveniente que la analicemos en esta fas de su aplicación.

El frío, como sabemos es simplemente la disminución de calor; pero no es en sí un valor absoluto, salvo que admitiéramos que el cero absoluto de calor fuera el frío perfecto. La teoría nos indica que el cero absoluto corresponde a $-273^{o}C$.

Hasta ahora no se ha podido obtener dicha temperatura, aun cuando muchos físicos en sus experimentos se han aproximado bastante logrando la liquefacción del aire, el oxígeno y otros gases. En estas experiencias los sabios han adoptado el principio que rige las máquinas de aire frío y han logrado muy bajas temperaturas por procedimientos sucesivos.

La obtención de bajas temperaturas se funda en el principio demostrado en Física, que un cuerpo al cambiar de estado lo hace absorviendo calor cuando pasa de sólido a líquido o de líquido a gaseoso,y viceversa cediendo calor si de gas pasa a líquido o de líquido a sólido.

Así sabemos que el agua al vaporizarse a $100^{o}C$ absorve 537 calorías del manantial que la rodea y que el hielo al licuarse absorve 79'36 calorías; devolviendo al realizar una transformación inversa idéntica cantidad de calor.

Lo que pasa con el agua se realiza de igual manera con los demás cuerpos, los cuales absorven calor de los cuerpos que están a su contacto cuando la transformación es directa y ceden calor cuando es inversa.

Fúndanse en estos principios las máquinas frigoríficas empleadas en la industria; en las cuales se hace evolucionar un cuerpo según un ciclo cerrado; pero de modo que su evolución la haga en un ambiente aislado; del cual toma el calor que necesita para su transformación haciendo que su temperatura disminuya.

En efecto, se sabe por el estudio de la termodinámica, que un cuerpo al transformarse realiza un ciclo que puede ser directo o inverso.

Así, si en la evolución de un gas según un ciclo cerrado consideramos dos estados que corresponda al mismo volumen v, si la dicha evolución va de uno de estos puntos en que la temperatura es mayor al otro en que la temperatura es menor diremos que el ciclo es directo, siendo inverso en el caso contrario.

La máquina de vapor y en general todos los motores realizan en su funcionamiento un ciclo directo, necesitando para esto que se transforme cierta cantidad de calor en trabajo que se aprovecha en el exterior. En cambio en ciertas máquinas que podemos llamar *receptoras* u *operadoras*, como pasa por ejemplo con las bombas

compresoras; la bomba de aire, etc. se cumple un ciclo inverso, lo cual obliga a emplear un trabajo exterior para su funcionamiento.

Las máquinas frigoríficas que vamos a estudiar cumplen un ciclo inverso, también, son de las que hemos clasificado en la segunda categoría, es decir son las que para funcionar exigen trabajo y por tanto calor que hay que transformar.

De una manera general, si en un ciclo directo el trabajo desarrollado está representado por z, sabemos que su valor será dado por la cantidad de calor desaparecido $Q_1 - Q_2$ por el equivalente E, es decir

$$z = E(Q_1 - Q_2)$$

cuando este ciclo sea recorrido en sentido inverso el valor del segundo miembro será negativo y por lo tanto el trabajo gastado para llevar el cuerpo a su estado primitivo, lo tomaremos del manantial Q_2 contribuyendo a que se realice un descenso de temperatura; si las fases del ciclo se realizan repetidas veces hay que convenir que Q_2 disminuirá produciéndose un descenso de temperatura.

En las máquinas frigoríficas empleadas en la industria se realiza lo que acabamos de indicar, un gas o líquido vaporizable es obligado primeramente a seguir un ciclo inverso, elevándose de presión y de temperatura; siendo refrigerado durante esta operación; para luego dilatarse y tomar de las paredes del recipiente que lo contiene una cierta cantidad de calor, lo cual hace que descienda la temperatura.

En la práctica la obtención de — 70 grados centígrados en una instalación, corresponde, muy en mucho, a la mayor exigencia de frío que se puede necesitar.

2.—Clasificación de las máquinas frigoríficas.— Para obtener los descensos de temperatura para la refrigeración las máquinas frigoríficas pueden estar fundadas en los principios siguientes:

1º. Un gas al comprimirse aumenta de presión y de temperatura, y al dilatarse disminuye en su estado de estos dos factores.

2º. Un gas licuado cuando es sometido a una presión inferior a la que está soportando se vaporiza instantáneamente produciendo un descenso de temperatura.

3º. La solubilidad de un gas en un líquido es función de su temperatura, tal sucede, por ejemplo con el amoniaco, que disminuye a medida que aumenta la temperatura.

De este modo se tiene las máquinas frigoríficas de *expansión de gas*, de *condensación* y de *absorción*; habiendo caido las de este último sistema en desuso completamente.

Estudiaremos así los sistemas de máquinas refrigeradoras usuales; la de compresión de aire fundada en el primer principio y las

de amoniaco y anhidrido carbónico fundadas en los otros dos principios, que muy bien puede refundirse en uno solo.

3.—Efecto frigorífico.—Se llama efecto frigorífico de una máquina, la cantidad de calor que es capaz de sustraer del cuerpo que se trata de enfriar.

Si admitimos que la máquina realiza un ciclo perfecto que se desarrolla entre las temperaturas T_1 y T_2, todo el calor empleado por el cuerpo que evoluciona es transformado en trabajo.

Si Q_1 es la cantidad de calor contenida por el cuerpo y Q_2 el calor devuelto se tendrá como expresión

$$Q_1 - Q_2 = A \times \tilde{c}$$

siendo A el equivalente calorífico del trabajo y $\tilde{c}$ el trabajo realizado.

Ahora como se tiene

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

se pueda sacar

$$\frac{Q_1 - Q_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q_1}{T_1}$$

Despejando el valor de $Q_1 - Q_2$ y sustituyéndolo en la expresión anterior se tiene:

$$Q_1 - Q_2 = Q_1 \quad \frac{(T_1 - T_2)}{T_1} = \tilde{c} \, . \, A$$

y hallando el valor de $\tilde{c}$

$$\tilde{c} = \frac{Q_1}{A} \, . \, \frac{(T_1 - T_2)}{T_1}$$

De modo tal, que si la máquina desarrolla $2n$ ciclos por minuto, el efecto frigorífico Q_t en una hora será

$$Q_t = 2.n \; 60. \; (Q_1 - Q_2)$$

y la potencia motriz $H.P.$ cuando $\tilde{c}$ es el trabajo en una embolada será:

$$H\,P = \frac{2\,n \times \tilde{c}}{60 \times 75.}$$

4.—Máquinas de aire.—Consideremos el principio que se emplea en las máquinas de aire frío. Sea el cilindro de la bomba compresora y refiramos los movimientos del émbolo a dos ejes rectangulares coordenados; si admitimos que el émbolo se desplaza, sin rozamientos de ninguna clase y que la presión permanece constante, la línea representativa de la admisión será una paralela al eje de las x. En el regreso el émbolo comprime el aire hasta que ocupa un volumen v_0. Como vamos a suponer que esta operación se realiza sin fricción y sin pérdida o ganancia de calor su presión P lo podemos deducir de la ecuación

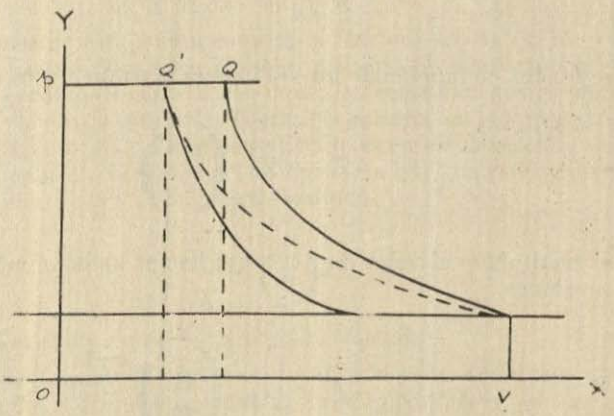


Fig. 1

$$p_0 \, v_1^{\gamma} = p \, v_0^{\gamma}$$

de donde

$$p = p_0 \left(\frac{v_1}{v_0} \right)^{\gamma}$$

recordando que γ en el caso teórico es igual a 1.41.

Por razón de esta compresión la temperatura se elevará, y podremos calcularla en función de las presiones, puesto que se tiene en la ecuación de la adiabática

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{v_1}{v_0} \right)^{\gamma}$$

de donde

$$\left(\frac{v_1}{v_0} \right) = \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

y como dicha ecuación $p_o\ v_1^{\gamma} = p\ v_o^{\gamma}$ admite poderse escribir en la forma

$$R\ T_o\ v_1^{\gamma-1} = R\ T\ v_o^{\gamma-1}$$

se tendrá en función de los volúmenes la temperatura

$$T = T_o \left(\frac{v_1}{v_o}\right)^{\gamma-1}$$

si sustituímos el valor de $\left(\frac{v_1}{v_o}\right)$ que hemos hallado en función de las presiones

$$T = T_o \left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

siendo como sabemos T_o la temperatura absoluta inicial y T la temperatura absoluta final.

El trabajo realizado en esta compresión cuando el aire admitido desde el volumen total v_1 pasa al volumen v_o comprimiéndose adiabáticamente se deduce de la ecuación

$$\tilde{c} = \int_{v_1}^{v_o} p_o\ dv$$

despejándose el valor de p de la ecuación que define la adiabática y que antes hemos recordado, tendremos entonces

$$p = p_o \left[\frac{v_1}{v_o}\right]^{\gamma}$$

que sustituída en la expresión de $\tilde{c}$ nos da

$$\tilde{c} = \int_{v_1}^{v_o} p_o \left[\left[\frac{v_1}{v_o}\right]\right]^{\gamma} dv = p_o\ v_1^{\gamma} \int_{v_1}^{v_o} \frac{dv}{v_o^{\gamma}} = p\ v_o^{\gamma} \int_{v_1}^{v_o} dv_o\ v^{-\gamma}$$

de donde

$$\mathcal{E} = p_0 v_1 \frac{\gamma\left[\frac{1-\gamma}{v_1} - \frac{1-\gamma}{v_0}\right]}{1-\gamma} = p_0 v_1 \frac{\gamma\left[\frac{1-\gamma}{v_1} - \frac{1-\gamma}{v_0}\right]}{\gamma-1} = \frac{p\,v_0 - p_0\,v_1}{\gamma-1}$$

Si después de esta compresión se le hiciera expandir al aire nuevamente hasta volver a su presión original, evolucionando sin ganancia ni pérdida de calor, dicho fluído volvería a su temperatura inicial devolviendo de este modo la energía gastada en comprimirlo. Pero, si en lugar de esto el aire comprimido es enfriado antes de permitir su reexpansión, se absorverá de él cierta cantidad de calor a presión constante cuyo valor estará dado por

$$Q = C\,(T - T_0)$$

cuando C es el calor específico a presión constante.

Entonces después de que el aire realice su expansión su temperatura vendrá a ser más baja que al principio. Pero si la expansión a que estamos haciendo referencia se realiza efectuando un trabajo, como la energía mecánica y calorífica son mutuamente convertibles, es evidente que la temperatura del aire vendrá a ser aun más fría después de la expansión.

La fig. 1 nos muestra el diagrama ideal a través del cual el aire realiza su evolución en las condiciones en que hemos indicado, es decir que tanto la compresión como la expansión deben realizarse adiabáticamente y sin fricción. Supongamos que OV represente el volumen de un metro cúbico de aire a la presión atmosférica y a la temperatura de $20^{o}\,C$; si ahora admitimos que el aire es comprimido hasta un volumen PQ para el cual la presión absoluta sea 4 Kgs. 500, la temperatura se elevará entonces y su valor en función de las presiones será

$$T = \left(\frac{4.500 \times 10.000}{1.033 \times 10.000}\right)^{.29} \cdot (20+273)$$

y tomando los logaritmos de esta expresión

$$log.\ T = 0.29\ (log.\ 45.000 - log.\ 10.330) + log.\ 293$$

$$T = 449^{o} \text{ aproximadamente.}$$

Como se ve pues, 449 — 273° o sean aproximadamente 176° será la temperatura a que se elevará el aire sobre 0. Si en estas condiciones el aire comprimido es enfriado hasta su temperatura inicial de 20°, su volumen se reducirá a PQ mientras que su presión la hacemos permanecer en 4'5 Kgs.

El volumen que ocupaba antes de ser enfriado lo podíamos deducir de la expresión

$$\left(\frac{v_c}{v}\right)^{\gamma} = \frac{p^o}{p}$$

de donde

$$v_c^{\gamma} = v\ \frac{p.}{p} \qquad \text{y} \qquad v_c = v\ \sqrt[\gamma]{\frac{p_o}{p.}}$$

y poniendo valores

$$v_c = 1 \times \sqrt[\gamma]{\frac{10.330}{45.000}}$$

tomando logaritmos

$$log.\ v_c = \frac{log.\ 1.033 - log.\ 4.500}{1.41} = \overline{1}.34679$$

lo que nos dá

$$v_c = 0.^{m3}2222$$

Ahora el volumen v' a que se reduciría v_c una vez que fuese enfriado serían según las leyes de Gay Lussac:

$$v' = v_c\ \frac{1 + \alpha\ t.}{1 + \alpha\ t} = 0.2222\ \frac{1+0,003665\times 20'}{1+0,003665\times 176} = 0.^{m3}144 \text{ aprox}$$

Si después de este enfriamiento se hace realizar la expansión del aire hasta la presión atmosférica su temperatura se reducirá hasta T_1; que por admitir que la expansión es adiabática será:

$$T_1 = \left(\frac{10.330}{45.000}\right)^{0.29} \times 0.144$$

y tomando logaritmos será:

$log.\ T_1 = (log.10.330 - log.45.000)\ 0.29 + log.\ 0.144 = -83^{o}\ C$ aprox.

por otra parte su volumen v'_o será representado por MN', valor que la ecuación de la adiabática nos permite calcular

$$v'_o = 0.144.' \sqrt[\gamma]{\frac{45.000}{10.330}}$$

y tomando logaritmos

$$log.\ v'_o = log.\ 0.144 + \frac{log.\ 45.000 - log.\ 10.330}{1.41} = \overline{1}.61163$$

lo que nos dá

$$v_o' = 0.^{m3}4089. \text{ aprox.}$$

La relación $\frac{PQ'}{PQ}$ será, pues igual a

$$\frac{MN'}{MN} = \frac{273+20}{273+180} = \frac{273-84}{273+20}$$

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
C. de M. Julio J. Elías Murguía

En este caso el trabajo devuelto durante la expansión es menor que el requerido para la compresión siendo la diferencia debida al enfríamiento producido en el aire.

El área NQR representa el trabajo que ha sido necesario hacer para comprimir el aire a la presión absoluta de 4K.500 por centímetro cuadrado. El área $NQQ'N'$ representa además el aumento de trabajo que ha debido realizarse para mantener la presión durante el enfríamiento del aire, pues, de lo contrario, debiendo el aire frío ocupar menos espacio con relación a un peso igual de aire caliente, la presión descendería por el enfríamiento.

Como puede verse el diagrama de que nos hemos venido ocupando, es ideal y no puede realizarse en la práctica; puesto que la aspiración del aire no se hace a presión constante y su compresión y expansión no son adiabáticas. En una palabra la gran diferencia que se obtiene entre el resultado teórico y el práctico, respecto a

la temperatura final obtenida después de la expansión es debida en particular a la fricción, a la obsorción de calor por la pared del cilindro y principalmente a la presencia de vapor de agua en el aire comprimido, puesto que este vapor no solo parte con él su calor sensible sino que entrega todo su calor latente de evaporación y liquefacción, cuando se ha transformado en hielo en los distintos conductos de expansión. De ahí la importancia que tiene la sequedad del aire en esta operación, y que se consigue en parte en las máquinas modernas, haciendo aplicaciones especiales para condensar el vapor de agua y separarlo del aire antes que este fluído se vuelva a dilatar después de su compresión.

La industria presenta variados tipos de refrigeradoras que trabajan según el sistema de *aire frío seco*. Pero cualquiera que sea su disposición, el trabajo lo realiza en todas ellas una máquina de vapor o un motor eléctrico. La energía mecánica desarrollado sirve para mover el émbolo del cilindro de compresión; aprovechándose del aire comprimido para que realice un cierto trabajo en un tercer cilindro llamado de *expansión*.

El aire es tomado de la cámara que se trata de refrigerar, entra al cilindro compresor, el cual está rodeado de una chaqueta de agua que circula en su contorno, de tal modo que toma del aire una cierta cantidad de calor, tendiendo a impedir el aumento de temperatura que se realiza en dicho fluído al realizar su compresión. Es evidente, que cuando mayor calor pueda ser extraído durante esta operación, mejor será la eficiencia de la máquina.

El aire es comprimido a una presión de 3'5 a 4 kilógramos o más por centímetro cuadrado, lo cual hace que la temperatura se eleve entre 138° y 160 *C*; pasando luego de la compresora al *enfriador*. El enfriador es similar en su construcción al condensador de superficie de una máquina de vapor. Los tubos de este aparato son mantenidos fríos por la circulación del agua, la cual, a su vez, pasa a través de la chaqueta del cilindro de compresión. Esta circulación la realiza una bomba especial, que, en las instalaciones de a bordo, toma el agua del mar, líquido que después de haber llenado sus funciones, es descargado, por fin, por el costado del buque.

Como se ve, pues, la temperatura del aire comprimido es reducida en el *enfriador* hasta una temperatura cercana a la del agua de circulación, es decir, en nuestros climas, hasta una temperatura de 15 a 20° *C*. Después de este enfriamiento el aire es lanzado al *separador* en donde es forzado a pasar por pantallas o tubos en laberinto, dejando el vapor de agua condensado que arrastra. Este separador, por otra parte es refrigerado por el aire de la cámara frigorífica antes de entrar al cilindro de compresión, lo cual contribuye a que el aire comprimido seco descienda aun más de temperatura, hasta cerca de 5° *C*

En estas condiciones el aire que está todavía bajo la presión con que salió del compresor, es conducido al cilindro de expansión en donde impele a un émbolo, ayudando de este modo al trabajo realizado por la máquina. En este cilindro el aire comprimido realiza una expansión que hace descender su presión hasta un punto cercano a la presión atmosférica.

El aire escapa del cilindro de expansión y pasa por las canalizaciones a la cámara refrigeradora en donde llega a tener una temperatura muy baja, la cual es generalmente de — 65° a — 70°. El aire es entonces conducido a la cámara refrigeradora por conductos forrados en madera, aislados por pantallas caloríficas convenientes y cuya sección no solo es suficiente para conducir el aire, sino que también pueden permitir el paso de un hombre para que regule las puertas correderas que sirven para realizar la circulación del aire entre las substancias que se trata de conservar.

Es conveniente, que para mayor claridad en el estudio que estamos haciendo, consideremos el esquema de una instalación de esta clase, el cual está indicado en la fig. 2.

En ella, como se ve, van dispuestos tres cilindros lado a lado, que van montados sobre una base común; siendo éstos: un cilindro de vapor *M* que es el motor propiamente dicho; un cilindro compresor de aire *Cp* y un cilindro de expansión *E* del aire comprimido después de que se ha enfriado hasta la temperatura del medio para que devuelva parte del esfuerzo realizado en comprimirlo.

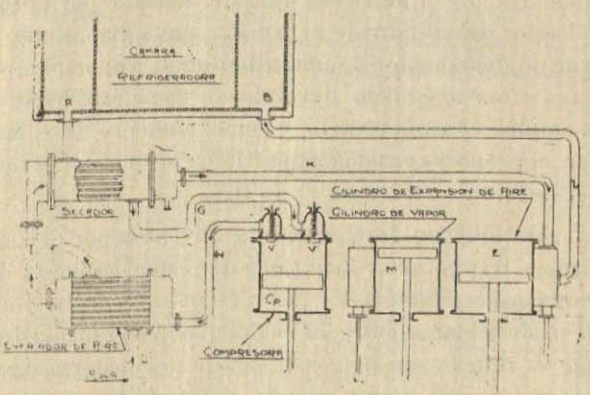


Fig. 2

El eje encigüeñado está situado en el plano de los ejes de los cilindros y lleva una volante reguladora del movimiento.

El aire comprimido penetra, pues al enfriador, cuya disposición es análoga a la de un condensador de superficie en las máqui-

nas de vapor,es decir que presenta dos diafragmas que son las placas a las cuales van fijos una serie de tubos de latón de pequeño diámetro, (20 a 15 m|m generalmente) divididos en dos haces, de esta manera, como se ve en la figura, el aire circula interiormente en los tubos, mientras que el agua lo hace por el exterior de ellos.

Para que el agua circule por el enfriador, lo mismo que por la camisa del cilindro compresor, una bomba *B* impele a estas partes de la máquina el agua que achica del mar.

A la salida del enfriador el aire ingresa a un recipiente secador de purga automática en donde deja todo el vapor de agua condensado por la compresión y enfriamiento realizados.

El secador automático está formado de un cilindro vertical en el cual se mueve un flotador de gran superficie, cuya carrera está regulada por un resorte espiral pequeño. La presión del aire está equilibrada por este resorte que se regula a mano una vez que la máquina está en movimiento.

El aire siempre comprimido ha descendido su temperatura hasta hacerse casi igual a la que tenía antes de la compresión; oscilando al rededor de 20° *C*; sigue del secador por el tubo *K* al distribuídor del cilindro de expansión, cuya disposición es idéntica a la de un distribuídor de una máquina de vapor; ingresa al cilindro, actúa sobre su émbolo, devolviendo una cierta parte del trabajo que se empleó en comprimirlo; y por el aumento de volumen producido por su propia expansión se enfría en proporciones tan considerables que llega más o menos a — 70° *C*.

Del cilindro de expansión el aire pasa por el conducto *L* a la cámara refrigerante. Esta tiene que estar dispuesta de modo de ser muy poco conductora del calor; estando formada por dos tabiques de madera blanca,entre los cuales queda un espacio de 20 centímetros que va relleno con polvos de carbón de madera. Igual disposición llevan los vestíbulos y puertas, debiendo estas últimas ajustarse lo mejor posible. Generalmente la cámara está dividida en compartimentos destinados a la conservación de distintos artículos; estando uno de ellos dedicado a la fabricación del hielo.

Las máquinas frigoríficas tienen otra aplicación más en los modernos buques de guerra para reducir la temperatura que reina en las santabárbaras. Esta operación resulta muy importante a bordo, sobre todo con las pólvoras actuales.

La figura 3 nos da el conjunto que corresponde a una máquina que funciona según la disposición esquemática que antes hemos estudiado.

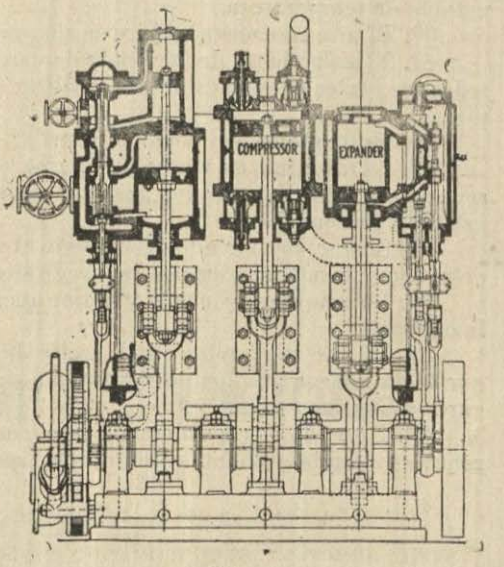


Fig. 3

Antes de poner en marcha la máquina es preciso asegurar que las compuertas correderas de los compartimentos de la cámara de refrigeración estén convenientemente abiertas, que los depósitos de agua estén tapados y que esté abierta la evacuación del aire viciado a la atmósfera. El distribuídor que tiene ese objeto se mueve a mano y gracias a su disposición en la cámara, merced a compuertas especiales, se puede bien aspirar el aire de la atmósfera o de los compartimentos de la cámara; lo mismo que el aire que realiza el ciclo puede evacuar al exterior o a la cámara refrigeradora.

En cuanto a los cilindros de vapor y de aire deben lubricarse convenientemente, los primeros con aceite mineral, por medio de un lubricador automático, y en cuanto a los segundos se les debe lubricar en muy pequeña cantidad, con aceite de olivo de primera calidad, pues no debemos olvidar, que cuanto más pequeña sea la lubricación mayor será la pureza del aire empleado.

Después de cierto número de días de funcionamiento que pueden ser por ejemplo, quince días, es conveniente hacer la limpieza de los tubos del enfriador, a fin de librarlos de la capa de grasa que se les puede haber formado, lo que por otra parte podía dar al aire cierto olor de aceite rancio.

Podemos considerar ahora como ventajas de las máquinas de aire frío las siguientes:

1º. La máquina es de simple construcción y todas sus partes se pueden examinar fácilmente.

2º. El espacio ocupado por la máquina es menor que en cualquier otro sistema.

3º. Poco o ningún espacio ocupado por los conductos cuando se tiene carga que no es necesario refrigerar.

4º. El manejo es sencillo y rápidamente produce un descenso notable de temperatura.

5º. El aire no cuesta nada y es siempre obtenible.

6º. El aislamiento de la cámara de carga se hace fácilmente en todas sus partes cuando es preciso realizar alguna reparación o limpieza.

Las desventajas son como siguen:

1º. La máquina, en virtud de la gran cantidad de aire que debe ser comprimido requiere una gran potencia y por lo tanto un gran gasto de combustible.

2º. Si el separador no detiene todo el vapor de agua condensado se acumula nieve en los conductos de aire.

3º. La máquina no puede trabajar mientras se carga o descarga la cámara.

4º. El aire se mezcla con el aceite lubricante del cilindro lo que le da a larga un olor particular que si no se renueva puede llegar a contaminar todo.

5º. Presenta cierta dificultad para conducirse con carga que requiera simultáneamente diferentes temperaturas durante el viaje.

(*Continuará*).

Crónica Nacional

El 30 de Diciembre próximo pasado a las 10 a. m. tuvo lugar la ceremonia de clausura de la "Escuela Naval".

A esa hora llegó al local de dicho plantel, el señor Presidente de la República, acompañado del señor Ministro de Guerra y Marina y demás miembros del Gabinete, de las autoridades políticas de la provincia y de su casa militar, siendo recibido con los honores y la salva de 21 cañonazos hecha por la batería de la Escuela, correspondientes a su alta investidura.

Acto seguido, pasó al salón de actuaciones en donde el señor Director Capitán de Navío D. José M. Tirado en una bien meditada memoria dió cuenta de la marcha del instituto en el año escolar que terminaba proponiendo en ella reformas importantes.

Antes de terminar tan simpática actuación se efectuó la repartición de premios, los cuales fueron entregados a los alumnos por el mismo señor Presidente en el orden que damos a continuación:

Premio de honor por haber alcanzado el mayor tanto por ciento de suficiencia y buena conducta al alumno de 3er. año Gustavo Cornejo—Una obra profesional y diploma.

Primer año

Alumno de 2a.	Fernando Sarmiento	Diploma

Segundo año

Alumno de 2a.	Julio Contreras	Diploma

Cuarto año

Alumno de 1a.	Pedro Mazuré	Diploma

Quinto año

Alumno de 1a.	Francisco Corrales	Diploma

SECCION INGENIEROS

Cuarto año

Alumno de 1a.	Augusto Hildebrandt	Diploma

El señor Presidente contestó a la exposición hecha con frases de estímulo tanto para el Sr. Director como para el cuerpo docente de la escuela.

En seguida el señor Presidente presenció los ejercicios militares y de embarcaciones; retirándose muy cerca de las 12 y 30 p. m. para dirigirse a la capital después de manifestar, una vez más, su complacencia por la corrección que había hallado en todo.

EL NUEVO DIRECTOR A SUS CAMARADAS DE LA ARMADA.

Vivamente complacido al encontrarme de nuevo, después de tres años de ausencia, entre mis compañeros de profesión aprovecho la oportunidad que se me presenta al hacerme cargo de la Dirección de la "Revista de Marina" para enviar por medio de ella mi más afectuoso saludo a mis camaradas de la Armada y, a la vez que invocando ideales que viven en todos los corazones, y que no son otros que el bienestar y resurgimiento de la marina, pedir el concurso de los Jefes y Oficiales del cuerpo general hacia nuestra Revista que debe ser la obra de todos, así como un lazo más de unión en el que se realice la comunidad intelectual y moral de los que tenemos la honra de formar parte de esta institución llena de gloriosas tradiciones.

El solo anhelo que me guía al aceptar el encargo que se me hace es poder contribuír eficazmente en la obra empeñada, para lo cual estoy resuelto a trabajar sin desmayos, lleno de todo el entusiasmo que despierta en mi espíritu todo aquello en lo cual se puede hacer, como en el caso presente, mucho por el prestigio y adelanto de la institución.

Estrechar entre todos los lazos de compañerismo, haciéndolos más puros, impidiendo por su influjo moral que

las legítimas aspiraciones de progreso puedan degenerar en envidia o emulación, es, en parte, la labor que incumbe a esta revista; labor por cierto muy elevada que hay que procurar que la cumpla, aunque para ello tenga que ser intenso el esfuerzo y tengamos que prestar un enorme contingente de voluntad y abnegación.

Despertar el amor al trabajo, generalizando los conocimientos profesionales, elevando nuestro bagaje intelectual, es otra de las partes que corresponden a este órgano.

Formamos parte de una de las instituciones militares del país, como es la marina, que en todas las naciones es fuente de cultura, de poder y de riqueza; en nuestro doble papel de militares y profesionales, no basta que cumplamos las leyes y reglamentos, es preciso para dar patriótico y debido culto al deber, que propendamos a elevar nuestros conocimientos, tanto más, cuanto que la gigantezca lucha en que se halla hoy empeñada la mayor parte de la humanidad está contribuyendo a que se realice una completa evolución en todos los métodos y en los medios empleados hasta hace poco en las luchas que azotaban a la humanidad; los sumergibles y la aviación; el enorme progreso de los motores, artillería y explosivos; a todo lo cual debe agregarse la manera como ha evolucionado la organización de la marina de guerra en los demás países nos presentan ancho campo para el estudio y la discusión científica desde las columnas de esta revista.

Teniendo en cuenta todo lo que acabo de decir es por lo que me permito hacer presente, con toda la franqueza que me caracteriza, que si nos queremos retrasarnos sino queremos vivir en el estancamiento, es preciso que no sean las iniciativas y la voluntad de unos cuantos, sino las de todos, las que deben desarrollarse impidiendo que una indiferencia dañina detenga la obra empezada; es por esto que he aceptado gustoso, sin dilaciones, una tarea en la que estoy seguro del apoyo y decidido concurso de todos mis compañeros.

Ernesto Caballero y Lastres.

Revista de Marina

Año II Marzo y Abril 1917 No. 2

Cía. de M. Julio J. Elías

Servicios de Estado Mayor

Plan de guerra — Proyecto de operaciones — Organización del teatro de operaciones.

Traducido de la Revista Marítima Brazilera

Por el Teniente 1º.
Dn. Victor Escudero.

Síntesis de este estudio.

No encontramos ninguna definición sobre el *plan de guerra* que satisfaga más que la de Clausewitz en el 3er. tomo de su inmortal obra clásica: "El plan de guerra comprende todo el conjunto de la guerra; la presenta como una acción única, la cual debe tener un objetivo determinado y final, al que deben converger todos los objetivos particulares" [1].

La elaboración del plan de guerra envuelve, pues, toda la preparación, sintetizándola. En ella colaboran el Gobierno, el Comandante en Jefe y el Estado Mayor.

[1] pág. 79. 3er. vol. Edición inglesa.

El Gobierno le dá la orientación política y la orientación financiera.

El Gobierno y el Estado Mayor colaboran en lo que se refiere a la preocupación del abastecimiento, circunstancia extremamente absorvente en la época actual.

El Comando y el Estadò Mayor colaboran en la parte militar propiamente dicha, esto es, en el plan de movilización, en el plan de concentración y en el proyecto de operaciones.

No tenemos tiempo ni disposiciones para filosofar sobre tales asuntos. Nuestro deber es abordar prácticamente la cuestión, subordinándola a nuestro objetivo de tratar en síntesis de los "*Servicios de Estado Mayor*".

Corresponde aún al Estado Mayor, obedeciendo a las líneas generales de orientación prescritas por el *plan de guerra* y en particular por el *proyecto de operaciones*, estudiar y determinar la organización adecuada para el *teatro de operaciones*, decidiendo sobre sus elementos preponderantes que son las *bases* y *las líneas de comunicaciones*.

Plan de guerra.

En otra época el plan de operaciones era casi todo. Hoy, que las luchas no se circunscriben a las fuerzas armadas, sinó que envuelven a los pueblos agitando la vida interna de la nación y todas sus energías, bien se comprende la importancia que asume la preparación de la movilización, del abastecimiento, de la concentración, de las finanzas, de los servicios de retaguardia. En otra época las escuadras a vela podían pasar muchos meses ausentes sin que les faltasen los elementos primordiales. Hoy, la rapidez con que se gastan las municiones, la dificultad de los conciertos, el agotamiento rápido del carbón, muestran que no basta un buen plan de operaciones para obtener la victoria y que los Servicios de Estado Mayor asumirán importancia inesperada e inmensa.

Cuando se inicia el estudio de un plan de guerra, el

primer servicio que falta es el de informaciones, porque el plan de guerra debe aprovechar en primer lugar, del estudio de las fuerzas extrangeras, de sus elementos, armamento, abastecimiento, trasporte, posibilidades de aumento de sus recursos, papel de su flota auxiliar, etc., [2] además del estudio de los factores morales.

El *plan de guerra* depende del acuerdo entre varios ministerios. Cuando ya haya sido declarada una conflagración no habrá tiempo para tratar de éso, ni la calma precisa, porque entonces *solo se cuidará de movilizar sea como fuere*. Francia sufrió de ese mal. El Comandante Mordacq nos revela que en la crisis de 1905, habiéndosele preguntado al Ministro del Exterior lo que sabía de la preparación militar, respondió: "Me preguntais demasiado. Yo cumplo con mi deber. Supongo que mis colegas cumplan con el suyo" [3].

El Consejo de Defensa de ese país, como se vé, no dió el más mínimo resultado práctico.

Es por éso que en ciertas naciones conviene la institución de un Estado Mayor Mixto que elabore planes de guerras probables, al cual estén afectos, además de los oficiales de marina y ejército, funcionarios de otros ministerios, que sea el Estado Mayor del Consejo de Defensa, o su consultor técnico, *aunque no se altere la organización de los ministerios* ni se vaya al extremo de separar los estados mayores de los ministros.

La síntesis del proyecto de operaciones marítimas así como la del proyecto de operaciones terrestres hacen parte del plan de guerra que es único y general.

La responsabilidad sobre el plan de guerra, debe pertenecer, sin embargo, al gobierno del país. El Estado Mayor es su colaborador suministrándole los elementos para su trabajo de orientación suprema.

En su parte *política externa* el plan de guerra debe aprovechar de alianzas y de neutralidades necesarias.

En su parte *política interna*, el plan de guerra debe entrar en cuenta con los medios a emplear para evitar en

---

[2] Toulorge. pág. 56.
[3] Mordacq. Politique et Stratégie.

el país el soplo del anarquismo, de las ideas disolventes, de la propaganda de espionaje extrangera explotando el misticismo de los soñadores, como acontecía en Francia en gran escala en la inminencia de la presente conflagración.

En su parte financiera se debe aprovechar de la reserva de oro necesaria, de los empréstitos que pueden hacerse mucho antes de una conflagración, porque, en el momento del desenlace y después, el Gobierno luchará con las mayores dificultades a fin de obtenerlos.

Con detalle estudiaremos especialmente las funciones del Estado Mayor, en cuanto al proyecto de operaciones, plan de movilización y organización de los servicios de retaguardia.

Proyecto de operaciones.

El proyecto de operaciones es lo culminante. Es para él que tienden todos los trabajos constitutivos del plan de guerra. Es, por decirlo así, una consecuencia de todos ellos y, a pesar de eso, es la causa de todos.

El proyecto de operaciones indica cuál es el teatro de operaciones, si la guerra será ofensiva o defensiva, cuál es la concentración de fuerzas y su acción inicial, cuáles las disposiciones de cobertura, cuales las líneas de comunicaciones y las bases [4].

Disponer las fuerzas en unidades estratégicas y por consiguiente fijar los tipos de barcos a adoptar y su localización habitual, constituye una función genuinamente perteneciente al Estado Mayor, desde que el Gobierno lo instruya de la política exterior, en trazos generales.

Se ha preferido últimamente la palabra proyecto en lugar de plan, para recordar cuán falible es determinar rígidamente una conducta, teniendo en cuenta la dificultad de una exacta previsión de los golpes del enemigo.

Defensiva es una palabra que debe ser usada apenas

(4) Toulorge. pág. 57.

para significar la actitud de quien espera una mejora de situación para tomar la ofensiva. Así lo enseña Von der Goltz cuando dice: "el plan de operaciones debe considerar si tomaremos la ofensiva desde el comienzo, o si esperaremos en la defensiva la mejora de nuestra actual situación; el punto que se escoja para esperar al enemigo en defensiva deberá ser aquel del cual se quiera pasar a la ofensiva debido a mejora de la situación general".

"Aún que se tome la defensiva, es preciso no olvidar aquellas sabias palabras con que Verdy de Vernois, nos dejó en fragmento de su gran experiencia como Jefe de una de las secciones del Estado Mayor prusiano de 1870: "Cuando se quiere hacer un proyecto de operaciones conviene comenzar estableciendo nítidamente lo que se quiere emprender".

"Cuando se decide y fija la voluntad a tal respecto, entonces se preguntará lo que el adversario puede hacer para contrariarnos. Si se sigue el método inverso, esto es, si primero se procura lo que el adversario puede hacer y si de allí se infiere lo que nosotros debemos ejecutar, la ley será dictada por el enemigo y quedaremos privados de uno de los medios más precisos de tener éxito, esto es, de la iniciativa".

Con otras palabras es el mismo pensamiento de Bonaparte: No adopteis la defensiva sinó cuando os sea imposible obrar de otro modo. "Si quedaseis reducido a esta última extremidad, que no sea sinó para ganar tiempo, reunir elementos, apartar al enemigo de sus bases de operaciones; pero vuestro fin ulterior debe ser una ofensiva incesante".

Es claro que la deficiencia de recursos de retaguardia mayormente cuando se lucha contra fuerzas superiores o aún iguales, la dificultad de defender las líneas de comunicaciones, las líneas de retirada, aconsejan la defensiva.

He ahí porque el proyecto de operaciones debe aprovechar de los servicios logísticos y cómo es interdependiente el trabajo de las tres secciones del Gran Estado Mayor.

Concentración de fuerzas.—El principio que gobier-

na la concentración de fuerzas tanto en tierra como en el mar es lo que se conoce por principio de economía de las fuerzas. Se enuncia del modo siguiente: Concentrar el máximo de fuerzas al objetivo principal y el máximo al objetivo secundario [5].

Es, con otras palabras, el antiguo principio de Bonaparte: "El arte de la guerra consiste en tener siempre más fuerzas que el adversario [con un ejército más débil que el suyo], en el punto en que se ataca o en aquél en que él os ataca".

El general Foch clarovidente profesor de la Escuela de Guerra del ejército francés y glorioso comandante actual de los ejércitos centrales de la línea del frente, explica: "El principio de economía de las fuerzas es el arte de lanzar todos sus recursos en un cierto momento sobre un punto; de aplicar ahí todas sus fuerzas, y para que la cosa se haga posible, de hacerla siempre comunicar entre sí, [en vez de mantenerlas por decirlo así en compartimientos], y afectarlas así un destino fijo e invariable. En seguida, obtenido un resultado, hacemos de nuevo converger y obrar contra un nuevo objetivo único" [6].

La simplicidad del principio contrasta con la dificultad de su aplicación que depende del objetivo del enemigo así cómo de nuestros propios designios.

Uno de los fines de la guerra marítima consiste en cortar las comunicaciones exteriores del enemigo, perjudicando el comercio y dando así un golpe formidable a la vida económica y al abastecimiento del adversario. A este objetivo supremo obedecen los objetivos secundarios. La batalla naval es un medio de llegar a tal desideratum. El dominio del mar proporciona además de eso el trasporte de fuerzas por mar, las cuales una vez desembarcadas, quedan teniendo como base de operaciones, el mar.

Por más que deseemos la batalla para llegar al objetivo, podremos por nuestra flaqueza de medios ser forzados a esperarla y nó a procurarla. Cuando se tiene empero una gran superioridad de fuerzas, se debe procurar

(5) Enunciado de Mordacq.
(6) Foch—Principios de guerra.

obrar sobre las líneas de comunicación del enemigo con el exterior, aún que no se posea todavía el dominio completo del mar conquistado en batalla.

La configuración de un país dotado de fronteras terrestres accesibles, por las cuales puede recibir de vecinos neutrales la importación necesaria disminuye mucho la importancia de la guerra naval por la dificultad de causarse gran daño por este medio.

La elección entre la defensiva y la ofensiva dependerá pues del exámen de los recursos tácticos y logísticos de los dos antagonistas.

Basado en estos elementos y después de intensivo trabajo intelectual es que el Estado Mayor puede resolver sobre la disposición de fuerzas, esto es, sobre la concentración. *Concentración de fuerzas* no significa propiamente su reunión en masa, sinó su distribución de modo de cubrir una basta área, aumentando la flexibilidad del conjunto, escondiendo el plan, permitiendo el empleo eventual de las fracciones de fuerza, pero permitiendo también como condición esencial la reunión oportuna de todas las fracciones de fuerza en el punto denominado centro de concentración o centro estratégico.

La protección al comercio, la protección a los propios trasportes, o la exploración son motivos que llevan a veces a esta concentración abierta.

Una escuadra inferior en fuerza y mantenida en defensiva estratégica, debido a esta inferioridad, no puede impedir depredaciones del enemigo en las costas del país. La misma escuadra inglesa no lo consiguió, y por tanto sería absurdo que un país de costas inmensamente más extensas y fuerzas infinitamente menores, se preocupase con esto.

Para algunos, la concentración en el mar debe ser la más abierta posible. Pero una escuadra poco entrenada y poco preparada para la guerra debe tener mucho cuidado en abrirse, porque sus fracciones pueden ser cogidos por sorpresa y parcialmente derrotadas.

Las bases de operaciones en puntos muy apartados, muy expuestos al enemigo pueden caer en su poder si invade el territorio próximo, razón por la cual no se debe confiar demasiado en la medida de sembrar las bases por las extremidades de las fronteras. A pesar de todo es imposible prescindir de bases muy próximas al teatro principal de operaciones.

La división de las fuerzas favoreciendo una cohesión elástica ha sido usado mucho tiempo en las grandes guerras marítimas, sobre todo por los ingleses. Pero un país débil no puede dividir mucho aquello que no posee. Si en Inglaterra la concentración puede ser varias veces lo más abierta posible, entre nosotros debe ser lo más cerrada posible, porque nos faltan elementos para las grandes combinaciones estratégicas que sólo los fuertes pueden emplear, de los cuales es tal vez el principal el gran radio de acción para la exploración.

El medio a emplear para conseguir el objetivo de la guerra naval es luchar por el dominio del mar; por tanto, si somos inferiores en fuerza debemos disputarlo por las operaciones conocidas por ciertos autores con el nombre de *defensiva activa*. La defensiva activa es la característica de la *fleet in being*. Recurso de los débiles, es muy censurable cuando es usado por los fuertes. Las posibilidades de fleet in being quedaron muy desarrolladas después de la importancia que asumieron en la guerra naval los submarinos y los destroyers, el minado ofensivo, en general los *contra-ataques* producidos por los grandes y los pequeños buques.

Además de la *defensiva activa*, una escuadra más débil debe procurar obrar contra los convoys de las fuerzas de desembarque del enemigo y en las líneas de comunicación, no solo de éste, sino también en las suyas propias, lo que se comprende bajo el título genérico de *control* de las comunicaciones.

Corbett, en un valioso esquema, clasifica los métodos que podemos emplear para obtener el comando o dominio del mar y para ejercerlo.

— *Método de conseguir el dominio y de mantenerlo* [caso de superioridad].

a] Obligando al enemigo a aceptar batalla.

b] Ejerciendo el bloqueo.

— *Método de disputar el dominio* [caso de inferioridad].

a] Principio de la fleet in being.

b] Empleo de los contra-ataques menores.

— *Método de ejercer el dominio del mar una vez conquistado:*

a] defensa contra la invasión.

b] ataque y defensa del comercio.

c] ataque, defensa y apoyo de nuestras operaciones militares [expedición].

Es dentro de este círculo que se ejerce la actividad principal de quien prepara un *proyecto de operaciones.*

El mismo autor explica la doctrina de la *fleet in being* con las siguientes palabras: "La doctrina de la fleet in being, como fué practicada por Torrington y desarrollada por Kempenfelt, no vale más de lo siguiente:—donde el enemigo trata de ser el dueño de una área marítima necesaria a sus operaciones ofensivas, nosotros podemos evitar que adquiera tal dominio, usando nuestra escuadra defensivamente, rehusando lo que Nelson llamaba una *batalla regular* y aprovechando todas las oportunidades de contra-ataques".

Cuando la escuadra enemiga es superior a la nuestra, es natural que procure obligarnos a gran batalla que le será ventajosa. El plan de operaciones debe procurar asegurar a nuestra escuadra contra este peligro facilitándole los medios de obrar siguiendo el principio de la *fleet in being.* Para que sean completas estas disposiciones es necesario que nos aseguren las retiradas, que la escuadra pueda abandonar el océano sin el recelo de ser atacada en sus bases lo que sucede a las escuadras alemanas con relación a las inglesas. Aunque poderosa, una escuadra debe preveer estos hechos porque en una batalla desgraciada puede pasar de la posición de superioridad a la de inferio-

ridad manifiesta, mayormente si la diferencia entre ambas fuera poco acentuada al principio de la lucha.

La fleet in being es mal vista por aquellos que hallan, de manera abstracta, que la única cosa a hacer en la guerra naval es disputar en batalla el dominio del mar. Hay sin embargo muchas operaciones a hacer en circunstancias favorables, aunque no se tenga el dominio del mar, lo que demuestra el acierto de evitar los dogmas abstractos y apelar, aún en estrategia, al exámen de cada situación.

En la campaña de Egipto la fuerza naval de Bonaparte y los trasportes navegaban reunidos; entretanto Nelson preocupóse más de la destrucción de los trasportes que de la destrucción de la escuadra francesa, lo que se desprende de sus disposiciones que fueron las siguientes: "Sólo dos divisiones inglesas atacarían a la escuadra francesa, al paso de la 3a. división en su totalidad sería destinada a los trasportes".

De ese modo sólo 8 buques de línea quedaron reservados para hacer frente a los 11 de los franceses, tal era su preocupación por la destrucción de los trasportes. El dogma del dominio del mar por la victoria sobre la escuadra contraria, no resistió por consiguiente el exámen de la situación estratégica.

Nada autoriza a creer que en una guerra defensiva esté una nación de larga costa a cubierto de grandes invasiones de tropas por mar. En este caso el enemigo procurará entretener a la escuadra a fin de tentar la invasión. Un bloqueo no deja de debilitar a la escuadra bloqueadora. Sus convoys de desembarco no podrán disponer de gran defensa. En tal caso es necesario que la nación que se mantiene en la defensiva disponga de flotillas suficientemente fuertes y de submarinos para el ataque a los convoys de desembarque y aún a la misma escuadra bloqueadora, teniendo otra base de operaciones además de un eficiente servicio de exploración, necesario desde el principio.

La predilección por las verdades absolutas y teóricas da como resultado la fórmula: "El objetivo de nuestra

escuadra es la escuadra enemiga", la cual es muy peligrosa cuando se adopta bajo la influencia de la exageración de los dogmas.

El plan de operaciones debe todavía escoger el modo de defender los trasportes por mar, reunidos o nó en convoys, así como los puntos terminales del tráfico marítimo.

Debe preocuparse sobretodo de la protección a las líneas de comunicaciones marítimas, entre la escuadra apoyada en una base avanzada, por ejemplo, y los centros principales de abastecimiento, esto es, debe ocuparse de la protección a las bases volantes. El comercio marítimo inglés nunca fué invulnerable a los ataques y el gran desarrollo numérico de la flota mercante en relación a la de cruceros modernos, por numerosos que éstos sean, impide la protección a los convoys, caso de organizarse, razón por la cual Inglaterra se resigna hoy más que en otras épocas a cruzar los brazos ante el diminuto porcentaje de pérdidas en relación al tonelaje total. Al respecto anota Corbett—*procurar invulnerabilidad completa es incurrir en el vicio estratégico de procurar ser superior en todas partes.*

El *proyecto de operaciones* debe escoger profundamente el modo de obrar contra las expediciones militares del enemigo. En general estos convoys poseen una escuadra de protección directa y una de cobertura completamente libre. El Estado Mayor no puede dejar de estudiar el caso en armonía con el del Ejército porque la reacción contra desembarques en el litoral incluyendo operaciones marítimas y operaciones combinadas, así como incursiones no sólo hostiles a la marina (esto es, ataque a las bases por tierra), sinó también hostiles al ejército (golpes a su retaguardia y otros), obliga a esta consideración común del mismo problema genérico.

Así como el plan de operaciones considera y prescri-

be en líneas generales el procedimiento de la escuadra en batalla, debe también prescribir el empleo de los buques de segunda línea, esto es, de aquellos que siendo inferiores en velocidad o aún en armamento sacrificarían a la escuadra principal si ésta necesitase velocidad y autonomía. Ellos son útiles para enfrentar a los buques semejantes del enemigo, o para otros menesteres menos importantes.

La mayor o menor conveniencia de apartar la escuadra principal de la de 2a. línea depende de la naturaleza de las operaciones: ofensivas o defensivas. En la defensiva pueden, en ciertos casos, combatir juntas; en la ofensiva nunca. La velocidad y movilidad de la escuadra principal son el factor más decisivo a considerar.

Todavía, en este caso, el proyecto de operaciones suministra una indicación sumaria, porque el desarrollo de la campaña presentará situaciones que sólo al Comandante en Jefe conviene sujetar, no perdiendo el Gran Estado Mayor su papel de endoctrinador principal.

El Estado Mayor, en éste como en otros detalles del plan de operaciones no puede dejar de oír la opinión del Comandante en Jefe en la zona de operaciones.

No es un resumen de estrategia lo que arriba queda establecido. El punto más simple de estrategia no podría ser discutido satisfactoriamente dentro de tan breves límites. Es sin embargo una idea orientadora sobre las funciones principales dentro de las que deben estar afectas a la 3a. sección del Estado Mayor Naval.

Recordemos, sobre todo, en síntesis, que la defensiva es un método de ataque. Oyama con inferioridad de fuerzas, retirándose, ataca todavía a los rusos con eficacia conservando la iniciativa.

Organización del teatro de operaciones.

El plan de guerra único suministra algunas vagas indicaciones sobre el teatro de operaciones navales así como sobre el teatro de operaciones terrestres.

Los proyectos de operaciones, entrando en detalles más positivos suministran mayor número de fortificaciones y más exactas informaciones sobre cada una de éllas.

Sin embargo, sean cuales fueren las indicaciones del plan y del proyecto, hay todavía innumerables cuestiones de detalle que no dependen de su naturaleza. Sean cuales fueren los planes es necesario satisfacer a las exigencias regulares de la escuadra en tiempo de guerra.

Con el objeto de concurrir a tal desideratum es que existen los *servicios de retaguardia* cuya dirección intelectual forma el nucleo genuino de las funciones del Estado Mayor.

La *organización del teatro de operaciones* envuelve como partes componentes esenciales:

1o. La elección del local de las bases.

2o. Los trasportes entre el país y la base; entre la base y la escuadra.

3o. La organización de los aprovisionamientos.

4o. El estudio de las líneas de comunicaciones.

5o. La defensa de las bases.

Un gran número de autores confunde la expresión *base de operaciones* con la de *base de abastecimientos*.

Una definición moderna, ahora muy generalizada, de base de operaciones es la que nos dá Mordacq, incurriendo en esta confusión: "La base de operaciones es la región en que se reune la mayor parte de los recursos necesarios a las fuerzas y para la cual se dirije todo lo que le es innecesario o que pueda entrabar su libertad de acción. Esta región, debido también a la evolución de la guerra, tomó proporciones cada vez más considerables. Así es que en Francia puede decirse que ella comprendería en el momento de la guerra el conjunto de las vías férreas que unirían las fuerzas en operaciones con las estaciones depósi-

tos y con todos los grandes depósitos en general, tanto de víveres como de municiones".

Algunos autores, comprendiendo que en la lucha moderna toda la nación colabora y hasta el estranjero mismo, juzgan que la base de operaciones, según la antigua concepción, ha desaparecido. Esta exageración es poco apreciable en el ejército e indisculpable en la Marina.

En uno y otro caso, aún siendo verdadero el argumento, no está dispensada la institución de establecimientos destinados a servir de intermediarios entre la producción del país y los cuerpos de ejército o las escuadras.

Veamos cuales son las diferencias esenciales entre las bases de operaciones propiamente dichas, las estaciones de abastecimientos y las bases de reparaciones o arsenales. Ya hemos dicho que algunos confunden base de operaciones con estaciones de abastecimiento.

Otros en cambio, entre los cuales Bernotti, usan la expresión *base de operaciones* en un sentido tal vez más justo y más propio. Para éllos significa la localidad escogida por la escuadra para estacionarse economizando combustible, facilitando así el problema logístico manteniendo, sin embargo, una *posición estratégica conveniente al ataque* como condición primordial. Las bases de operaciones pueden dejar de tener defensa en la *guerra ofensiva*, puesto que las escuadras no las buscan para huír al enemigo; al contrario pueden ser eventuales, improvisadas.

Conviene no pasar adelante sin examinar más detenidamente la clasificación de Bernotti.

Ella dice:

Varias especies de bases navales. En tiempo de guerra, la entrada de los buques en un puerto puede ser exigida por las razones siguientes:

1º cuando debido al estado potencial de este puerto, la fuerza naval quede en condiciones de *posición oportuna para conseguir el objetivo estratégico*; 2º por necesidad de reabastecimiento; 3º por necesidad de reparación.

En el 1er. caso el puerto considerado es el eje de la maniobra estratégica, esto es, constituye, en el verdadero sentido, la *base de operaciones*. En el 2º el puerto, funcio-

na *como estación de abastecimiento*. En el 3o, como *base de reparaciones*. Esas bases deben ser, por consiguiente, aseguradas contra un ataque de torpedos, cuidado que tuvieron los japoneses en las Islas Eliot.

En la guerra defensiva, por consiguiente, la cual presupone *inferioridad de fuerza*, es necesario que la escuadra *no sea molestada en la base* por el ataque de las fuerzas superiores opuestas y que se tomen todas las garantías a fin de aumentar las ventajas proporcionadas por la base a la acción de la escuadra defensiva. Así se indica: 1o *que la base sea fuertemente defendeda contra el bloqueo*; 2o *que tenga dos entradas lo más distantes posible una de otra*, a fin de obligar al enemigo a dispersarse y facilitar nuestra concentración ventajosa sobre él obrando por líneas interiores.

Estaciones de abastecimiento. Aunque sea ventajoso hacer de la base de operaciones una estación de abastecimiento, no se puede concluír que toda estación de abastecimiento sea base de operaciones. Esto dependerá de la situación en que se encuentra,—de nuestra especial situación.

En la guerra ofensiva se puede improvisar una estación de abastecimiento sin dar gran importancia a su defensa. *La fortaleza de la escuadra constituye la mejor de todas las defensas.* En la guerra defensiva, las mismas razones que llevan a defender la base de operaciones se aplican a la estación de abastecimiento. *Nada es más natural por tanto que, aconsejados por consideraciones no sólo económicas sinó también militares, hagamos de la base de operaciones principal la propia estación de abastecimiento más importante.*

Bases de reparaciones o arsenales. Son todavía las consideraciones económicas relativas a gasto y a defensa, las que conducen a *hacer coincidir las grandes oficinas de repuestos y en general los arsenales con las bases de operaciones y las estaciones de abastecimiento, aunque no se pierda de vista la causalidad especial de cada uno de esos elementos.*

Al conjunto de una estación de abastecimiento y de

oficinas de reparaciones se le dá también la denominación de punto de apoyo. [Darrieus].

Sería aparentemente ventajoso que una escuadra se hiciese acompañar de los trasportes necesarios, tanto para víveres como para combustible. Acontece sinembargo que el abastecimiento en alta mar presenta gravísimas dificultades. Es necesario conciliar dos necesidades opuestas: 1o—evitar que la escuadra pierda su libertad de acción debido a dificultad de abastecimiento o a presencia de los convoys, 2o—mantener o llevar a su alcance los elementos que necesita. De allí proviene la idea de hacer avanzar conforme se necesite, lo más próximo a la escuadra que fuera posible, los puntos de apoyo, utilizando inteligentemente la combinación de esas bases fijas con las bases volantes. Así, por ejemplo, si los destroyers deben operar en puntos demasiado distantes de una base principal, sus tenders, abrigándose en bases eventuales ya estudiadas en tiempo de paz, pueden con gran ventaja aumentar su libertad de acción.

En la guerra ruso-japonesa, siempre que los destroyers tenían que pasar la noche fondeados, las guarniciones pasaban a estos tenders a fin de descansar de las fatigas de los cruceros, rehaciéndose mejor que en el restringido espacio de sus barcos.

Es todo ésto lo que constituye, según la expresión usada por el ejército, la noción del "*escalonamiento*" de los recursos de retaguardia, problema cuya dificultad crece con la preocupación de evitar que puedan caer en poder del enemigo.

Línea de comunicaciones entre la escuadra y la base es la línea que siguen los trasportes, o la línea más corta y más segura entre éllas.

Dedúcese que la escuadra al apartarse de las bases puede comprometer seriamente la eficacia del servicio de los trasportes, cuyo número y capacidad, satisfactorio cuando la línea de comunicaciones es pequeña, puede ser insuficiente cuando la línea de comunicación es grande. Estas consideraciones se aplican, tanto a la guerra marítima como a la terrestre. Se aplican a las vías férreas cuan-

do forman línea de comunicación entre la base principal y los puntos de apoyo eventuales y apartados.

La defensiva estratégica reduce enormemente las dificultades de mantener la eficiencia de los repuestos, desde que las escuadras no se apartan demasiado.

Estas cuestiones deben ser tratadas por el trabajo colectivo de los oficiales experimentados que forman el núcleo principal de la 2a. sección del Estado Mayor, conocedores del teatro de operaciones y de los recursos.

Es relativamente fácil cuando hay equivalencia de fuerzas, el ataque del enemigo a las líneas de comunicaciones terrestres, utilizando buques rápidos y pequeñas fuerzas de desembarque, destruyendo las vías férreas cuyo trazo pasa próximo al litoral. Las líneas de comunicaciones marítimas pueden presentar entonces más seguridad, pero todavía exigen defensa.

Abarcado el litoral por el teatro de operaciones, debe ser estudiado profundamente en tiempo de paz en sus detalles de naturaleza geográfica, administrativa, económica, topográfica. Deben ser conocidos los recursos de las regiones vecinas e impulsados lo más posible.

Eso no puede hacerse bajo la congestión de una movilización precipitada.

La 2a. sección del Estado Mayor debe estar en condiciones de suministrar a los autores de los planes de operaciones todas las informaciones necesarias. Debe ser la válvula reguladora *de los grandiosos proyectos de la 3a. sección* cuando sean incompatibles con los elementos que se poseen. La 2a. sección es, además de éso, la responsable natural de la organización material del teatro de operaciones.

La 2a. sección establecerá una reglamentación básica y permanente para todos esos servicios y providenciará sobre las medidas especiales inherentes a la situación de guerra, en dependencia íntima de los planes establecidos para el momento de la lucha.

Servicios de retaguardia.

Por lo que llevamos dicho, de un modo general, tratando en síntesis del teatro de operaciones, podemos concluír que los servicios de retaguardia, *cuyo objetivo es asegurar la continuidad de relaciones y de cambios [echanges] entre las fuerzas y el territorio nacional* [7] comprenden dos partes principales:

1o. Plan general de abastecimiento, en la guerra, independiente de la naturaleza particular de las operaciones.

2o. Disposiciones de detalle adecuadas a la especie de operaciones que se va a emprender.

A la 1a. parte es costumbre llamarla *servicios de retaguardia en el plan de guerra.*

A la 2a. parte, *servicios de retaguardia en el plan de operaciones.*

La administración de una base no depende del comando de las escuadras. Este solicita, requiere, indica, pero no ordena. La administración de una base hace parte de la dirección general de la guerra. *Militarmente* fiscaliza al Estado Mayor, *administrativamente* gobierna al ministerio. Mientras tanto, las bases volantes, las cuales sirven directamente a esta o aquella fuerza en particular, deben depender del Comando de estas fuerzas.

Lo mismo pasa en el ejército: "La gran base de abastecimiento no pertenece a éste o a aquél ejército. Un ejército dispone de los recursos de la base, sinembargo, el modo de funcionamiento es independiente de sus movimientos. El Comando de un ejército solicita los recursos; pero es el Comandante del grupo de ejércitos, quien hace el intercambio de esos recursos de una a otra base de ejército [8].

Podemos reunir en cuatro grupos las preocupaciones con servicios de revituallamiento, cuando se hace un plan de guerra.

---

(7) Toulorge. pág. 125.
(8) Toulorge. pág. 129.

1o. Organizar una estadística o relación detallada de todos los abastecimientos de víveres y accesorios necesarios a la totalidad de la escuadra durante un largo período, seis meses por ejemplo. De estos elementos, todos los que se pudieren almacenar serán mantenidos en depósito [9].

2o. Organizar desde el tiempo de paz los establecimientos manufactureros necesarios, de acuerdo con las probabilidades y considerar el aprovisionamiento de sus materias primas y sobre todo, repuestos de los mecanismos.

3o. Preveer todas las hipótesis posibles respecto a las irregularidades que surjan durante la lucha, en el funcionamiento de estos establecimientos.

4o. Preveer todos los elementos que deberán obtenerse de países neutrales y estudiar la posibilidad de mantener sus trasportes.

Vemos que son consideraciones de orden general que no dependen precisamente de la naturaleza de las operaciones.

Servicios de retaguardia en el plan de operaciones.

El número de los trasportes a emplear, su capacidad, la distribución de sus servicios, exigen conocimientos sobre la extensión de las líneas de comunicaciones que van a recorrer, sobre la distribución de fuerzas y sobre la intensidad de las operaciones.

La 2a. sección debe tener preparada una lista de todas las embarcaciones que pueden ser empleadas como auxiliares, indicando cual es el servicio especial a que se adaptan y principalmente si deberán ser usadas como carboneros o como trasportes y hospitales.

Cuando se tiene el dominio del mar se puede contar

(9) Habrá una relación de la cantidad de cada artículo de víveres para seis meses, de cada artículo de accesorios; otra para el consumo de carbón por buque, a diversas velocidades y en el puerto, diariamente.

mucho con los trasportes entre la base principal o aún la capital del país, en el caso de Río Janeiro, y las bases avanzadas [10]. Algunas veces es más económico y más rápido el servicio de trasportes marítimos que la instalación aparatosa de un gran número de establecimientos en aquellas bases avanzadas. Depende pues del exámen de la situación, avaluar si vale la pena desembarcar material en una base para *reembarcarlo* cuando la escuadra lo necesite, en vez de hacerse una sola operación de trasporte por medio de barcos auxiliares y trasbordo de estos barcos a los de la escuadra en el propio local de la base. Si las líneas de comunicación del litoral fueran seguras y si la rapidez de comunicaciones unida a una sabia administración central autorizaran a éllo, no hay motivo que lo impida. Débese, empero, notar que es muy difícil, sino imposible, la coexistencia de los elementos citados.

Son éstas las consideraciones principales que ligan el plan de guerra y el plan de operaciones a los servicios de retaguardia.

Sobre éllas trataremos frecuentemente exponiendo detalles imposibles de tratar aquí, por cuanto el objetivo final del presente estudio y de los precedentes es dar la idea de conjunto sobre la organización del Estado Mayor Naval.

Plan de operaciones navales.

a) Guerra marítima ofensiva o defensiva.

b) Constitución de las fuerzas.

c) Plan de concentración. Indicaciones sobre los centros de concentración, sobre las zonas de iniciativa de las fracciones de fuerzas y distancias máximas de apartamiento. Plazo exigido por todos los grupos de fuerza de tiempo de paz para alcanzar los puntos de concentración.

---

[10] Hoy, con el advenimiento del submarino ¿cuál es la nación que puede vanagloriarse de tener el dominio del mar?....

d) Indicaciones sobre los objetivos estratégicos y tácticos de la primera faz de la guerra.

e) Indicaciones sobre la defensa de los convoys y su constitución.

f) Indicaciones sobre la defensa de otras líneas de comunicaciones.

g) Estudio de las probables operaciones combinadas con el ejército, tanto ofensivas como defensivas.

h) Plan *general* de acción combinada entre la marina y el ejército.

i) Eventualidades estratégicas y tácticas posibles y *planes de operaciones* en estos casos, para auxilio al comandante en jefe en la localidad.

Plan de abastecimiento.

Mantener en el día la:

a) Relación de todos los víveres, accesorios, combustible y municiones necesarios para un largo plazo de tiempo, de acuerdo con la naturaleza del material y de la campaña.

b) Idem en cuanto a las necesidades probables en las fases posteriores de la guerra.

c) Organizar la relación de las fuentes productoras y providenciar para la eficiencia o fundación de tales establecimientos y para la indicación y extracción de la materia prima necesaria.

d) Preveer las hipótesis sobre irregularidades en el funcionamiento de estos establecimientos y medios de superar dificultades.

e) Preveer las adquisiciones necesarias en países neutrales.

f) Organización de los convoys. Planes de las altera-

ciones en barcos mercantes para adaptación al servicio de trasportes. Lista de esos barcos y lugar donde se encuentran.

g) *Trasportes por tierra.* Indicaciones precisas. Celar por el trazado estratégico de las vías férreas y carreteras.

h) Planes de almacenamiento del material de abastecimiento.

Plan de movilización.

a) Delineamiento general *de los documentos de movilización de todos los buques de la escuadra* y registro del resultado de su inspección periódica.

b) Lista de todos los buques, de cualquiera naturaleza, que puedan ser movilizados más tarde o más temprano, y plazo concedido a cada uno de éllos según la situación en que se encuentren: *listos, en reserva de escuadra, en reserva normal o indisponibles.*

c) Mantener en el día, aunque puedan dejar de ser elaboradas obligatoriamente por el Estado Mayor, una copia de la lista de todo el personal fluctuante a movilizar, con indicación de la especialidad y puesto de cada hombre de reserva.

d) Mantener idéntica relación para los puestos de tierra.

e) Plan de funcionamiento de los puestos que va a ejercer el personal movilizable, en tierra, tales como los de las estaciones de informaciones o señales improvisadas en la costa.

f] Lugares de presentación de los movilizados y organización del servicio.

g] Plazos concedidos a las diversas clases de movilizados.

h] Plan general del reclutamiento naval.

Plan de organización de las bases fijas y sobre todo de las bases eventuales.

a] Localización—Estudio táctico y estratégico en armonía con la 3a. sección.

b] Plan de defensa de las bases. Guarnición de defensa de las bases eventuales.

c] Disposiciones administrativas sobre las bases.

Eduardo de Brito e Cunha.

Profesor de Organización Naval y Servicios de Estado Mayor.

MINISTERIO

(Administración creadora de las fuerzas navales)

JEFE DEL ESTADO MAYOR (escuadra lista)

Sub-Jefe (parte intelectual)

RAMO ADMINISTRATIVO DE LOS PRINCIPALES SERVICIOS DE LA ESCUADRA **LISTA.**

1a. SECCION — RECURSOS DEL ENEMIGO

Casillero para información

a).....
b).....
c).....
d).....
e).....
f).....

2a. SECCION — NUESTROS RECURSOS

Estudios e investigaciones sobre la situación actual de nuestras fuerzas, y servicios.

Organización de paz y paso a la *organización* de tiempo de guerra, reduciendo al mínimo los agregados.

Plan de abastecimiento

a).....
b).....
c).....
d).....
e).....
f).....
g).....
h).....

Plan de Movilización

a).....
b).....
c).....
d).....
e).....
f).....
g).....
h).....

Comisión fiscalizadora de la movilización de la escuadra con amplios poderes de investigación.

3a. SECCION — DECISION ESTRATEGICA

Plan de Organización de las bases

a).....
b).....
c) disposiciones administrativas.

Plan de Operaciones

a).....
b).....
c).....
d).....
e).....
f).....
g).....
h).....
i).....

Primera adaptación posible a la organización naval brasilera del plan general de guerra propuesto por Gatewood en la Revista Marítima norteamericana N° 151 de 1914, con la colaboración del comandante Schoffield y otros distinguidos oficiales.

Los itens corresponden a las notas adjuntas.

AGUAS TERRITORIALES

Por el Teniente Comandante
H. G. Sparrow U. S. N.

Al discutir las fases navales de la Guerra Europea, junto con las operaciones probables y posibles en las varias zonas marítimas, el que estas líneas escribe, encontró que la necesidad de un conocimiento preciso respecto a la situación legal de las diferentes zonas, que no sean las de alta mar, estaba grandemente incrementada.

Al tratar de buscar informes respecto al asunto en referencia, se ha obtenido hechos interesantes acerca de la historia de las dichas zonas marítimas y también respecto al mejoramiento de las prácticas que en relación a ellas se han establecido. El presente artículo se ha formado con las notas tomadas en el curso de la investigación que se ha mencionado.

Se ha consultado las siguientes autoridades en la materia:

Moore.—*Recopilación de Leyes Internacionales*, Washington. 1916.

Oppenheim.—*Derecho Internacional*, Londres, 1912.

Stockton.—*Bosquejos de Derecho Internacional*, Scribner, 1914.

Latour.—*El Mar Territorial*, París, 1889.
Enciclopedia Británica.—11a. edición.

No se da referencias respecto a la fuente de información para cada uno de los hechos más abajo citados, por la razón de que los hechos importantes se encuentran mencionados virtualmente por todas las autoridades consultadas y dichas referencias se tornarían por consiguiente muy pesadas.

Un Estado está definido por un conjunto de individuos que ocupan y rigen permanentemente un territorio fijo. Si el Estado es soberano, tiene un control completo, en tal territorio, tanto en sus relaciones internas como en las externas. Si él no es soberano, su condición se encuentra usualmente bien definida, así es que no existirán dudas respecto a la jurisdicción sobre el territorio, excepto en las circunstancias ocasionales de disputas de límites. Esto es lo que se refiere a las partes sólidas del Globo.

Queda por considerarse, sin embargo, la mayor porción de la superficie de la tierra cubierta por el agua.

Por la naturaleza misma de las cosas, un Estado puede tener el control sobre cualquier porción de agua que esté enteramente dentro su propio territorio, y rodeada por él, porque para lograr el acceso a dichas aguas, un Estado extranjero se vería obligado a pasar sobre el territorio del Estado en cuestión. No podría prescindirse de tal violación, aún realizando el paso por el aire, por la tendencia de los estados modernos a llamar territorial el aire encima de sus dominios hasta una altura no limitada.

Pero la mayor parte de la superficie las aguas no está enteramente confinada dentro de los límites de un estado, sino que ya bordea territorios inequivocablemente bajo soberanía extranjera, ya se interna dentro de tales territorios o ya se encuentra en mar abierto. Además de tales aguas existe lo que se llama la alta mar.

Ha sido, pues, necesario, para mantener las relaciones amistosas entre los diferentes estados, definir claramente, ya por reglas generales o ya por acuerdos especiales, los derechos y restricciones de todos los interesados en el uso de todas las aguas.

Mares y Océanos.

Principiando con las mayores divisiones de las aguas, los mares u océanos, encontramos que, en la antigüedad, hasta los límites en que ellos eran conocidos y empleados, eran libres. Ninguna importancia se dió a la contundente declaración del emperador romano Antonio Pío: "Siendo el emperador del mundo, Yo soy consecuentemente la ley del mar".

Pero conforme avanzamos hacia los últimos tiempos de la Edad Media, encontramos estados que hacen declaraciones respecto a la exclusiva pertenencia de ciertos mares, apoyando con la fuerza estas declaraciones y teniéndolas reconocidas por otros estados. Esta fué la doctrina del *Mare Clausum*. Como ejemplos mencionaremos el requerimiento del emperador Federico III de Alemania, hecho a Venecia, en 1478 pidiendo permiso para transportar maíz a través del Adriático; también debe mencionarse la práctica de Inglaterra obligando a los extranjeros a que recabasen el permiso inglés para pescar en el Mar del Norte.

Para un estado tal de la sociedad, tolerando tales principios, las doctrinas liberales propuestas por Grocio, el "padre del Derecho Internacional", en su tratado *Mare Liberum*, publicado en 1609, parecieron heréticas y arrancaron protestas.

Pero la semilla estaba echada, la idea creció y, a fines del primer cuarto del siglo XIX, la doctrina de la libertad de los mares abiertos, tuvo aceptación general.

Sin embargo, recientemente, (Julio de 1915), Italia ha declarado, cerrado, para todas las naciones, el mar Adriático al norte de la línea que une Otranto con un punto de la costa opuesta. Esto, por supuesto, ha sido dado como un acto de beligerancia que difiere de las primeras prácticas de tal autoridad como un simple acto de soberanía, independiente de los derechos de guerra.

La prensa de Londres, en Diciembre de 1915 discutió la idea de que los Aliados debían cerrar el Mediterráneo y permitir el comercio en él solamente con licencia.

Estos actos o intentos, contravienen, indudablemen-

te a las ideas liberales que lentamente habían ganado terreno, pero en una lucha de la magnitud de la presente guerra, en que todas las mayores naciones marítimas son beligerantes, no debe admirarnos, aunque con profunda pena, que algunas de las convenciones sean descuidadas cuando un beligerante estima que, con ello, obtendrá ventaja.

Habiendo hecho notar estas excepciones a las reglas establecidas, regresaremos a la consideración del engrandecimiento del principio que nos ocupa.

Inglaterra tuvo, por largo tiempo, pretensiones de dominio sobre los "Mares estrechos" ("Narrow Seas" or King's Chambers) formados por los canales de Sn. Jorge y Bristol, el Mar de Irlanda y el canal del Norte. Hacia el año de 1805 los reglamentos de la Marina Británica, obligaban a los comandantes de los navíos ingleses de guerra, que exigiesen de los buques extranjeros "dentro de los mares de S. M." (que se extendían hasta el cabo Finisterre) el cargar sus velas altas, como reconocimiento de la soberanía británica en esos lugares. En la declaración de 1878 sobre la jurisdicción de aguas territoriales, no se consideró, sin embargo, tal práctica y pudo, así, ser lentamente olvidada junto con otras similares.

Vemos, así, que los mares han ido convirtiéndose en libres para todos igualmente; pero todos los mares bañan las costas de uno o más estados. ¿Puede la doctrina de la libertad de los mares, extenderse hasta las mismas costas de tales estados?

Cintura Marítima.—La respuesta dada por los estados interesados es "No". Todos han sido uniformes en reclamar una extensión ficticia de territorio que ha venido a llamarse la "cintura marítima", frecuentemente conocida como la "Legua Marina".

Justificación para esto se encuentra, primero, en el hecho de que la seguridad de los estados en referencia, demanda la exclusiva posesión de esas aguas; segundo, en la necesidad de la vigilancia de la navegación, para garantizar un buen desarrollo de ella, y la seguridad de los intereses políticos y fiscales (derechos de aduana, etc.); terce-

ro, en la necesidad de asegurar la existencia de la población costeña (pesquerías costaneras).

Los escritores, sin embargo, establecen una distinción entre la soberanía sobre el territorio en tierra y sobre la cintura marítima. El estado ejerce la supremacía territorial en su dominio continental; en la cintura marítima, la ejerce solamente en lo que se refiere a la primacía de intereses. Para ilustrar esta diferencia, diremos que un estado permite el tráfico pacífico de los buques extranjeros en su cintura marítima, pero no concede este privilegio en sus ríos nacionales.

Algunos escritores establecen, además una distinción entre los derechos sobre la cintura marítima, que un estado, por su soberanía, puede o no puede reservarse, según que ellos sean o no agotables. Así, la facultad de pasar a través de las aguas es inagotable, mientras que las pesquerías no lo son. De aquí que un estado pueda reservar para él el derecho de pesca en sus aguas y no así el derecho de pasaje.

A pesar de todo, el derecho que cada miembro de la familia humana tiene para realizar intercambios con los otros miembros, daría en sí mismo el derecho al pasaje tranquilo por tales aguas.

Extensión de la cintura marítima.—Dado que los estados tienen derecho a una cintura marítima alrededor de su territorio, se hace necesario, fijar la extensión de tal cintura, o sea sus límites exteriores e interiores.

Los Romanos, en los casos en que trataban de medir distancias desde la costa, partían de la línea de la más alta marea, pero posteriormente, los tratados admiten la línea de la baja marea, para principiar a medir la extensión de la cintura marítima. En esta y en otras muchas fases del derecho internacional han formulado varias propuestas los que al respecto han escrito, tales como la de tomar como origen de la cintura marítima, la línea de las profundidades navegables, pero la práctica ha hecho que sea generalmente adoptado el límite arriba indicado.

El límite interior de la cintura marítima sigue las si-

nuosidades de las costas. Su locación en las desembocaduras de los ríos será tratada posteriormente.

El ancho que debía darse a esta cintura, ha sido por mucho tiempo una cuestión muy discutida. En la Edad Media, cuando la protección contra los piratas fué una de las más poderosas razones de la existencia de la cintura en referencia, a menudo fué propuesto el límite de 60 millas para el ancho de la cintura marítima, y así se encuentra registrado por los escritores de aquella época. Se tiene noticia de que en esos tiempos España ejercitaba su autoridad sobre tal área.

Bynkershoeck, en 1702, fué el primero que propuso que ya que la cintura marítima tenía por objeto proporcionar seguridad a las costas, debía ser extendida hasta donde el mar pudiera ser defendido desde tierra, por ejemplo, hasta el límite del alcance del cañón.

Han existido tratados que encerraban esta definición, notablemente aquel de 1799 entre la Gran Bretaña y los Estados Unidos; este principio se encuentra favorecido en la actualidad por Alemania.

Siguiendo la primera enunciación del alcance del cañón, hallamos que la distancia que actualmente representa, se encuentra grandemente incrementada, debido a los progresos en el material de artillería. Por esto se ha presentado posteriormente la necesidad de una más exacta definición, y así encontramos en los tratados, una distancia que, en la época en que dichos tratados fueron suscritos, representaba el extremo alcance del tiro de cañón, o sea tres millas. Esta regla llegó a ser general hasta nuestros días en que se encuentra generalmente aceptada. Sin embargo, debe hacerse notar algunas excepciones, como son las de Noruega que dice que, por la configuración de sus costas, le precisa ejercer jurisdicción sobre una cintura de cuatro millas de ancho, y España que reclama una de seis millas.

La milla, usada como unidad de medida, es generalmente estipulada en los tratados, como la sesentava parte del grado de latitud.

A propósito, y como un asunto de interés, debemos

hacer notar la declaración de uno de los modernos hombres de estado norteamericanos, el Presidente Jefferson, proponiendo que los Estados Unidos reclamasen, para sí, la jurisdicción de la parte interior de la Corriente del Golfo.

El Instituto de Derecho Internacional, en sus sesiones de 1894, adoptó ciertas reglas referentes a las aguas territoriales, que Holanda en 1896, propuso a la atención de los gobiernos europeos y americanos, con el objeto de convocar una conferencia al respecto, pero ninguna decisión posterior se tomó sobre el asunto.

Estas reglas proponían el que las aguas territoriales se extendiesen seis millas desde la línea de la más baja marea, siguiendo las sinuosidades de las costas excepto en el caso de las bahías de más de 12 millas de ancho en que la cintura se encontraría limitada por una línea recta que uniese los puntos de la costa en que la dicha bahía tuviera las 12 millas.

Para mayor seguridad de los estados, y considerando, también, el aumento en el calado de los buques, parece prudente que el límite se extienda a seis millas, aunque *el principio de las tres millas, está tan establecido, que parece poco probable el que sea cambiado.*

A este respecto es interesante recordar que en la lucha entre el "Kearsage" y el "Alabama", afuera de las costas francesas, el gobierno francés, exigió que la acción fuese a tal distancia de las costas que ningún proyectil pudiese caer dentro de las aguas territoriales francesas.

Jurisdicción sobre la Cintura Marítima.—Aunque los escritores difieren en el asunto, parece buena práctica afirmar que ningún país tiene el derecho de negar el tráfico inocente a través de su cintura marítima, a los buques mercantes extranjeros, sujetos, por supuesto, a los derechos de los beligerantes. Esto, sin embargo, no incluye el derecho de cabotaje o el del comercio costanero. Este pasaje tranquilo no puede ser reclamado por los buques de guerra, siempre que las aguas territoriales no formen parte de las rutas que comunican los mares abiertos, aunque usualmente no se les niega.

La cuestión que se presenta respecto a la jurisdicción de un estado marítimo, sobre los buques mercantes extranjeros que trafican por sus aguas, es muy discutida. En el renombrado caso del "Franconia", en 1876, los tribunales británicos para los "Casos Reservados de la Corona", sostuvieron que los tribunales ingleses no tenían jurisdicción, sobre los crímenes cometidos en las aguas territoriales inglesas. El Parlamento, en 1878, dictó el "Acta de Jurisdicción sobre Aguas Territoriales" para remediar la situación. Por este documento, se declaró que una infracción cometida por un individuo, súbdito o no de la Gran Bretaña, dentro las aguas territoriales de Su Majestad Británica, venía a jurisdicción de los tribunales del Almirantazgo, aunque la ofensa hubiera tenido lugar a bordo de un buque extranjero. Otro artículo del mismo documento declara que no se tomará ninguna actitud sin el consentimiento de uno de los principales Secretarios de Estado de Su Majestad. Esto nos indicará que el Derecho no está tan libre de discusión que garantice su aplicación sin restricciones.

El Instituto de Derecho Internacional, ha adoptado la regla de que los crímenes u ofensas cometidas a bordo de un buque extranjero que trafique por las aguas territoriales de un país, están fuera de la jurisdicción de este país a menos que tales crímenes afecten los derechos de estado en cuestión.

Esto coincide con la decisión tomada por el Supremo Tribunal de los Estados Unidos, en el caso de Church contra Hubbart, al decir que las naciones pueden impedir la violación de sus leyes por las presas hechas en el mar en las inmediaciones de sus costas, aunque la captura puede estar justificada por las leyes del país que ejerce tal derecho.

Mares cerrados y mares interiores.

Las aguas interiores que sirvan de acceso a los puertos de un estado, son consideradas, en general, como territoriales.

Los mares de Azov y Kara son considerados territoriales por Rusia y, al parecer, con buen fundamento.

En el caso del Mar Interior del Japón, el Supremo Tribunal Británico en Shanghay lo declaró pertenecer a la alta mar. El Consejo Privado en apelación, revocó la decisión formulada en este caso, pero no hizo comentarios respecto a que los mares interiores pertenezcan a la alta mar. El Japón los considera sin embargo, como aguas territoriales, y, en vista de la estrechez de sus entradas, se hace duro imaginar de qué otro modo pudieran ser considerados.

El Mar Negro ha tenido una historia interesante. Hasta el siglo dieciocho estaba rodeado solamente por territorio turco, y bajo tales condiciones fué considerado como cerrado por Turquía. Con el advenimiento de Rusia sobre sus costas, cesó de ser un mar cerrado y la navegación mercante extranjera fué admitida; posteriormente, por el tratado de París, 1856, fué abierto al comercio de todas las naciones y neutralizado. La bandera de guerra fué prohibida, excepto en el caso de unos cuantos y pequeños buques turcos y rusos mantenidos con el objeto de ejercer la policía.

En 1870 Rusia dejó de considerar la estipulación prohibiendo los buques de guerra, y por el tratado de Londres de 1871, la condición de la neutralización y de la exclusión de los buques de guerra fué abolida.

El Mar Báltico fué virtualmente cerrado por Dinamarca a causa de su control sobre las entradas desde los tiempos anteriores al año 1857, pero por tratados suscritos en ese año,el mar Báltico y los estrechos de entrada fueron declarados abiertos. No se hizo ninguna declaración especial respecto a la condición del Báltico en tiempo de guerra, pero en los tratados entre Rusia y Suecia en 1759 entre Rusia y Dinamarca en 1780, entre Rusia y Prusia en 1781 y entre Dinamarca y Suecia en 1794, el Báltico fué declarado neutral. Algunos escritores sostienen el derecho de las naciones limitantes para declarar el Báltico cerrado, pero esto no ha sido dado en ninguna guerra reciente.

En el caso de mares interiores, cuyo término incluye los lagos, la costumbre ha sido dividir sus aguas proporcionalmente entre los estados que baña. Así, el Caspio es ruso y persa, aunque es virtualmente ruso ya que un tratado permite a Rusia, solamente, tener buques armados en él.

Los Grandes Lagos de Norte América, con excepción del Lago Michigan, son considerados completamente aguas territoriales divididas entre la Gran Bretaña y los Estados Unidos por una línea medianera entre sus orillas. El Lago Michigan pertenece enteramente a los Estados Unidos.

Golfos y bahías.

Es generalmente admitido que los golfos y las bahías cerradas por un estado, cuya entrada desde el mar pueda ser controlada por las baterías de la costa, pertenecen al estado que las encierra, aunque la entrada sea de más de seis millas de ancho; mientras que aquellas bahías cuya entrada no puede ser controlada por baterías, y aquellas encerradas por más de un estado deben ser consideradas como partes del mar abierto.

En la práctica, sin embargo, hay ciertas excepciones. La Gran Bretaña ha considerado siempre la bahía Concepción como territorial, y los Estados Unidos han considerado similarmente las bahías Chesapeake y Delaware.

Como se ha establecido más arriba, el Instituto de Derecho Internacional ha recomendado que las bahías pueden ser consideradas como aguas territoriales, solamente cuando su ingreso sea menor de 12 millas, excepto aquellas grandes bahías que han sido consideradas como territoriales por más de 100 años.

Varias convenciones de pesca concernientes al Mar del Norte, suscritas por los estados que lo bordean, han estipulado que la jurisdicción exclusiva, puede ser ejercida en las bahías de más de 10 millas de ancho.

En la decisión del tribunal de la Haya, en 1910, concerniente a las pesquerías de la costa norte del Atlántico,

se estableció que la legua marina debía ser medida a ángulos rectos con una línea recta que atravezase la superficie de las aguas en los lugares en que ellas cesaran de tener la configuración y características de una bahía.

En el caso de un pesquero extranjero violando las leyes británicas sobre pesca en el estuario Moray, el gobierno británico reconoció el estuario como no constituyendo una bahía territorial británica.

Como Oppenheim muy bien dice, el asunto es tal, que reclama una conferencia internacional que establezca qué golfos y bahías deben ser considerados como territoriales.

Estrechos.

Podemos dividir los estrechos en dos clases generales: la primera, aquellos que conducen a mares interiores o territoriales, y la segunda, aquellos que comunican mares abiertos. Con respecto a la primera clase, si el estrecho es tan angosto que pueda ser controlado su paso, por las baterías de costa, no puede haber duda alguna sobre la territorialidad de sus aguas. La segunda clase es aquella que produce cuestiones de jurisdicción. En este caso los estados que bordean el estrecho, tienen los mismos derechos que en el caso de las aguas que bañan las costas. Tienen jurisdicción sobre el estrecho, si éste no tiene más de seis millas de ancho, pero no pueden negar el paso tranquilo de los buques mercantes ni el de los de guerra. Otra vez debemos hacer notar que, aunque este principio de control está aceptado, existen ciertos derechos, que por convenio, se hallan exceptuados de estas reglas.

En 1894 el Instituto de Derecho Internacional adoptó los siguientes principios en relación a los estrechos:

1o.—Los estrechos cuyas costas pertenezcan a varios estados, forman parte de las aguas territoriales de los estados que bordean, quienes tienen autoridad en ellos hasta la línea central.

2o.—Los estrechos cuyas costas pertenecen a un solo estado, forman, en lo concerniente a la cercanía de sus

costas, parte de las aguas territoriales del estado en cuestión, aunque sean indispensables como medios de comunicación marítima entre dos o más estados.

3o.—Los estrechos que sirven de paso entre dos mares libres, no pueden ser cerrados. Los estrechos sujetos, actualmente a convenciones o usos especiales, están exceptuados de estas reglas.

El Sund.—Desde los primeros años del siglo catorce, Dinamarca pretendió jurisdicción sobre el Sund y sobre los dos *Belts* (Grande y Pequeño Belt) que conducen al Báltico e imponía gabelas a todos los buques que por ellos pasaban, garantizando, en cambio, la no existencia de piratas y proporcionando facilidades y pilotos para la navegación.

En 1848 los Estados Unidos protestaron en contra de esta práctica, declarando que, por la ley internacional de las naciones, la navegación de los dos mares,que los dichos estrechos comunicaban, era libre y que por lo tanto debía ser libre también, la navegación de esos estrechos.

Después de varios años de negociaciones, Dinamarca en 1857, concluyó un tratado con las principales naciones marítimas interesadas, por el cual, mediante indemnizaciones que le fueron pagadas, Dinamarca retiraba sus pretensiones al cobro de derechos de pasaje. En el mismo año, se firmó un tratado con el mismo objeto entre Dinamarca y los Estados Unidos.

Dardanelos y Bósforo.—Hasta el siglo dieciocho Turquía rodeaba el Mar Negro, y la exclusión que hizo en él de toda navegación extranjera, fué permitida. Después, Rusia llegó hasta el Mar Negro, y Turquía fué obligada a permitir la navegación mercante a través de los Dardanelos y el Bósforo, pero continuó excluyendo a los buques de guerra extranjeros. Por varios tratados fué confirmado este acto, y por el tratado de París, 1856, el mar Negro fué neutralizado y abierto a la navegación mercante de todas las naciones, prohibiendo sólo la bandera de guerra, excepto algunos pequeños buques rusos y turcos de vigilancia. Por convenciones separadas, la regla que excluía

a los buques de guerra extranjeros, de los Dardanelos y del Bósforo, fué reafirmada.

En 1870, Rusia no hizo caso de la neutralización del Mar Negro, y por el tratado de Londres de 1871, fué abolida la neutralización y la exclusión de los buques de guerra.

En 1902 Turquía permitió a Rusia el paso de cuatro destroyers a través del Bósforo y de los Dardanelos, pero desarmados y bajo la bandera mercante. La Gran Bretaña protestó contra ésto y se reservó el mismo derecho para ella.

Posteriormente, durante la guerra Ruso-Japonesa, dos buques de la Flota Voluntaria Rusa pasaron por los estrechos bajo la bandera mercante, aunque izando después la bandera de guerra y emprendiendo operaciones de ofensiva en el mar Rojo. Ninguna nación protestó ante Turquía por este hecho, y por supuesto, no fué posible al Gobierno turco prever el uso que se le iba a dar a los tales buques.

Estrechos de Juan de Fuca.—Por el tratado de 1846 los límites entre los EE. UU. y el Canadá siguen la línea media del canal entre la isla de Vancouver y el Continente desde el paralelo 49 de latitud a través del estrecho en dirección al mar.

El estrecho entero está abierto al uso de ambos países, pero ambos consideran sus aguas como completamente territoriales.

Estrecho de Magallanes.—En 1879 el Secretario de Estado de los EE. UU. declaró que esta nación no toleraría pretensiones exclusivas de ninguna otra, cualquiera que fuese, al estrecho de Magallanes. Un tratado entre la Argentina y Chile, suscrito en 1881 neutralizó los Estrechos, garantizando la libre navegación de todas las naciones y prohibiendo la fortificación de él. Esto puso fin a todas las disputas a este respecto.

Ríos.

Si un río está completamente dentro de un estado,

se encuentra como los mares interiores y los lagos,completamente bajo la jurisdicción de tal estado, y no se halla abierto para los estados extranjeros, excepción hecha de cuando se garantiza tal privilegio. El Canadá, en 1876, y después en 1892, promovió la cuestión del derecho de los buques canadenses a usar el río Hudson hasta Nueva York, como remuneración a su derecho de usar el canal Champlain hasta Albany. Los EE. UU. replicaron que el Hudson quedaba completamente dentro de su territorio y que por lo tanto no era un río internacional.

Por un tratado entre los EE. UU. y la Gran Bretaña en 1790, el uso del río Mississippi fué concedido a los súbditos de la Gran Bretaña al igual que a los ciudadanos de los EE. UU., en lo sucesivo, pero esto fué hecho en la creencia errónea de que el río tenía su nacimiento en el Canadá. En 1818 cuando se negociaba otro tratado entre los EE. UU. y la Gran Bretaña, los comisionados norteamericanos rehusaron aceptar semejante cláusula, ya que era completamente conocido que el río Mississippi quedaba, todo él, dentro del territorio de los EE. UU.

Los ríos que constituyen un límite entre estados, están bajo la jurisdicción de los estados limitantes, y la línea divisoria es generalmente la línea media del canal navegable, si de otro modo no se estipula.

Los ríos que corren a través de uno o más estados, están bajo la jurisdicción de tales estados, en sus respectivos territorios, sin que ninguno de ellos tenga el derecho de ejercer, en su parte de río, acción alguna que afecte los derechos de los otros estados sobre el mismo río.

Hasta la Revolución Francesa, los estados que atravezaba un río internacional tenían, y algunas veces ejercían, el derecho de excluír en tales ríos, en la parte que le correspondía, la navegación de los buques de los otros estados que también bordeaban el mismo río.

El Congreso de Viena, en 1815, reconoció el derecho de la libre navegación entre el mar y límite navegable de los ríos internacionales, no sólo para los estados bordeantes sino para todos los estados.

El tratado de París de 1856, abrió el Danubio a la li-

bre navegación, y la conferencia del Congo en Berlín en 1885, hizo lo mismo con los ríos Congo y Niger y sus tributarios.

La libre navegación se refiere, por supuesto, a la navegación mercante solamente.

Hemos visto recientemente, en la presente guerra, la negativa de Rumanía a permitir a los buques de guerra de Austria o de Rusia para usar el Danubio en el territorio rumano.

El reconocimiento del principio de la libre navegación en los ríos internacionales, no ha sido, sin embargo, universalmente aceptado, puesto que la Gran Bretaña no permitió por muchos años, a los Estados Unidos, el libre uso del río Sn. Lorenzo, desde un límite internacional hasta el mar. En 1854, mediante un tratado, concedió este privilegio reservándose el derecho de suspenderlo, pero por el tratado de Washington de 1871, la navegación del río fué declarada libre en adelante y abierto para las operaciones comerciales de los ciudadanos de los Estados Unidos, sujetándose a todas las leyes y reglas de la Gran Bretaña y del Canadá no incompatibles con ello. Esto, sin embargo, no concede el derecho de pasaje a los buques de guerra de los Estados Unidos.

Los ríos Yukon, Porcupine, Strikine y Sn. Juan, (que forman el límite internacional) por un tratado suscrito con la Gran Bretaña, están gobernados por los mismos principios que gobiernan el río Sn. Lorenzo; por los tratados con Méjico, en 1848 y 1853, los derechos de navegación en el río Colorado, golfo de California y río Grande, están similarmente establecidos.

Por una proclamación de la República Argentina, y por tratados entre los Estados Unidos y el Paraguay, es libre la navegación en los ríos Plata, Paraná, Paraguay y Uruguay.

Río Amazonas.—El derecho de los Estados Unidos para navegar por este río, fué objeto de muchas negociaciones a partir de 1850, y, finalmente, en 1866, el gobierno del Brasil, declaró el río abierto a los buques de todas las naciones; Bolivia, había, previamente hecho una de-

claración similar respecto a los tributarios del Amazonas, y el Perú, posteriormente hizo lo mismo.

El Brasil, requiere, sin embargo, la seguridad de un permiso respecto a los buques de guerra que deseen surcar el río. El buque de guerra de los Estados Unidos "Wilmington", realizó este viaje en 1899.

Río Orinoco.—Venezuela permite el uso de un canal en este río, pero se reserva el uso del otro canal. Los Estados Unidos, protestaron contra esta decisión, pero Venezuela rehusó retirar su declaración.

Canales.

Siendo, los canales, construídos artificialmente, no puede haber duda alguna respecto al derecho de jurisdicción sobre ellos que tiene el estado en que dichos canales están, salvo que existan tratados especiales que mortifiquen este concepto.

En general, ha existido mayor liberalidad de parte de los estados para conceder a otros, derechos y privilegios, respecto a sus canales que respecto a sus ríos; pero esto no se puede considerar como una acción filantrópica, ya que el asunto de las entradas, producto de los impuestos, tiene para las naciones una gran importancia.

El canal de Kiel en Alemania, y el de Corinto en Grecia están controlados por dichos estados y se hallan abiertos al tráfico de los buques de comercio de todas las naciones.

Es interesante hacer notar aquí, que la construcción del canal de Kiel, promovió en Francia la idea de construír un canal que cruzando el sur de este país, uniera el Atlántico con el Mediterráneo. Se daba como razón para esto, que la construcción del canal de Kiel, doblaba el valor de la flota de guerra alemana, y, además, que el control ejercido por Inglaterra sobre el estrecho de Gibraltar, podría producir el aislamiento de dos costas de Francia. Se hizo un estudio del proyecto por orden del gobierno francés, pero las dificultades fueron consideradas tan grandes, que el proyecto fué olvidado.

Canal de Suez.—Este fué construído por una compañía que se llamaba Universal, formada por De Lesseps, con una autorización del virrey de Egipto, estado vasallo de Turquía. Este decreto de concesión era por 99 años, al cabo de los cuales, el canal debía pasar a poder del gobierno de Egipto.

Sin ir a los detalles de la historia de su construcción ni a las negociaciones que han conducido a su estado actual, diremos que por la convención de Constantinopla, 1888, el canal fué declarado abierto a la navegación de los buques de guerra y mercantes de todas las naciones. No puede ser bloqueado ni puede realizarse acto alguno de guerra en él ni a menos de tres millas de sus entradas.

Los buques de guerra de naciones beligerantes deben pasar a través del canal sin demora; las tropas y las municiones no pueden embarcarse ni desembarcarse dentro de él ni en ninguno de sus puertos; no se permite a los buques de guerra que se estacionen en el canal ni que en el mismo se construyan fortificaciones.

Durante la guerra Franco-Prusiana, usaron el canal, buques de guerra de ambos beligerantes.

En tiempos en que la Gran Bretaña propuso el proyecto de tratado que llegó a ser más tarde la Convención de Constantinopla declaró que, respecto al libre paso del canal, ella se reservaba el derecho de tomar la actitud que fuese necesaria, mientras sus tropas permanecieran en el Egipto. Este derecho de reserva, fué declarado otra vez en el Parlamento Británico en 1898.

En 1898, durante la guerra con España, los Estados Unidos preguntaron a Inglaterra, si ellos, potencia no firmante en la Convención de Constantinopla, tenían los mismos derechos respecto al libre paso de sus buques de guerra, que las potencias firmantes. La respuesta fué afirmativa.

Como el Egipto es hoy protectorado de la Gran Bretaña, puede considerarse al canal dentro del territorio de ésta, para los fines de la práctica. Está a todas luces controlado por el Gobierno Británico. De las 400.000 acciones de la Compañía del Canal, 177.624 le fueron asignadas al

Khedive de Egipto. Estas acciones, menos 1040, de las cuales había dispuesto, ya el Khedive, le fueron compradas por el Gobierno británico en 1875.

Si al terminar la presente guerra, vendrán cambios en las convenciones que rigen el canal, ello es problemático. Constituye un eslabón vital en las comunicaciones de la Gran Bretaña con sus posesiones coloniales y no es probable que sea considerado según los convenios que existen.

Canal de Panamá.—Este está construído en territorio de los Estados Unidos, y se halla completamente bajo la jurisdicción de ellos. Por el tratado Hay-Pauncefote, de 1901, entre los Estados Unidos y la Gran Bretaña, el canal se declaró abierto a la navegación de los buques de guerra y mercantes de todas las naciones, con completa igualdad de derechos. No puede ser bloqueado ni puede tener lugar en él ningún acto de hostilidad. Los buques de guerra de naciones beligerantes no pueden detenerse ni aprovisionarse en él. En suma, el tratado declara que el principio de la Convención de Constantinopla en 1888, puede aplicarse al canal de Panamá.

No se hizo ninguna indicación respecto a la adhesión al tratado, de parte de otras naciones, así como tampoco ninguna referencia a defensas del canal, aunque fué entendido que los Estados Unidos se reservaban el derecho de tomar tal medida y a este respecto, por ser conveniente, el canal está actualmente fortificándose.

Máquinas frigoríficas

y sus instalaciones a bordo.

Por el 1er. Ingeniero Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

5.—Máquinas frigoríficas de líquidos volátiles. —La refrigeración por medio de líquidos volátiles es el segundo sistema a que hemos hecho referencia, y está basado en el principio de que todo líquido más o menos volátil contenido en un vaso cerrado en el cual existe el vacío, se vaporiza.

Los vapores del líquido empleado se precipitan pues, entonces, en el vacío por razón de su fuerza expansiva, dando lugar a nuevas vaporizaciones del líquido hasta que éste acaba por transformarse completamente en vapor.

Las substancias más comunmente empleadas son el amoniaco y el ácido carbónico. Ambas pueden obtenerse en estado líquido bajo ciertas condiciones de presión y temperatura. Si la presión necesaria para mantener estos cuerpos en estado líquido se altera vuelven al estado gaseoso; pero para que estos vapores se puedan formar, será preciso que tomen a las paredes del vaso que contiene el líquido todo el calor latente necesario a su estado, y a su vez por este motivo, estas paredes se enfriarán de más en más, tomando de los cuerpos que las rodean todo el calor que han de suministrar para la evaporación.

El proceso en este caso es muy semejante al del agua cuando se convierte en vapor. Así por ejemplo, cuando se calienta una cantidad de agua a la presión atmosférica, la temperatura sube primero hasta 100° *C*, y entonces comienza a convertirse en vapor manteniéndose a la misma temperatura. Este calor indispensable para convertir el líquido en vapor es como sabemos el calor latente; del cual no haríamos sensible al termómetro sino una pequeña parte,

aunque cerrásemos el recipiente, haciendo aumentar la presión y por consiguiente la temperatura, empleándose por lo tanto siempre, una gran cantidad de calor para transformar el agua en vapor.

Ahora, supongamos por ejemplo, que tomamos una cantidad de agua caliente que haya estado en contacto con vapor a 27 atmósferas de presión por centímetro cuadrado, su temperatura será un poco menor de 229° *C*, pero para conservar dicha agua en estado líquido sería preciso mantenerla bajo la misma presión. Si la presión desciende a la atmosférica la temperatura bajará inmediatamente a 100° *C*, pero a la vez una porción del agua se habrá convertido en vapor, y tanta será esta cantidad, cuanta sea necesaria para que el calor latente de este vapor equivalga al calor puesto en libertad por el descenso de temperatura de 229 a 100° *C*. Si admitimos que el calor de vaporización del vapor producido es 537 calorías, en este caso la proporción de agua convertida en vapor será

$$\frac{229 - 100}{537} = 0.221$$

Al transformarse el amoniaco y el ácido carbónico de líquidos en gases esta transformación se verifica fácilmente a causa de que estos líquidos tienen su punto de ebullición muy bajo; pero aun tratándose de estos gases sucede, como respecto del vapor de agua, que el paso del estado líquido al gaseoso exige una cantidad de calor latente. El calor necesario para el cambio de estado tiene que ser proporcionado por los cuerpos cercanos, ya sea una solución salina, el aire, etc. Cuanto menor sea la cantidad de calor que pueda ser absorvida por el vapor tanto más baja será la temperatura del gas producido.

El principio de absorción de un gas para fines frigoríficos fué aplicado por Carré a mediados del siglo pasado.

La inversión del gas en líquido depende no solo de la presión sino principalmente de la temperatura del agua refrigerante empleada, dicha temperatura como sabemos, puede elevarse hasta 30° *C* en nuestros climas. Esto es tal vez el punto más importante en lo relativo a los aparatos refrigerantes.

Al escoger los líquidos que acabamos de mencionar, para emplearlos en la refrigeración, se ha tenido presente las siguientes condiciones:

1° el calor latente de vaporización al convertirse en gas; 2° las temperaturas y presiones desarrolladas al verificarse ese cambio; 3° el calor específico del líquido, que para el amoniaco y el ácido carbónico es la unidad; y 4° la densidad o peso del gas.

Se sabe que el amoniaco NH^3 es un gas poco estable, pues se puede licuar a la temperatura de —10° y a una presión de 6'5 atmósferas, condensándose entonces como un líquido incoloro de una densidad igual a 0'6224. El amoniaco es también muy soluble en

el agua que le absorve en 1.050 volúmenes a 0°, en 727 a 15° y en 654 a 20°, experimentando entonces un aumento de temperatura y de volumen y una disminución de la densidad, y produciéndose entonces el llamado amoniaco líquido.

Tomando amoniaco en su forma anhidra, podemos ver que hierve a una temperatura tanto más baja cuanto mayor sea la cantidad de amoniaco que contenga el agua, quedando ésta insaturada cuando el líquido se ha calentado a 130° *C*. Así por ejemplo, se licua a una temperatura de cerca de 10° y a una presión absoluta de 7'5 kgs. aproximadamente. Otra relación del mismo gas es —21° y 1'600 kgs. aproximadamente por centímetro cuadrado.

Como el calor específico del amoniaco es la unidad y su calor latente a —20° *C* es de 299'9 calorías, se deduce que un kilogramo de esta substancia al evaporarse a —20° *C* absorve una cantidad de calor igual a 299'9—35==264'9 calorías admitiendo que la temperatura inicial sea 15° *C*. Si la cantidad de calor es menor que ésta, la temperatura del gas resultante será menor. La cantidad 264'9 calorías será la que debemos extraer por medio del enfríador al comprimir de nuevo el gas.

El anhidrido carbónico CO^2, hierve o se licua a una temperatura aproximada de —79° *C* y a la presión atmosférica, también a 16° *C* y a una presión absoluta de cerca de 55 kgs. por centímetro cuadrado o a —21° y 18 kgs. de presión absoluta por centímetro cuadrado, absorviendo en los tres casos durante su vaporización al rededor de 70 calorías. Como el calor específico del líquido es la unidad se utilizará para la refrigeración la diferencia entre 70 y el calor contenido por el líquido.

En el estudio que estamos haciendo y que se refiere a líquidos volátiles como el amoniaco NH^3 y el anhidrido carbónico CO^2 podríamos agregar el anhidrido sulfúrico SO^2 y el cloruro de metilo $Cl.C^2H^3$, etc; pero cualquiera que sea la substancia considerada habrá que tener en cuenta para el proceso de la refrigeración lo siguiente: Su *calor específico* que es la cantidad de calor que absorve el cuerpo considerado por grado de temperatura; su *calor latente de vaporización* que es el calor necesario a la unidad de peso de dicha substancia para vaporizarse completamente; su *poder frigorífico* que es la diferencia que existe entre el calor latente de vaporización correspondiente a la temperatura del agua de refrigeración y el calor absorvido por dicha agua; su *peso específico* que es el peso por unidad de volumen.

En los aparatos que nos ocupan vemos que las aplicaciones de las ciencias físicas se suceden en un enlace completo, debiendo agregarse a la enumeración que hemos hecho la *temperatura crítica* del gas que ha dado lugar al líquido vaporizable, la cual como sabemos, es la máxima temperatura a que puede licuarse un gas cualquiera que sea la presión que se ejerza sobre él. De ahí que un cuerpo gaseoso puede clasificarse, según que esté a una tempe-

ratura mayor o menor que su temperatura crítica, llamándose en el primer caso gas y en el segundo vapor.

Por otra parte, se dice que un vapor es *saturado* cuando se licua a la menor reducción de volumen y *seco* o no saturado en el caso contrario.

Ahora, si el gas ha alcanzado su temperatura crítica y se encuentra saturado, la presión correspondiente a este estado de saturación llámase *presión crítica*. De ahí que el estado crítico de un gas esté definido por su presión y su temperatura crítica.

Comparando los medios refrigerantes que anteriormente hemos mencionado puede observarse que hay una gran diferencia entre ellos; así el amoniaco tiene el más alto calor latente de vaporización, pues para las temperaturas de 20°, 10°,0°,—10° y —20° es de 299'9, 303'6, 316'1, 322'3, y 327'2 calorías respectivamente; mientras que en el ácido carbónico obtendríamos como calor latente de vaporización 36'93, 47'74, 55'45, 61'47 y 66'36 y en el anhidrido sulfúrico 81'70, 88'29, 91'20, 93'44 y 95 calorías respectivamente para idénticas temperaturas que en el amoniaco; bajo este punto de vista y del calor específico el NH^3 sería el más recomendable.

Pero no es únicamente esto lo que debe considerarse, debe tenerse en cuenta además la presión correspondiente a cada una de las temperaturas en las cuales se produce la vaporización de estas substancias. En el amoniaco esta presión es de 8'71 kgs. por centímetro cuadrado a 20° C y de 1'84 a —20° C; en el CO^2 para idénticos valores de temperatura se tiene respectivamente 56'3 y 19'7 kgs. por centímetro cuadrado; mientras que en el SO^2 se tiene 3'237 y 0'631 kgs.

Puede observarse entonces, que entre estos valores de la temperatura se obtiene en el amoniaco un salto de 40° con una variación de presión de 8'51—1'84=6,67; la misma variación de temperatura implica un salto de 56'3—19'7=36'6 kgs.; en la presión del anhidrido carbónico, y de 3'237—0'631=2'606 kgs. en el anhidrido sulfúrico; pero por ser menor 0'631 que la presión atmosférica tiene que desecharse porque entonces habría peligro de que penetrase el agua de refrigeración por las juntas, lo cual produciría ácido sulfúrico que destruiría la instalación.

Si ahora consideramos los volúmenes ocupados y establecemos su relación, veremos que a 20° C el CO^2 está con el NH^3 en la relación $\frac{0.0052}{0.54}$ y que el SO^2 está con el NH^3 en la relación $\frac{0.107}{0.54}$ de la misma manera a —20° C las relaciones de los volúmenes de las substancias nombradas con el amoniaco son $\frac{0.0195}{0.646}$ y $\frac{0.502}{0.646}$ respectivamente. En este caso las ventajas se hallan del lado del ácido carbónico.

A las consideraciones que hemos hecho deben unirse las propiedades químicas y fisiológicas de las substancias que se empleen. En

los cuerpos que hemos enumerado se tiene: el amoniaco impide el uso del cobre o bronce, es inflamable en ciertas circunstancias y es imposible respirarlo en el caso de que se produjeran fugas. En cuanto al ácido carbónico es completamente incombustible y aunque no se puede notar sus fugas y es inaparente para la vida se presta en mucho para las instalaciones de a bordo, sobre todo en los buques de guerra, puesto que en caso de fugas o de roturas de las canalizaciones, dado su pequeño volumen sería incapaz de viciar el aire completamente.

Con todo dada la facilidad de adquisición y la completa estanquedad que ofrecen las instalaciones tanto el amoniaco como el ácido carbónico se han generalizado completamente y la última, en la marina de guerra, principalmente.

El anhidrido de amoniaco, sobre todo, ha llegado a tener un uso muy grande como medio refrigerante en razón de que posee como hemos visto un gran calor latente de vaporización y de la comparativa baja temperatura a que se puede licuar. Bajo presión y enfriado por medio del agua se convierte fácilmente en líquido, siendo entonces su apariencia como si fuese agua y permitiendo en estas condiciones que se le deposite en balones de acero que pueden contener entre 25 y 50 kilogramos de peso.

6.—Máquina de Carré.—La primera máquina industrial que empleaba el amoniaco como substancia refrigerante fué construída por Carré, y aunque su empleo ha dejado de hacerse, vamos a considerarla como aplicación.

En esta máquina, llamada de vaporización, la operación de vaporizar y condensar el amoniaco se realiza como puede verse en la fig. 4. El amoniaco líquido se halla en el generador que es un recipiente cilíndrico *a* colocado verticalmente. La altura del fluído está siempre indicada por un tubo de nivel análogo al de las calderas de vapor. Es calentado por el vapor de agua que viene de una caldera ordinaria, y que entrando por *i* en la parte baja circula por tubos en serpentín para salir por *h* en la parte alta.

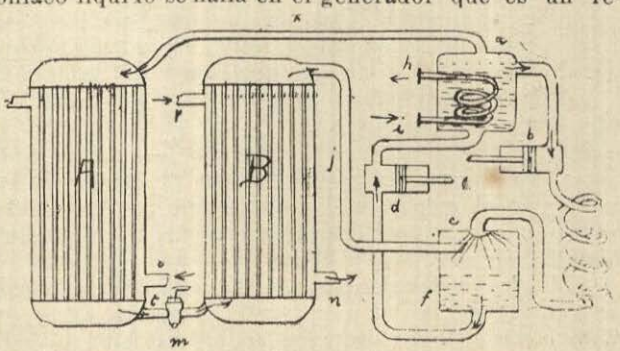


Fig. 4

Este vapor tiene por objeto, como se ve, calentar y vaporizar

el amoniaco líquido, que de este modo alcanza una presión de 10 a 12 atmósferas, al elevarse y salir los vapores amoniacales por el tubo *t* pasan por un rectificador en donde se desprenden del vapor de agua que contienen, y así deshidratados se dirigen al condensador *A*.

El condensador *A* es un recipiente dentro del cual hay una serie de serpentines donde los vapores de amoniaco se condensan merced a una corriente de agua que se renueva constantemente por medio de una bomba. Los vapores amoniacales se condensan y pasan por un tubo *t* y a través de un grifo regulador *m* al evaporador *B* en donde la presión es menor.

El evaporador *B* que hace el papel de refrigerador, contiene una serie de tubos en serpentín en donde el amoniaco líquido se evapora disminuyendo por su calor latente la temperatura del recipiente.

Como se ve, estando los serpentines sumergidos en una solución de salmuera incongelable, al evaporarse el amoniaco y producirse el descenso de temperatura, dicha salmuera se enfría, la cual es inyectada por el tubo *p* al evaporador y absorvida de éste por *n* para ser empleada como refrigerante.

Según esto, la potencia del aparato es proporcional al calor latente del líquido volatilizado y al número de kilogramos de vapor que se formen por hora en el vaporizador; debiendo tenerse en cuenta que el peso de vapor que se produzca dependerá de la forma del vaporizador, y de la diferencia que exista entre la fuerza elástica que reine en su capacidad libre y la fuerza elástica máxima que pueda tener este vapor según la temperatura del agua que moja las superficies.

En efecto, si la capacidad está saturada de vapor no podrá pues formarse este fluído y por consiguiente no se producirá descenso de temperatura; si por el contrario la capacidad libre es mantenida sin vapores, contra más grande sea el vacío mayor será la producción de fluído y el descenso de temperatura alcanzará su máximo.

A fin de desembarazar el refrigerante evaporador de los vapores y que se puedan formar otros, por el conducto *j* pasa al vaso de absorción *f* los vapores amoniacales en donde son absorvidos por el agua que viene del calentador *a* por la bomba *b* pasando por el serpentín *s* refrigerado constantemente por una corriente de agua para desembocar por el pulverizador *c* a la capacidad *f*.

La solución del amoniaco en el recipiente de absorción da lugar a un aumento de temperatura en la mezcla, así es que el líquido que es conducido al calentador es constantemente refrescado por agua fría.

Esta impulsión al calentador es realizada por una bomba *d*. De esta manera, como se ve, tanto el amoniaco como el agua cumplen indefinidamente el ciclo descrito.

La salmuera enfríada en el vaporizador es aspirada por *n* e

impelida por un tubo a la canalización que va dispuesta convenientemente en la cámara de refrigeración para volver a penetrar por p al vaporizador.

Estas máquinas son muy simples como se ve en su disposición; pero necesitan una gran cantidad de combustible para calentar el amoniaco líquido en la caldera C, y una gran cantidad de agua de circulación para enfríar los serpentines.

Según observaciones hechas por el mismo Carré, la solución pobre que llega al vaso de absorción disuelve 50 gramos de amoniaco para convertirse en la solución rica que se introduce en la caldera o calentador.

Si ahora tomamos 300 calorías como calor latente de vaporización del amoniaco en lugar de las 258 que hemos admitido, resultará, que para un aparato de 120,000 frigorías a la hora sería necesario vaporizar por hora en el refrigerador vaporizador

$$\frac{120{,}000}{300} = 400 \ kgs.$$

y por consiguiente licuar igual cantidad en el vaso de absorción.

Ahora, si admitimos que el agua empleada para enfríar el amoniaco en este proceso experimente 15° de aumento de temperatura, tendríamos que la cantidad necesaria estaría dada por

$$\frac{120{,}000}{15} = 16{,}000 \ kgs.$$

o lo que es lo mismo por diez y seis metros cúbicos.

De estos diez y seis metros cúbicos ocho se emplearían en el liquefactor y los otros ocho en el vaso de absorción.

Basta examinar el ciclo de que nos venimos ocupando para darnos cuenta que tanto la caldera como el refrigerador toman igual cantidad de calor; la una del vapor y la otra del líquido enfríador, mientras que en cambio el condensador y el vaso de absorción deben desprender igual cantidad de calor.

Teniendo en cuenta la producción de 400 kilogramos por hora sería necesario disponer de

$$\frac{400.000}{50} = 8.000 \ kgs.$$

de agua que deben convertirse en 8.400 kgs. de amoniaco líquido para ser inyectados en el calentador venciendo la presión que se ejerce en él. Si ahora suponemos que esta presión se hace igual a

10 atmósferas o sean 10'33 kgs. tendremos que por hora habría que realizar

$$8{,}400 \times 10'33 = 867{,}729 \text{ kilogrametros}$$

que nos darían una potencia en caballos

$$H.P = \frac{867.720}{3{,}600.75} = 3'213$$

a los cuales habría que agregar el esfuerzo de aspiración.

7.—Máquina de compresión y condensación.— La máquina que hemos estudiado no corresponde al tipo de máquina empleado en el día; ha caído completamente en desuso y ha sido sustituída por la máquina de compresión y condensación.

La máquina refrigeradora de que vamos a hacer mención se compone de las siguientes partes:

1º. Un vaporizador o refrigerador que no es sino un recipiente en el cual se vaporiza el amoniaco produciendo en razón del calor que absorve para su vaporización un descenso de temperatura que enfría el medio que lo rodea, el cual puede estar constituído, bien por el aire o por una solución de salmuera incongelable.

2º. Una bomba compresora del amoniaco que aspira este gas del refrigerador y lo comprime enviándolo al condensador.

3º. De un condensador para el amoniaco en el cual este gas descargado por la bomba compresora es convertido en líquido para luego ser enviado a vaporizarse en el refrigerador.

Para explicarnos como puede realizarse todo esto en principio consideremos el esquema que indica la fig. 5. En él, *C* es el cilindro

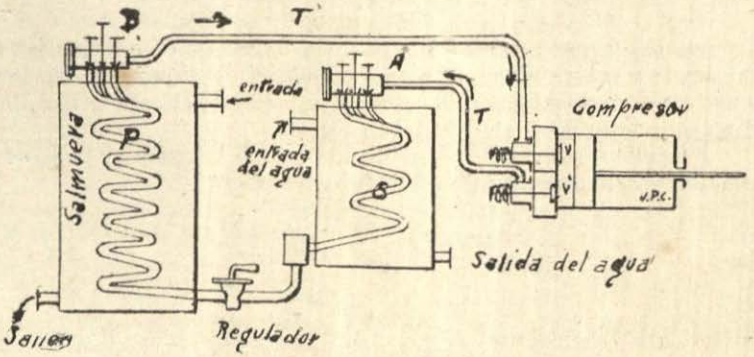


Fig. 5

de compresión que aspira y comprime el fluído, volátil, que como se comprende, puede ser el amoniaco de que nos hemos venido ocupando, o también el anhidrido carbónico o cualquiera de las substancias de que antes hemos hecho mención. Después de comprimido el gas en este cilindro es impelido por el tubo *T* a los serpentines que se hallan en el condensador *S*, en el cual por efecto del enfríamiento y de la compresión a que está sujeto se licua y va a depositarse en el fondo del condensador.

El gas condensado pasa del condensador *S* al refrigerador *P* atravezando un pequeño orificio cuya apertura la regula una llave de expansión o de regulación *R*.

El líquido resultante al pasar por este conducto deja de estar sujeto a la presión a que estaba sometido y en el medio relativamente enrrarecido a que ingresa se vaporiza absorviendo una gran cantidad de calor de los cuerpos que lo rodean. Si como indica la figura, admitimos que el refrigerador está constituído por una serie de serpentines rodeados de salmuera incongelable, esta se enfriará, y distribuída por tuberías adecuadas realizará el enfríamiento del espacio que rodee a éstas. El fluído nuevamente volatilizado es aspirado por la compresora que lo vuelve a comprimir para enviarlo al condensador a fin de que realice el mismo ciclo que hemos descrito.

La presión necesaria para la condensación hay que tener en cuenta que es graduada automáticamente por la temperatura del agua de condensación entre 7'5 y 15 kgs. por centímetro cuadrado. De la misma manera la presión en el refrigerador es regulada por la válvula reguladora, la cual es ajustada de acuerdo con la temperatura requerida que varía de 5 kgs. absolutos por centímetro cuadrado para una temperatura de vaporización de 4°5 centígrados a una presión de 1'47 para una temperatura menor de —9°.

8.—Disposición de una máquina refrigeradora de amoniaco.—Hay varias clases de máquinas que trabajan bajo el sistema del amoniaco comprimido; siendo la principal diferencia entre ellas la disposición del compresor; pudiendo realizar la refrigeración de las cámaras por medio de salmuera o únicamente por conducto del haz tubular refrigerador con el aire que existe en ellas.

Cuando emplean salmuera, que es el procedimiento más generalizado, ésta es una solución acuosa de cloruro de calcio Cl^2Ca a una concentración de 25° Beaumé, la cual entonces puede soportar un descenso de temperatura de —15° *C*.

La compresora o compresoras de amoniaco como se ve en la fig. 6 van movidas por el vapor y pueden ser de simple o de doble efecto. En las grandes instalaciones es una máquina de triple expansión la que realiza el movimiento y cada cilindro de vapor lleva generalmente acoplado en tanden un cilindro compresor.

Por conveniencia y por ahorrar espacio la caja que sirve de basamento a la máquina y a los compresores, contiene el condensador de amoniaco.

Corrientemente a cada compresor corresponde un condensador, que está formado por una caja prismática de hierro, que lleva soldados a autogenamente entre dos colectores del mismo metal, una serie de serpentines de hierro dulce, a los cuales llega, desprovisto de aceite, por el tubo u el amoniaco del compresor.

El condensador está cerrado por dos tapas reforzadas convenientemente y circula dentro de él, exteriormente a los serpentines, una corriente de agua inyectada por una bomba, merced a dicha agua de circulación el amoniaco se enfría, alcanza su temperatura crítica, se licua y viene a quedar a una temperatura cercana a la del agua que lo enfría.

Después de atravesar el condensador el amoniaco licuado va a depositarse en el colector *A* pasando por el tubo *i* y la llave reguladora de llegada *h*.

En el colector a que nos acabamos de referir existen, además, una llave *g* para extraer el aceite, una *c* de garga para reci-

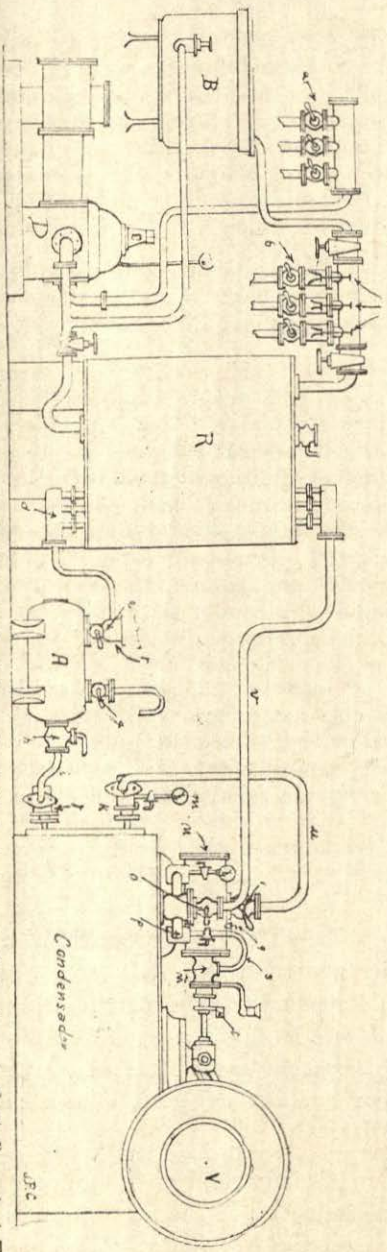


Fig. 6

bir el amoniaco de los balones cuando se quiere cargar la máquina, y por fin una *F*.

Del reservorio *A* sale el amoniaco atravesando la válvula de expansión *F*, penetra en los tubos serpentines que existen en el refrigerador *R*, se dilata y se transforma de líquido en gaseoso absorviendo calor del líquido que los rodea.

Los serpentines son análogos a los tubos que existen en el condensador; pero con la diferencia que en la máquina que estamos describiendo están rodeados de salmuera que entra a *R* a una temperatura de —6 a —8° y sale aspirada por la bomba *D* a una temperatura de —15° *C*.

La salmuera aspirada de *R* por la bomba *D* es distribuída a través de un juego de válvulas *a* por las tuberías de la cámara o cámaras frigoríficas, viniendo a su regreso a *R* a pasar por las válvulas *b* dispuestas en la caja *c*.

El trabajo de la bomba destinada a la aspiración o impulsión de la salmuera se hará dulcemente, debiéndose con este fin observar el manómetro correspondiente. Después de cierto tiempo, como para rectificar y limpiar las tuberías se debe hacer circular la salmuera únicamente a través de cada una de estas secciones; con este objeto se cierran las llaves de las demás, y empleando el tanque de salmuera *B* se forma un circuito para la circulación cerrando la comunicación con el refrigerador *R*.

Cada compresora de que consta la máquina, como se ve en la fig. 7 es cilíndrica, de tapas convexas, en cada una de las cuales, nos referimos al tipo Haslan, van dispuestas las cajas y válvulas para la aspiración y compresión; siendo por lo tanto de doble efecto. El émbolo presenta también caras convexas y su empaquetadura la forman tres anillos. La forma convexa de los fondos del cilindro y del émbolo permiten disminuír los espacios neutros hasta hacerlos lo más pequeños posible.

Las válvulas son de acero en forma de disco que lleva un vástago en su parte central. Dicho vástago se desliza en una guía que va dispuesta en la caja de válvula, y en su movimiento comprime un resorte antagonista que forza a la válvula a mantenerse en su asiento.

Las válvulas de aspiración funcionan de afuera adentro y van dispuestas a un lado y son como se ve en la figura; en cuanto las de compresión se abren de adentro afuera.

El compresor presenta un prensa-estopas que está construído de modo tal que impide completamente que el amoniaco pueda escapar al exterior; para que este dispositivo pueda cumplir con esta misión, se mantiene el espacio anular *CA* lleno de aceite que no puede congelarse, y se hace que el espacio anular *B* esté unido por

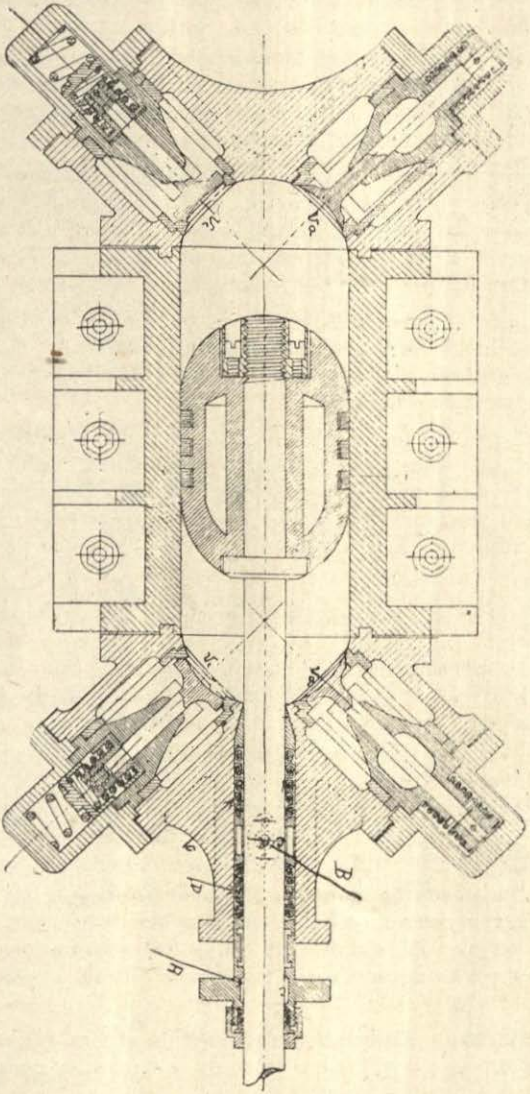


Fig. 7

medio de un tubo de pequeño diámetro con el tubo de aspiración de la compresora, de manera que si el amoniaco pasa a través de la primera sección de empaquetaduras no pueda salir a la atmósfera. Según esto siempre deberá mantenerse suficiente aceite en el prensa-estopas para que lubrique el cilindro e impida los escapes. Las empaquetaduras empleadas son de algodón con metal de antifricción, deberán ser colocadas cuidadosamente, pues si se ponen flojas o se llegan a romper, el aceite pasará al compresor en cantidad considerable lo cual sería muy molestoso.

9.—Manejo de las máquinas de amoniaco.—El manejo de estas máquinas lo consideraremos como sigue:

Carga de la máquina con amoniaco.—Para que el amoniaco pueda introducirse en la circulación de la máquina se comienza por conectar el balón o cilindro de acero que contiene esta substancia a una presión elevada con la llave que existe en *F*, que no se ve en la figura; después de esto se cierra la válvula reguladora *F* y se hace andar el compresor y las bombas de refrigeración y de circulación hasta que el manómetro indica que la presión se ha reducido considerablemente en el refrigerador, teniendo entonces como valor 0,026 cm. de la columna mercurial o sean 29" de depresión si las medidas que se emplean son inglesas; cuando este valor se ha alcanzado se abre la llave de carga y en seguida muy poquito la del depósito que contiene el amoniaco, cerrando antes los grifos de las válvulas de descarga y parando la máquina.

Luego cuando la presión ha ascendido hasta valer 25'4 cms. de la columna mercurial que corresponden a 20" en el vacuómetro cuando la medida es inglesa, se suspende la carga y se hace funcionar nuevamente la máquina hasta alcanzar la depresión con que primitivamente se comenzó, para luego parar cuando se ha alcanzado el valor que acabamos de indicar; repitiéndose sucesivamente la operación hasta que la máquina haya alcanzado su carga de gas usual, lo cual se comprueba desconectando el depósito y pesándolo. La diferencia de peso que comprobemos entre el que tenía primitivamente el balón y que conserva después de la carga nos dará la cantidad de amoniaco que ha recibido la máquina. Después de desconectar el cilindro de amoniaco del reservorio *A* se realiza en éste la extracción del aire, quedando entonces la máquina lista para funcionar.

Presencia del aire y modo de expulsarlo de la instalación.—La presencia del aire en el circuito que forman los tubos que recorre el amoniaco al realizar su ciclo contribuye a disminuír el rendimiento de la máquina.

La existencia de este fluído en el sistema se conoce por que la máquina trabaja irregularmente, y además, por que en el condensa-

dor se tiene una presión mayor que la que corresponde a la temperatura del agua de circulación.

Cuando este defecto se nota se procede a corregirlo como sigue: se aspira el amoniaco de la instalación para acumularlo en el condensador y reservorio *A*, incomunicándose éste por consiguiente del refrigerador. Párase la máquina, manteniendo en funcionamiento a la bomba de circulación. Entonces el tubito en que se prolonga el grifo *g* se sumerge en el agua contenida por un recipiente, abriéndose suavemente dicho grifo, con lo cual el aire escapará burbujeando en el líquido, y cuando las burbujas no lleguen a la superficie y el agua se eleve en temperatura la salida del aire habrá terminado. Se cerrará *g* inmediatamente, porque el gas que entonces sale será el amoniaco, el cual se va disolviendo en el agua. Cada cierto tiempo, en el trascurso del funcionamiento de la máquina, tendrá forzosamente que realizarse esta operación.

Extracción del aceite.—El aceite de cuya extracción hacemos referencia proviene del empleado como lubrificante para el vástago que penetra en una pequeña porción en el cilindro compresor, de modo que si se dejara que llegara a acumularse en una gran cantidad disminuiría el rendimiento, de ahí que en el reservorio de amoniaco se tenga la llave *g* que se prolonga en un pedazo de tubo, cuya extremidad, cuando se quiere extraer el aceite, se sumerge en un balde de agua, abriéndose dulcemente la llave, debe tenerse en cuenta que esta operación se procede siempre con cuidado. Entonces el aceite se vacia en el balde atravesando la llave y el tubo yendo a sobre nadar en el agua que contiene el recipiente. La operación se terminará cuando el agua se caliente y burbujee. Es indudable que cuando la máquina es nueva se usa más aceite, lo cual obliga a vaciar este lubricante una vez cada pocos días; pero después, a medida que el funcionamiento se hace normal los intervalos de extracción se alargan grandemente.

Presiones empleadas.—Las presiones que se miden usualmente en la máquina son absolutas.

Debe tenerse en cuenta que la presión del amoniaco indicada en el manómetro del condensador variará con la cantidad y temperatura del agua de circulación. Por lo general esta variación se efectua entre 8 y 12 kgs. por cm^2 aproximadamente, y es de modo tal, como acabamos de decirlo, que será tanto más alta cuanto más alta sea la temperatura del agua de circulación.

En cuanto a la presión que debe haber en los evaporadores se regula por medio de la válvula de expansión *F* hasta obtener en la salmuera que los rodea en *R* la temperatura que se desee, lo cual se comprueba en los termómetros dispuestos en *c*. Al realizar esta regulación se tendrá en cuenta que la temperatura es función de la presión.

Entre las presiones y temperaturas que dan los mejores efectos consideraremos 1'7 kg. por centímetro cuadrado para una temperatura de —18° *C*; 1'97 para —15°; 2'25 para —12°.2; 2'53 para —9°45; etc.

La presión en el refrigerador debe mantenerse entre los límites de buen funcionamiento, y para que esto se realice nunca debe permitirse que el tubo de descarga del compresor esté más caliente que lo que puede soportar la mano, se le tendrá, pues por ejemplo, a una temperatura de 40° *C*. La uniformidad de la temperatura del tubo se consigue abriendo ligeramente la válvula reguladora si éste se pone más caliente y cerrándola si se pone más frío.

Cuidados que deben tenerse con el prensa-estopas y empaquetaduras.—Como ya hemos hecho mención al describir el prensa-estopas y al hablar de la extracción de aceite que se introduce en la máquina, el compresor debe conservar siempre una cantidad conveniente de este fluído, tanto para la lubricación del cilindro, cuanto para impedir que el amoniaco pueda escapar al exterior. No deberá olvidarse, puesto que si la cantidad de aceite es muy exagerada se tendrá que realizar frecuentes extracciones.

Además, las empaquetaduras deben colocarse siempre con mucho cuidado, cambiándose en cuanto comienzan a deteriorarse, porque si quedan flojas o mal ajustadas, el aceite pasará al compresor en cantidades considerables, lo cual se conocerá porque el tubito que une la cámara del amoniaco con la válvula de admisión no presenta una capa de nieve.

Preparación y densidad de la salmuera; medida de su concentración.—La salmuera se prepara introduciendo en el tanque destinado a este objeto el cloruro de calcio partido en menudos pedazos para que se disuelva en el agua dulce con que previamente se le ha llenado. Para que su formación se haga lo más homogenea es conveniente hacer circular la salmuera dentro del mismo tanque.

La concentración de la salmuera se mide por medio de un densímetro no debiendo pasar de 25° Beaumé.

Regulación de la temperatura de las cámaras.—Muy importante resulta el poder graduar a voluntad y tan exactamente como se desee, la temperatura de cada cámara, para esto se abren o cierran de una manera conveniente los grifos *b* de la caja colectora de todas las tuberías por donde regresa la salmuera.

Debe tenerse un cuidado grande con cada sección de tubo, de donde resultará, que observada en *c* la temperatura podrá graduarse cada cámara con su llave respectiva. La presión no debe exceder en la salmuera que circula en más de 0 kg. 73 de presión por centímetro cuadrado o sean 10 libras por pulgada cuadrada. Las llaves en *a* debe dejarse completamente abiertas siendo únicamente las de llegada las que se graduarán en su abertura.

Precauciones con la máquina.—Antes de ponerla en funcionamiento se ponen en movimiento las bombas de circulación del condensador y de salmuera hasta que trabajen debidamente. En seguida se abren las llaves para la buena circulación del amoniaco en el circuito.

En funcionamiento se deberá tener mucho cuidado con la presión indicada en los manómetros y el compresor no deberá funcionar ni muy caliente ni muy frío, pudiéndose hacer la regulación de todo esto como ya lo hemos dicho, por medio de la llave reguladora.

10.—Diagramas.—Para comprobar el buen funcionamiento del compresor se obtienen los diagramas de la compresora, por medio de un indicador.

Un aparato de estos será en todo semejante a uno de los empleados en una máquina de vapor o de combustión interna; eso sí, deberá tenerse cuidado que no presente ninguna pieza de cobre o bronce en contacto con el amoniaco.

Un diagrama que nos indicaría el buen funcionamiento del compresor sería análogo al 1 de la figura 8. Según se ve en él, la línea *ee* sería la representativa de la presión que reina en el evaporador, estando la de aspiración *hh* un poco más baja que ésta.

La depresión *a'* que hay al principio del período de aspiración corresponde a la que hay que producir para vencer la resistencia del resorte de la válvula de aspiración.

A la aspiración como se ve, sigue la compresión según la curva *n* la cual se prolonga en *c* en una inflexión que corresponde al esfuerzo que tiene que realizar el émbolo para vencer la resistencia inicial del resorte de la válvula de descarga. Desde el momento que esta válvula está abierta, la línea de descarga del amoniaco comprimido corre según *c*, quedando un poco más elevada que la *nn* que es la presión que hay en el condensador.

Al incomunicarse con el condensador la presión cae según *nha'*, línea que nos da idea del espacio neutro que existe en la compresora.

Algunos diagramas que indican defectos están representados en la figura; así el número 2 nos hace ver que el volumen *v''* del espacio neutro es grande puesto que la línea de expansión está muy inclinada, lo cual como es natural limita la aspiración del gas.

En el número 3 podemos ver que la línea de expansión se extiende mucho disminuyendo el volumen de la aspiración y que la concavidad *a'* aumenta considerablemente, esto se realiza cuando los vástagos de la válvula de aspiración tienen cierta inclinación con respecto al eje de sus guías; si el aumento es en la inflexión *c* y la línea de descarga tiene un retardo, el vástago que tendrá mala fijación será el de la válvula de descarga del amoniaco comprimido.

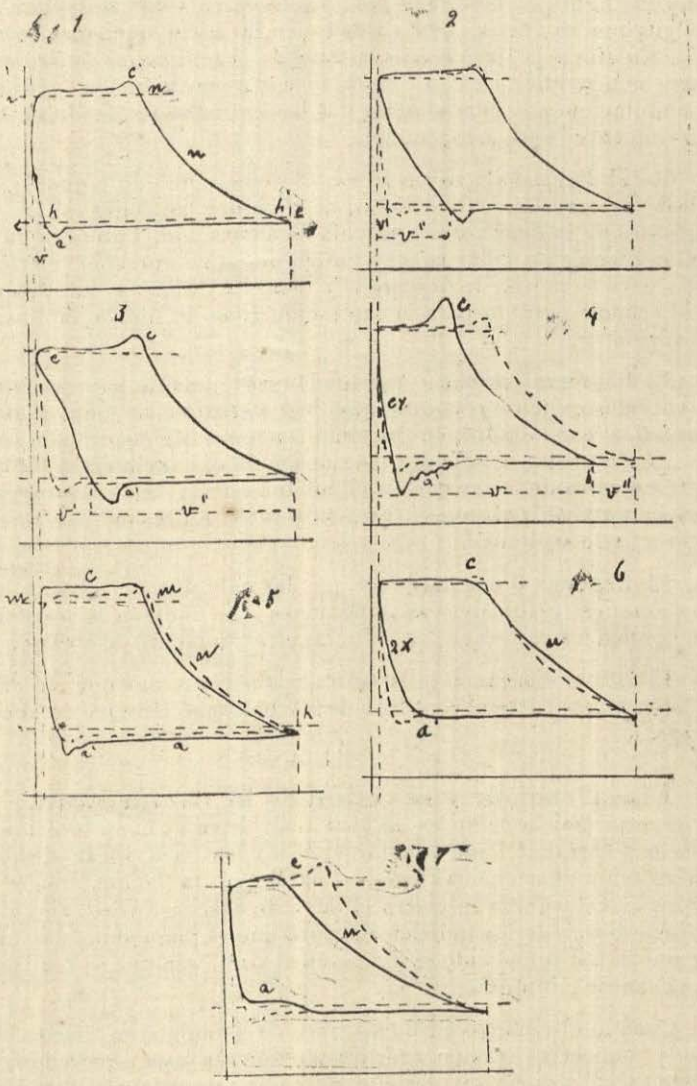


Fig. 8

Cosa por el estilo nos indica el diagrama 4, pues cuando se obtiene una figura semejante es por que la válvula de aspiración abre mal por que su vástago está oxidado en la parte que roza con la guía. En efecto la línea representativa de la aspiración a más de una mayor concavidad *a* en su origen, ofrece a continuación una serie de ondulaciones, lo cual además nos hace ver que se pierde un cierto volumen *v*'' para la aspiración.

En el diagrama 4 se puede ver el defecto debido a que la válvula de descarga funciona mal en condiciones análogas a las que acabamos de indicar para la válvula de aspiración, entonces la inflexión *c* aumenta y hay en el término de la compresión cierto retardo para comenzar la descarga, lo cual da lugar a un aumento en el espacio perdido para la aspiración como lo indica la línea de expansión *cx*.

El diagrama 5 nos hace ver que la resistencia de los resortes de las válvulas es muy grande o que hay resistencias muy grandes, anormales, por lo tanto, en las canalizaciones de aspiración o de descarga; cosa que se nota por el aumento de distancia entre la línea representativa de la presión en el condensador y la de descarga *c*, lo mismo que entre la que corresponde entre la presión del refrigerador y la de aspiración.

El diagrama 6 nos hace ver que las válvulas no ajustan bien, pues entonces no existen las inflexiones que indican la resistencia que oponen los resortes a las válvulas en el momento de abrirse.

El último diagrama de la figura nos permite ver que no existe un buen ajuste entre el contorno del émbolo y el cilindro de la compresora.

11.—Desarme y revisión de la compresora.—Antes de desarmar la compresora para realizar su exámen interior, se procede a cerrar la llave de aspiración *o* y se hace girar despacio a la máquina unas cuantas vueltas para que la bomba quede sin amoniaco, en seguida se cierra la llave de descarga y se abren los grifos de purga de los indicadores para que el poquísimo amoniaco que pueda haber quedado se disipe en el aire, cosa que se realiza en unos cuantos minutos.

Cuando el cilindro queda así libre de amoniaco se puede destapar y realizar su exámen y terminada que sea esta operación, repuesto todo a su primitivo estado, antes de permitir el ingreso de amoniaco en el compresor, se saca un pequeño tapón que existe en la cubierta de cada una de las válvulas de descarga, se hace girar entonces la máquina unas cuantas vueltas para votar el aire de la compresora, y cuando la descarga ha terminado se entornillan los taponcitos y se abren las llaves de aspiración y de descarga.

12.—Ventajas e inconvenientes de las máquinas de amoniaco.—Las ventajas de las máquinas refrigeradoras de amoniaco son las siguientes: 1°. La máquina es de una construcción sencilla y no necesita estar muy cerca de las cámaras frigoríficas, debiendo estarlo únicamente los evaporadores sea el sistema por salmuera o por aire. 2°. El gas es un poderoso refrigerante y fácil de licuar. 3°. El costo del carbón consumido es menor que en el caso que la máquina emplease el aire frío. 4°. Los escapes son muy fáciles de localizar. 5°. Este sistema permite el uso ya sea de la expansión directa o del método de la solución salina. 6°. No hay acumulación de nieve en los conductos del aire, ni en los pañoles, pudiéndose hacer la inspección y limpieza de la instalación sin molestia de ninguna clase.

Los inconvenientes son los siguientes: 1°. El amoniaco es un gas altamente corrosivo y el más ligero escape hace imposible la permanencia de alguien en la cercanía. 2°. Las fugas en los evaporadores cuando el sistema es de expansión directa dañan el cargamento. 3°. Es preciso tener siempre una cierta cantidad de amoniaco como reserva, pues dicha substancia no puede adquirirse sino en determinados puertos. 4°. Teniendo el amoniaco una grande afinidad con el cobre, no puede emplearse ni este metal ni ninguna de sus aleaciones en las partes de la máquina que están en contacto con dicha substancia.

13.—Máquina de anhidrido carbónico.—El principio general de este sistema es análogo al que acabamos de estudiar en las máquinas de amoniaco en relación con el ciclo en el cual se realiza la refrigeración.

El diagrama dado en la figura 5 es aplicable en este caso y nos hace ver que una instalación de este género se compondrá de las siguientes partes: 1°. Un compresor en el cual el gas aspirado del evaporador es comprimido; 2°. de un condensador, que consiste en un cierto número de serpentines, en los cuales el gas calentado por la compresión es enfriado y licuado por la acción del agua que hace circular en torno de ellos una bomba dedicada a este fin; 3°. de un evaporador que consiste en una serie, también, de serpentines, en los cuales el anhidrido carbónico líquido se evapora produciendo un descenso de temperatura que puede llegar a 35° C bajo cero.

La diferencia que existe entre la máquina de amoniaco y la de anhidrido carbónico está en el empleo del gas para la refrigeración. El CO^2 se licua bajo una presión de 50 atmósferas, en ciertas condiciones bajas de temperatura, mientras que en nuestros climas llega a ser necesario elevarlo a una tensión de 75 atmósferas, esto obliga a construír las piezas que componen la máquina, no para que resistan este esfuerzo, sino un esfuerzo 3 o 4 veces mayor que es el que corresponde al esfuerzo que deben soportar en las pruebas. La eficiencia de esta substancia como agente refrigerador es muy

grande, y la reducción del efecto de enfriamiento debido a la alta temperatura del agua de condensación es, en la práctica, la misma que se experimenta con otros tipos de máquinas frigoríficas.

La máquina generalizada es la del tipo Hall, la cual se compone de un cilindro compresor que se fabrica perforando un lingote de acero forjado. Dentro de este cilindro se mueve un émbolo que lleva dos empaquetaduras de cuero. El vástago del émbolo atraviesa una caja de estopas semejante a la que hemos estudiado en las máquinas de amoniaco y presentará por lo tanto un espacio anular en el cual se inyecta constantemente el aceite para la lubrificación. Debe agregarse que los espacios neutros son muy pequeños en esta clase de máquinas.

El aceite que pasa al espacio anular que queda entre las empaquetaduras del prensa-estopas que son de cuero, es inyectado a presión por medio de una bomba, cuyo émbolo camina muy lentamente, y de allí pasa al compresor de donde es arrojado a través de las válvulas de descarga junto con el gas comprimido.

Para impedir que el lubricante pueda pasar a los serpentines del condensador, después de las válvulas de descarga el gas atraviesa un separador especial, en donde el aceite es obligado a caer al fondo de dicho recipiente merced a las pantallas que encuentra en su camino, mientras que el gas comprimido pasa por la parte alta en dirección al condensador.

Cada cierto tiempo se hace una purga en el separador y el aceite extraído puede usarse después que se filtre convenientemente.

Del separador pasa al gas comprimido a enfriarse en los serpentines, los cuales son de cobre, o de acero y van dispuestos en una caja de fundición de una manera casi análoga a la disposición que tiene un condensador de una máquina de vapor. Exteriormente a los tubos en el condensador, circula una corriente de agua para el enfriamiento del gas. Los tubos del condensador van soldados unos con otros de modo tal que se evitan completamente las juntas en aquella parte que son innaccesibles.

El evaporador consiste también, de una serie de tubos de acero en serpentín, cuyas uniones se hacen eléctricamente o autogenamente, y que son idénticos a los que se emplean en las máquinas refrigeradoras de amoniaco. Estos tubos están en un tanque rodeado de salmuera cuando esta substancia es el medio refrigerador y del aire de la cámara frigorífica cuando en ella se obtiene el frío directamente.

Cuando se emplea la salmuera, que es de donde toma al CO^2 su calor de vaporización, para hacerla circular por las cámaras frigoríficas, se empleará, lo mismo que en las máquinas que antes hemos estudiado, una bomba que distribuya dicho líquido por las distintas canalizaciones.

Como se ve, pues, en el procedimiento por medio del anhi-

drido carbónico, el ciclo es cerrado, y la compresión, condensación y expansión se verifican exactamente como en las máquinas refrigeradoras de amoniaco.

14.—Ventajas e inconvenientes de las máquinas de anhidrido carbónico.—Las ventajas que presentan esta clase de máquinas son las siguientes: 1º. La máquina es comparativamente pequeña, fuerte y sus órganos son fácilmente accesibles; 2º. El aparato puede ser instalado en la sala de máquinas del buque a cualquier distancia de las cámaras frigoríficas; 3º. El consumo de combustible es menor que con el procedimiento del aire enfriado; 4º. El ácido carbónico no ataca los metales usuales; 5º. Con el método de solución salina que se emplea casi siempre en estas máquinas la avería de una cámara frigorífica no afecta el cargamento de las otras; 6º. Puede generarse el frío en las cámaras frigoríficas y graduarse la temperatura aunque halla gente trabajando en ellas; 7º. La cantidad de gas que se emplea no resulta peligrosa, aun en el caso de que se escapara toda ella en el cuarto de máquinas, y por lo tanto, la instalación no ofrece peligro en ese sentido.

Los inconvenientes son los siguientes: 1º. Es difícil dar con las fugas, pues el ácido carbónico es inodoro; pero ya sabemos que los escapes más que todo serían un inconveniente por la pérdida de gas que se realizaría; 2º. Se requieren elevadas presiones para licuar el gas lo que obliga a darle a las piezas de la máquina elevadas resistencias; 3º. Es necesario tener una reserva de cilindros cargados de gas para el caso que tenga que darse una carga máxima; 4º. No debe olvidarse que en este caso los recipientes que contienen el gas deben guardarse en un lugar en que no halla una temperatura más elevada que la ordinaria; 5º. Lo mismo que para las máquinas de amoniaco que no le consideramos, una gran cantidad de nieve se deposita en las tuberías refrigerantes, la cual al fundirse cuando se extrae la carga puede malograr las canalizaciones si no hay cuidado.

15.—Algunas consideraciones sobre el entretenimiento y manejo de las máquinas frigoríficas.—Después del ligero estudio que hemos hecho sobre las máquinas frigoríficas, vamos a hacer presente, que cualquiera que sea el tipo de máquina de que se trate, todas sus partes deben estar en perfecto estado para obtener de estos aparatos el mejor rendimiento, de ahí que sea de primordial importancia mantener la impermeabilidad en el émbolo de la compresora, en las llaves y canalizaciones.

En el sistema de compresión de aire, como antes hemos visto, las partes de más importancia con respecto al ajuste son: las válvulas y los émbolos del compresor de aire y del cilindro de expansión, así como los tubos de los enfriadores y secadores de aire por

que cualquier escape en estos órganos tiende a alterar grandemente la eficiencia de la máquina.

Como otras indicaciones para el manejo de esta clase de máquinas recordaremos las siguientes: Antes de ponerse en marcha la máquina debe purgarse completamente el condensador. Al iniciar la refrigeración de las cámaras frigoríficas, como el aire frío ocupa menos espacio que el caliente, es necesaria una cantidad de aire adicional que se obtiene por medio de una llave atmosférica, colocada en los conductos de retorno del aire, la cual impide que se realice una depresión en la cámara frigorífica.

Debe tomarse la temperatura del aire antes y después de la compresión, y antes y después de la expansión; también debe anotarse la temperatura del agua de circulación.

Estos datos servirán para comprobar el correcto funcionamiento de todos los órganos. Además, debe fijarse la atención en la temperatura del aire que regresa, antes de que entre en el cilindro de compresión, pues a menudo tiene algunos grados menos que los debidos, lo cual se debe generalmente a descuido del personal, que deja algo abierto el registro de la descarga en el conducto del regreso del aire, al invertir la circulación de este, efectuándose entonces un corto circuito del aire frío.

Los grifos de purga de los enfriadores y secadores deben abrirse a menudo para expulsar el agua condensada al enfriar el aire comprimido, evitándose así la posible formación de hielo en los conductos del cilindro de expansión.

En cuanto a las máquinas de líquidos vaporizables, a más de lo que hemos dicho anteriormente para las de amoniaco y que se pueden aplicar a las de anhidrido carbónico se tendrá en cuenta lo que sigue:

Los espacios neutros en el cilindro de la compresora deben ser muy pequeños e iguales a uno y otro lado del émbolo.

El émbolo debe examinarse cada cierto tiempo que no sea muy largo, cambiando o rectificando sus empaquetaduras y engrasándolas convenientemente.

Las válvulas del compresor se deben examinar y limpiar cada vez que se revise el émbolo, debiéndose tener a bordo un juego completo de válvulas de repuesto cuando menos.

No debe faltar aceite en el espacio anular de la caja de estopas del vástago del émbolo de la compresora, el cual es inyectado con una bomba a mano en el cuerpo de bomba del lubricador, cuyo émbolo demora algunas horas en cumplir su carrera o sea en vaciar dicho lubrificante en la compresora.

Es necesario siempre examinar el estado de las juntas de los tubos y prensa-estopas de las llaves, las que se puede comprobar que no tienen fuga de ninguna clase por medio de espuma de jabón.

Procurar que el rendimiento de la máquina no disminuya, y si

esto sucede averiguar inmediatamente la causa que lo origina, que puede ser uno de los defectos siguientes:

Las empaquetaduras del émbolo están flojas o rotas lo que se conoce por que el evaporador aumenta de presión,y por una caída en la presión en el manómetro del condensador.

Las válvulas de aspiración o de expulsión de la compresora están mal ajustadas en sus asientos o están rotas. La rotura de las primeras se manifiesta por una elevación de las indicaciones del manómetro del evaporador, y la de las segundas por una variación de presión en el condensador.

Conviene recordar con este motivo, que si se desea comprobar si la compresora funciona bien, se cierra la válvula de regulación y el manómetro del evaporador debe experimentar rápidamente una caída de presión estando la máquina funcionando, si tarda en llegar a ese resultado, las válvulas, las empaquetaduras del émbolo o la válvula reguladora estarán en mal estado.

Las empaquetaduras del prensa-estopas del vástago del émbolo pueden haberse gastado o estar flojas en cuyo caso el émbolo de la bomba engrasadora demorará menos tiempo que el ordinario para llegar al fin de su carrera.

La bomba para la circulación del agua en el condensador no funciona bien y como entonces no hay suficiente agua para la condensación del gas, la temperatura de salida de dicho líquido y las indicaciones del manómetro del condensador tendrán valores más elevados que los usuales.

Puede notarse a veces, un movimiento irregular en las indicaciones de la aguja en el manómetro del evaporador, así como una variación en la temperatura del tubo de descarga, lo cual será debido a la presencia de un cuerpo extraño, principalmente de aceite de la bomba de lubricación que no ha sido convenientemente extraído del separador.

A estas principales causas de mal rendimiento que hemos venido considerando se deben agregar la falta de gas en el sistema, agua de condensación de temperatura elevada y la apertura frecuente o mala obturación de las puertas de las cámaras frigoríficas.

Terminaremos este pequeño trabajo haciendo presente que para poder obtener el enfriamiento requerido, es preciso que no se tengan los defectos que acabamos de anotar; y que como hemos dicho antes, debe establecerse una diferencia de temperatura entre el gas que atraviesa los serpentines del condensador y el agua de circulación, que entonces debe estar a más baja temperatura; de tal modo que el exceso de calor tomado por el refrigerante de la salmuera en el evaporador o también directamente del aire de las cámaras frigoríficas pueda ser absorvido por el agua de circulación.

Es por esto que si el agua de circulación llega a tener una elevación grande de temperatura, la temperatura del amoniaco o del

ácido carbónico, según el sistema de máquina, tendrá un cierto exceso de 4 a 5° sobre la temperatura del agua, a fin de poder obtener la trasferencia del calor, y teniendo en el gas empleado una temperatura semejante la presión aumentará en él considerablemente.

Así por ejemplo con una temperatura de 32° *C* el amoniaco llega a requerir una tensión de 13'25 kgs. por cm^2 y el ácido carbónico de 84 kgs. aproximadamente para poder tener la diferencia de temperatura de que acabamos de hacer mención.

Se ve pues que con una temperatura semejante la máquina de CO^2 perdería su eficiencia puesto que la temperatura crítica de este gas es aproximadamente 31° *C*.

De las distintas maneras como se realiza la ignición de la mezcla gaseosa en los motores de combustión interna.

Vamos a estudiar elementalmente las distintas maneras como se realiza la explosión de la mezcla en los motores de combustión interna una vez que la compresión ha terminado en el cilindro. Los procedimientos empleados para conseguir la ignición son los siguientes:

1º. Por medio de una flama libre de una lámpara o de un mechero de gas, instalada en una cámara de distribución que gobierna una corredera o una válvula, y que establece, en tiempo oportuno, una comunicación entre el gas del cilindro y la flama en el momento en que la explosión debe producirse. Hoy este sistema está en desuso.

2º. Por la incandescencia de un tubo o un cuerpo hueco de fierro, nikel o platino, calentados por un manantial exterior.

3º. Por la propiedad que tiene el platino incandescente puesto en contacto, bajo la forma de tubo, hilo o esponja, con una mezcla de aire carburado de persistir en su incandescencia, pues entonces el gas arde sin llama en los poros del platino.

4º. Por la incandescencia de un alambre de platino producida por una corriente eléctrica. Como la cantidad de calor debe ser suficiente para producir la ignición, debe por esta razón el alambre tener un diámetro apreciable, lo que obliga a emplear una corriente bien intensa.

5º. Por medio de una chispa eléctrica de inducción o de extracorriente de ruptura.

6º. Por compresión del aire que permite alcanzar una temperatura entre 600 y 800º, la cual basta para inflamar el aire carburado a su entrada en el cilindro. Un procedimiento semejante al que acabamos de indicar es el procedimiento seguido para la infla-

mación en el motor de combustión con compresión Diesel; pero en este caso la compresión se efectua con el aire puro inyectándose el carburante en el momento oportuno en que el émbolo llega a su punto muerto alto.

El procedimiento de obtener la ignición por medio de las chispas eléctricas es el más usado en los motores llamados de explosión.

La corriente eléctrica empleada para producir la chispa que debe inflamar la mezcla gaseosa comprimida en el cilindro, puede ser producida por una batería de pilas, por un acumulador, o también por una magneto o dinamo que es accionada por el mismo motor.

Las pilas y los acumuladores únicamente se emplean en una escala muy reducida, mientras que la magneto o las dinamos son los generadores más empleados; llevando cada instalación un acumulador solo para el momento de puesta en marcha o como respeto.

Cuando la ignición del aire carburado por medio de acumuladores o pilas es producida por una chispa debida a la extra-corriente de ruptura del circuito eléctrico, la ruptura de éste se obtiene en el momento deseado por medio de un camón que levanta el contacto; entonces la chispa de ruptura se produce y salta entre los dos puntos. Se aumenta la intensidad de la self-inducción del circuito, y por consiguiente la de la chispa, con la ayuda de una bobina de alambre fino. Resultando entonces que por el empleo de esta bobina, la chispa de ruptura es más fuerte que la de cierre, actuando sola ella en la ignición. La temperatura de la chispa eléctrica es muy elevada y la explosión del gas es casi instantánea.

La disposición del sistema de ignición a que estamos haciendo referencia, es, como se ve en la fig. 1. En el fondo del cilindro va dispuesta una barra aislada *a* que está ligada eléctricamente a uno de los polos del manantial. Un ruptor *b l t*, constituído por un eje oscilante es accionado en cada tiempo preciso del ciclo por un camón.

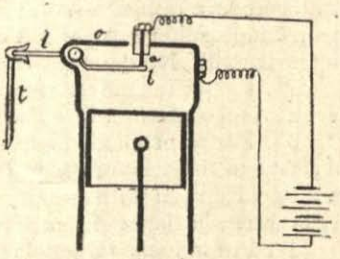


Fig. 1

La disposición mecánica de los ruptores presenta ciertas dificultades que se suprimen haciendo saltar la chispa entre dos puntos fijos, distantes entre si 1 m/m. En este caso las altas tensiones que son necesarias para este fin se obtienen transformando la corriente de tensión baja de las pilas o acumuladores en una corriente de alta tensión por medio de un carrete Rummkorff. La corriente de las pilas o del acumulador atraviesa el circuito primario del carrete enrrollado en un nucleo de fierro dulce; mientras que la corriente inducida se produce en un carrete de alambre fino enrrollado sobre

el primero y que forma parte del circuito que contiene la bugía que va dispuesta en la cámara de compresión, tal como se ve en la fig. 2. Si ahora cerramos el circuito primario por medio del interruptor *I*, como se ve en la fig. 2 la bobina del circuito secundario será recorrida por una corriente de débil intensidad; pero de un voltaje elevado que varía entre 300 y 400 voltios, la cual dará lugar a que salte una chispa entre las extremidades *m* y *n* del conductor dispuesto en el interior de la cámara de compresión.

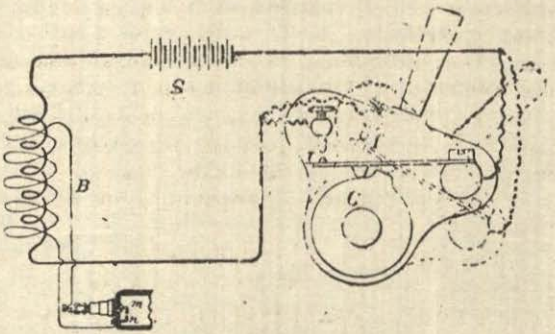


Fig. 2

Las extremidades *m* y *n* del hilo fino, distantes 1 m/m próximamente, penetran en el fondo del cilindro en una pieza de porcelana que con los alambres que la atraviesan constituye lo que se llama la *bugía*.

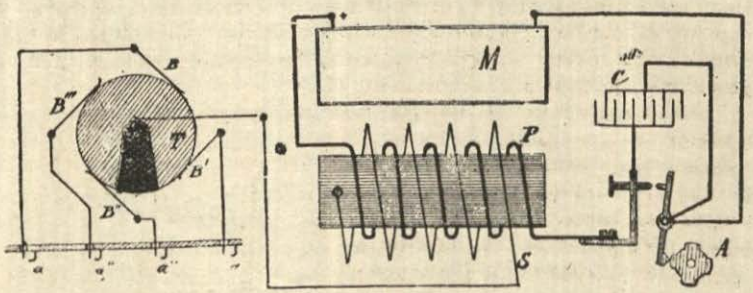


Fig. 3

El cierre y ruptura del circuito primario es realizada por intermedio del árbol de los camones *G* produciéndose entonces dos chispas: la una entre los contactos del primario y la otra entre las puntas del secundario. Para reducir la intensidad de la primera chispa se intercala en derivación en el circuito primario un condensador *C*, fig. 3.

Los interruptores a que acabamos de referirnos, *llamados mecánicos*, presentan un inconveniente serio, pues cuando la marcha del motor es muy lenta, la elevación del interruptor dura mucho tiempo y entonces la corriente inducida no posee sino una fuerza electromotriz muy débil, inconveniente que se remedia por medio de los interruptores llamados generalmente *tembladores*.

Con todo los interruptores mecánicos son más prácticos que los tembladores, por cuya razón su empleo está más generalizado, existiendo muchos modelos de ellos que solo difieren entre si por pequeños detalles. Uno de estos aparatos está constituído por una placa de materia aisladora, en la cual están montados un resorte *I*, intercalados en el circuito primario, que llevan una masa de platino que solo se ponen en contacto cuando el camón *C* levanta al resorte *I*, estableciendo así la corriente eléctrica que cesa tan pronto como termina el contacto.

En los motores de varios cilindros como se ve en la fig. 3 el interruptor funciona del mismo modo; pero va provisto de tantos contactos *B*, *B'*, *B''* *B'''* como cilindros tiene la máquina.

El interruptor se fija al motor por medio de tornillos que están alojados en ranuras, lo cual permite el giro del dispositivo alrededor del eje del camón, dentro de ciertos límites, consiguiéndose mediante esto el avance o el retardo de la ignición; puesto que al variar la posición del resorte de *I* con respecto al camón se adelanta o se atrasa el momento de establecer el contacto.

Este dispositivo comprende, como se ve en la fig. 2 un manantial de electricidad que se monta en serie en el circuito primario, el cual está ligado a las peyas del interruptor que gobierna el camón *C*. En cuanto al circuito secundario del carrete de inducción está ligado al circuito que contiene la bobina.

El interruptor está montado sobre un platillo en el eje de los camones, y de modo tal que modificando la posición del platillo, se modifica al mismo tiempo el momento de encuentro de la cama y por consiguiente el momento de ignición.

La fig. 3 muestra una distribución realizada a alta tensión en un motor de cuatro cilindros.

La bugía es un aparato intercalado en el circuito secundario, se atornilla al fondo del cilindro y se emplea para hacer saltar la chispa y producir la inflamación de la mezcla contenida en aquel.

La bugía como se ve en la fig. 4, se compone en general de un núcleo aislador de porcelana o mica, en cuyo interior va alojada una varilla metálica *C*, unida por su extremo superior al secundario *D* de la bobina y terminada en su inferior en una punta *E* que se halla enfrente y a la distancia de un milímetro de otra *F*, que también comunica con el circuito inducido por hallarse unida a una pieza de acero

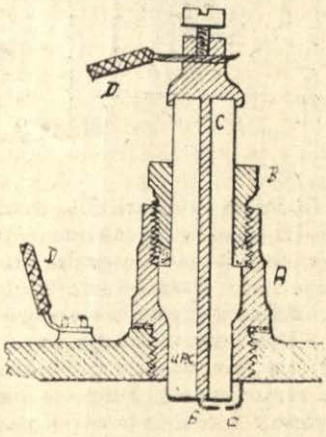


Fig. 4

A, roscada para entornillar la bugía en el fondo. El nucleo se mantiene firmemente en su alojamiento por medio de la pieza roscada *B*, de bronce y por una arandela de amianto.

Entre los muchos tipos de bugía que hoy se construyen y en los cuales se ha suprimido la porcelana por su fragilidad, puede citarse el que indica la fig. 5, el cual no presenta las puntas *E* y *F* de la anterior, sino que está constituída en la parte donde salta la chispa, por una campana de nikel puro y se ha suprimido la otra, saltando la chispa entre el culote de la bugía y la campana de la varilla. El nucleo se construye de mica.



Fig. 5

La magneto es un generador de electricidad basado en el fenómeno de la inducción, se compone de un imán inductor, constituído por uno o varios imanes permanentes de acero templado y dispuestos en forma de herradura, con objeto de que las líneas de fuerza que van de un polo a otro constituyan un polo magnético y se hallen concentrados entre los mismos, por un inducido formado por una serie de espiras de alambre de cobre, aisladas y montadas sobre un núcleo en doble *T*, el cual, al girar entre los polos del inductor, produce en el alambre una corriente inducida de baja tensión, que como se demuestra en el estudio de inducción en electricidad, es proporcional a la variación del número de líneas de fuerza que corta a cada instante. La corriente, como se ve en la fig. 6, alcanza su valor máximo en *N* cuando las espiras son paralelas a las líneas de fuerza y se anula cuando son perpendiculares; aprovechándose por lo tanto, el momento en que llega a su máximo para producir la chispa.

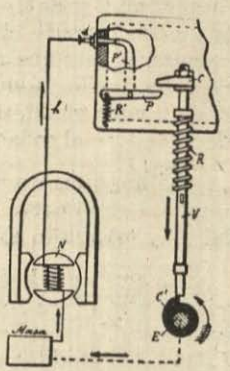


Fig. 6

La magneto puede producir la ignición de la mezcla por una chispa de extra-corriente de ruptura o por chispa de inducción.

Cuando la ignición de la mezcla se verifica como en el primer caso, la corriente pasa dentro del cilindro, por dos piezas que constituyen el *ruptor*, las cuales, al alcanzar aquella su máximo de intensidad, se separan produciendo una chispa que inflama la mezcla.

En el segundo caso, la corriente se transforma en otra de alta tensión y hace saltar la chispa en una bugía.

La ignición por magnetos presenta grandes ventajas sobre la ignición por acumuladores, puesto que el manantial de electricidad es constante y durable, los imanes son permanentes; y la chispa obtenida es a más elevada temperatura, desarrolla más calor, asegurando un mejor rendimiento del motor.

Las magnetos son más empleadas que las dinamos por que ellas no tienen como estas últimas un período de encebamiento que puede ser bastante largo. Una magneto suministra corriente desde que la máquina gira a la velocidad deseada. Además una dinamo puede alcanzar una intensidad peligrosa cuando el motor sobrepasa cierto valor de la velocidad.

Es por esto que solo consideraremos la disposición de una magneto que se compone como se ve en la fig. 7 de un inductor compuesto de tres láminas *M* de acero y de un inducido cuyo hilo va unido por uno de sus extremos al núcleo y por lo tanto a la masa del motor, y por el otro a un anillo metálico montado sobre el mismo eje del inducido y aislado en el que frota una escobilla, la cual por medio de un hilo envía la corriente recogida al distribuídor que la envía al ruptor, quedando de este modo cerrado el circuito, puesto que aquel forma parte de la masa. El inductor y el eje del inducido se apoyan trasversalmente, en un zócalo de aluminio *Z*, y en unas gualderas del mismo metal, no indicadas en la figura, efectuándose el rodamiento del segundo por medio de villas.

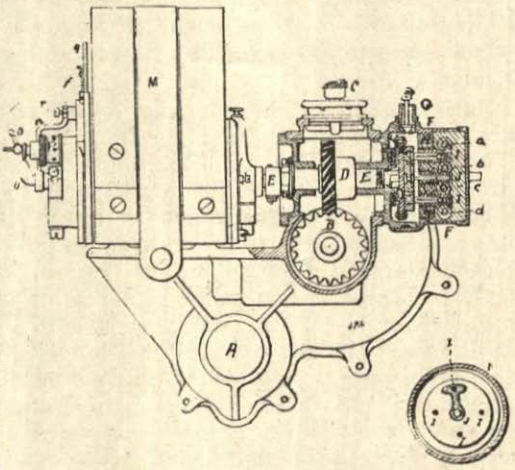


Fig. 7

El movimiento del inducido es realizado por la rueda dentada montada en el árbol de distribución *B* y por el engranaje helicoidal *D* y manguito *E* que gobiernan la magneto.

La corriente llega al distribuídor *K*, siendo *O* y *o* las toma corriente y *n*, *o*, los conductores; *Q* es la palanca para producir el avance y *f* la canal guía de ella, es el soporte de los contactos *I J* del distribuídor *F* de donde parten los alambres *a*, *b*, *c*, *d*; *G* es la tapa de la envuelta y *C* el lubricador.

La ruptura de la corriente, en el interior del cilindro puede realizarse por medio de ruptores mecánicos o magnéticos.

Los ruptores mecánicos han caído en desuso por exigir un mecanismo especial en el motor, siendo sólo prácticos y usados en los motores monocilindriscos.

Están constituídos como se ve en la fig. 6 por un *inflamador*, formado por una pieza $P'd$ conveniente aislada de la masa de la máquina y en comunicación por el alambre h, con uno de los extremos del inducido N de la magneto, y de una paleta P', con su palanca de mano P, sobre la que obra la cabeza C de la varilla V, que acciona el camón de ruptura C', montado sobre un eje E, que gira, en los motores de cuatro tiempos a una velocidad mitad de la motor.

La paleta se encuentra completamente separada del inflamador hasta poco antes de producirse la ruptura, en que empieza a subir la varilla, cuya cabeza C deja entonces de actuar sobre P y permite que se establezca el contacto, continuando la corriente que llega al inflamador, por la paleta, la palanca, la varilla y el camón de la masa, de donde sigue al otro extremo del inducido de la magneto, verificándose la ruptura en el momento de pasar el camón C' de la posición indicada en la figura, pues cae la varilla por la acción del resorte R, y su cabeza C, obliga a girar la palanca P, venciendo la resistencia R', que es más débil que R, y separa la paleta del inflamador, saltando entre estas piezas las chispas.

La mayoría de los constructores montan el inflamador, la paleta y la palanca con su resorte, sobre una pieza llamada tapón, que se atornilla a la cámara de compresión y puede desmontarse rápidamente.

Los ruptores magnéticos presentan sobre los anteriores la ventaja de su gran sencillez, son muy fuertes, y están constituídos, como se ve en la fig. 8, por una barra de fierro dulce C que termina en una punta de platino y que está convenientemente aislado, la cual es solicitada por un resorte R que le hace apoyarse sobre un contacto metálico bajo. La barra de fierro va unida por uno de sus extremos a una bobina A que está unida con la magneto. Cuando pasa la corriente por la bobina se imana el núcleo de fierro dulce B y atrae la barra C saltando la chispa entre el extremo de esta y el inflamador, que son de platino.

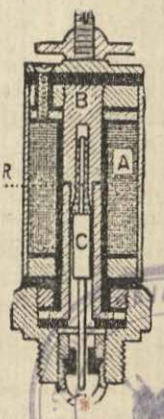


Fig. 8

Julio J. Elías Murgia

La fig. 9 representa la magneto y el circuito de ignición electromagnético de cuatro cilindros.

La corriente llega a un contacto móvil *P* que sirve de distribuídor y que se desplaza delante de cuatro contactos metálicos P_1, correspondientes cada uno de ellos a cada cilindro y de los cuales contactos parten cables que comunican con los ruptores.

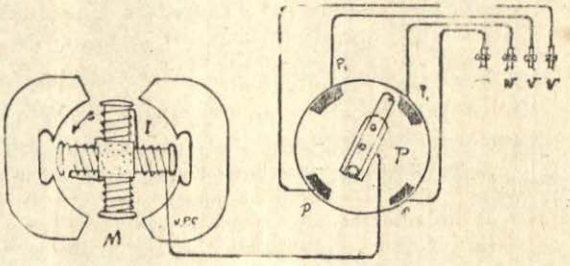


Fig. 9

El platillo que contiene los cuatro contactos metálicos p_1, puede recibir un desplazamiento angular sobre su eje soporte por medio de una palanca, obteniéndose, por consiguiente, el adelanto a la ignición.

Los ruptores de esta clase van roscadas por su parte inferior, a fin de poderlos atornillar al fondo del cilindro, lo mismo que se podía proceder con una bugía cualquiera.

Como la corriente producida por las magnetos es de baja tensión, para obtener a tensión elevada hay que recurrir a un procedimiento de inducción.

Generalmente para obtener una disposición como la que estamos mencionando, se enrolla un alambre largo y fino al inducido de una magneto a baja tensión, este nuevo enrrollamiento constituye un verdadero carrete de Ruhmkorff, y como se ve en la fig. 10, las bugías están intercaladas en el circuito inducido, de modo que al producirse la corriente se dirige hacia la bugía y salta la chispa.

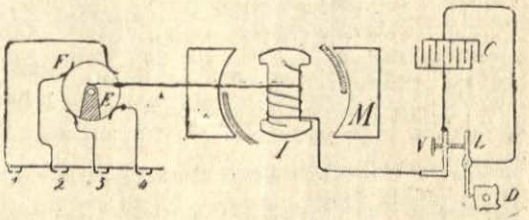


Fig. 10

El distribuídor *FE* y el interruptor *VLD* van montados en el mismo eje del inducido de la magneto que presenta una rueda dentada que es movido por un piñón montado en el eje motor.

El circuito primario va provisto de su correspondiente condensador *C* y el secundario lleva además un para-rayos formado por dos puntas de platino, dispuestas una frente del otra y unidas

una al circuito secundario y la otra a la masa, para evitar los accidentes que pudieran realizarse en el circuito secundario, debido a la corriente de alta tensión cuando por cualquier motivo deje de saltar la chispa en alguna bugía.

Si consideramos los principales métodos de ignición tendremos lo siguiente:

Empleando las bugías metálicas, mantenidas en el estado incandescente por una flama, se podrá constatar en la práctica que no dan la inflamación en el punto deseado. Siendo la flama exterior peligrosa.

Los alambres de platinos, empleados con este fin, se deterioran muy rápidamente, y los depósitos carbonosos los ensucian, resultando fallas repetidas en las explosiones.

Si se examina el encendido por medio de la compresión, puede verse que los motores que funcionan según este sistema deben funcionar siempre a compresión completa; puesto que desde que la compresión no fuese completa, la temperatura disminuiría y la explosión no se producirá.

En cuanto a los motores que emplean la ignición por medio de la chispa eléctrica, puede en ellos regularse la inflamación obteniéndose las ventajas siguientes:

Desde que el motor se ha puesto en marcha, se puede regular la chispa, de modo que se produzca antes que el émbolo llegue a su punto muerto; obteniéndose gracias a esta ignición anticipada el mejor rendimiento del motor.

Por otra parte, durante el funcionamiento, se puede por la variación angular del interruptor con respecto al camón, disminuír la potencia. Para darnos cuenta de esto último consideremos el interruptor que indica la fig. 11 gobernado por su maneta *M* y el trabajo realizado en un ciclo completo, representado por el diagrama *ABCDE*; si ahora en lugar de producir la inflamación en el punto muerto *C*, se retarda hasta que se produzca en el regreso del émbolo, en *H*, se reducirá así el trabajo motor en una cantidad igual a la diferencia de superficies *BCDE* y *HFEB*.

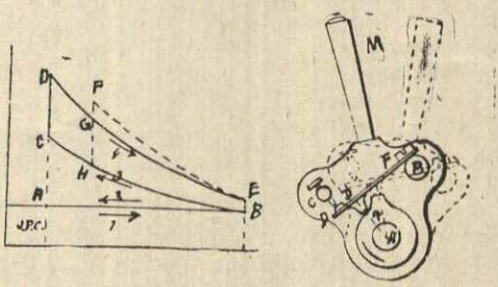


Fig. 11

Con las bugías eléctricas, eso sí, hay que tener en cuenta que los más débiles depósitos pueden impedir que salte la chispa; sobre todo, cuando se emplea petróleo lampante, pues sus residuos son por lo general buenos conductores de la electricidad.

Lo que acabamos de decir nos hace ver que para que el rendimiento del motor sea completo, es preciso que la explosión se realice en el mismo momento que el émbolo ha llegado a su punto muerto, lo que se realizaría si la chispa y la inflamación de la mezcla se realizasen en el mismo momento; pero como la explosión de la mezcla se hace de una manera progresiva, resulta, que cuando la velocidad del motor es muy grande, la explosión no se produce en el momento oportuno, sino cuando el émbolo ha descendido ya una cierta cantidad, tanto mayor, cuanto mayor es la velocidad, lo cual conduce a una pérdida de potencia.

Este inconveniente se evita, realizando lo que se llama el *adelanto a la admisión*, lo cual se consigue por una disposición especial que hace que la chispa se produzca antes de terminar la compresión, la cual disposición generalmente no consiste sino en dar al ruptor un desplazamiento angular con respecto al camón.

De ahí que si se observa el ruptor de un motor que emplea la chispa eléctrica, se puede constatar, que el émbolo está todavía a una distancia notable del punto muerto que precede a la carrera útil cuando se produce la chispa, generalmente dos décimos antes del fin de la carrera.

P. V.

Crónica Nacional

Nombramientos importantes.—Por Resolución Suprema del 10 del presente mes de Abril el Gobierno de la República ha tenido a bien realizar los importantes nombramientos siguientes: Jefe de Estado Mayor de Marina al señor Capitán de Navío D. Numa P. León; Director de la "Escuela Naval" al señor Capitán de Navío D. Ernesto Caballero y Lastres; y de Comandante Principal de las Milicias Navales y Capitán del Puerto del Callao al señor Capitán de Navío D. José M. Tirado.

Bibliografía.—Hemos recibido un ejemplar de la obra "Crónicas de la Marina" que ha dado a luz el distinguido Capitán de Corbeta señor Manuel I. Vegas y que va dedicada a nuestro querido compañero de Redacción señor Capitán de Corbeta D. Alejandro G. Vinces. En dicho libro se hallan descritos en forma amena y concisa muchos de los hechos notables realizados en la Marina Nacional en los años que llevamos de vida independiente. Digna de encomio es la labor realizada por el autor a quien la "Revista de Marina" se complace en felicitar muy de veras.

Boletín.—Consecuente con su patriótica labor de

propaganda en favor de la marina nacional la Asociación Pro Marina inserta en su boletín último un artículo que titula "Organicemos la Marina" en el cual, dentro del espacio que permite su formato, aboga por el mejoramiento de la institución pidiendo a los poderes públicos que se ocupen de los puntos que trata sobre organización y adquisiciones y que sintetizan no solo las aspiraciones de los profesionales sino del país todo.

Continuen los señores que forman la referida Asociación en su tarea, ella ha de conducir a que se plantee el resurgimiento y que se realice la completa organización de la Marina que el Perú necesita.

La insuficiencia de nuestra marina nacional tanto mercante como de guerra, hacen preciso una propaganda intensa y una acción inmediata.

Revista de Marina

Año II Mayo y Junio de 1917 No. 3

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
Julio J. Elías M.

Determinación de la latitud y de la hora sideral empleando el cronómetro y el astrolabio

Por el doctor Federico Villareal
Decano de la Facultad de Ciencias
y Profesor de la Escuela Naval.

(*Continuación*)

$l.\ tang\ \frac{1}{2}\ Z = 9'00601$
$\frac{1}{2}\ Z = 5^{o}47'50''$
$Z_1 = 11''35'40''$
$Z_2 = 348^{o}24'20''$

$l.\ tang\ \frac{1}{2}\ P = 8'72256$
$\frac{1}{2}\ P = 3^{o}1'19''$
$P = 6^{o}2'38''$
$P_2 = 0^{h}24^{m}11^{s}$
$P_1 = 23^{h}35^{m}49^{s}$

Como la ascensión recta de δ del Toro es $4^{h}18^{m}2^{s}$ tendremos las horas siderales

$$T_1 = 23^{h}35^{m}49^{s} + 4^{h}18^{m}2^{s} = 3^{h}53^{m}51^{s}$$
$$T_2 = 0^{h}24^{m}11^{s} + 4^{h}18^{m}2^{s} = 4^{h}42^{m}13^{s}$$

Para el tiempo medio es necesario fijar el día en que se va hacer la observación, supongamos que sea el 1º de Noviembre de 1917. El Conocimiento de los Tiempos da para el tiempo sideral a medio

día medio de Greenwich $14^h40^m48^s48$ y agregando 50^s62 para Lima será $14^h41^m39^s1$ y el tiempo medio de los pasages de σ del Toro por el astrolabio se tendrá por el cálculo siguiente

Para el Oriente	$3^h53^m51^s$	Para el Occidente	$4^h42^m13^s$
T S a medio día	$14^h41^m39^s$	T S a medio día	$14^h41^m39^s$
Diferencia	$13^h12^m12^s$	Diferencia	$14^h\ 0^m34^s$
Disminución	2^m10^s	Disminución	2^m18^s
T M Lima	$13^h10^m\ 2^s$	T M Lima	$13^h58^m16^s$

Por consiguiente σ del Toro pasará por el astrolabio en el Oriente el 2 de Noviembre a la $1^h10^m2^s$ de la noche en el azimut 11^o6 y en el occidente a las $1^h58^m16^s$ de la noche en el azimut 348^o4 porque la observación se aprecia en décimos de grado y si el tiempo se quiere en décimos de minuto las horas son 1^h10^m y 1^h58^m3.

Como esta estrella es circunmeridiana porque el azimut es menos de 20°, calculemos las diferencias de tiempo y de azimut por minuto de error en la colatitud según las fórmulas

$$\triangle P = 4\,\frac{cot\ Z}{cot\ P}\,\triangle Z \qquad\qquad \triangle Z = \frac{cot\ P}{60\ sen\ \lambda}$$

Z_1 *l. cot* $4^o35'40''$ $= 0'68789$	P_1 *log cot* $23^h35^m49^s = 0'97515-$
P_1 *l. cot* $23^h35^m49^s = 0'97515$	λ *log sen* $102^o3' = 9'99032$
log $- 0'5161 = 9'71274-$	*log* $- 9'6568 = 0'98483-$
$\triangle P = -2^m06\triangle Z$	$\triangle Z = -9'66 = -0816$

El ángulo horario máximo para el Perú a ambos lados del meridiano no pasa de 32° y por consiguiente en horas al occidente 2^h8^m y al oriente 21^h52^m; la *cot* P siempre será positiva al occidente y negativa al oriente. Mientras el azimut cambia desde $Z = 0$ hasta $Z = 360^o$; pero para las circunmeridianas que no se separan más de 20° en azimut, tendremos para Z los límites al Norte 0° a 20° y 340° a 360° y al Sur se tiene 160° a 180° al oriente y 180° a 200° al occidente y la cotangente de Z en el Norte será $+$ al oriente $-$ al occidente, luego $\triangle P$ siempre será *negativa*, mientras la cotangente de Z en el Sur será $-$ al oriente, $+$ al occidente, luego $\triangle P$ siempre será positiva para las circunmeridianas del Sur.

20.—Elección de estrellas que se van a observar.—Si el número de las estrellas consignadas en la tabla de calage es muy grande y como una serie no debe pasar de 50 estrellas y el intervalo de tiempo en que deben seguirse es de un minuto a minuto y medio cuando se tiene bastante práctica para manejar el astrolabio, lo que

arroja unas dos horas de trabajo, es necesario elegir de ese cuadro las más convenientes. Para esto se traza un círculo y se le divide de cinco en cinco grados para que sirva de croquis; se eligen las estrellas de modo que estén distribuídas en ese círculo azimutal de un modo casi simétrico respecto al meridiano y al primer vertical; de manera que hayan estrellas circunmeridianas y otras alrededor del primer vertical; a medida que se elijan se escribe en el círculo su número o nombre respectivo y se marcan en el cuadro de calages con una crucecita al márgen; las estrellas circunmeridianas se conocen por que están subrayadas y acompañadas de su variación de tiempo y de azimut. Estas estrellas sirven para rectificar la colatitud del lugar y para orientar completamente el astrolabio. La marca sobre el círculo croquis se hace a la simple vista pues su único objeto es para hacer una distribución conveniente.

El cuadro de calages sirve de carnet para las observaciones y el círculo anotado de croquis del círculo azimutal del astrolabio durante la operación.

Como el Perú está entre los 2 y 20° de latitud su colatitud es de 92° a 110° y las estrellas circunpolares del norte de 62° a 80°,las del Sur de 122° a 140° de *d*.

II. OBSERVACIONES

21.—Horizonte artificial.—Está formado en el astrolabio por una capa de mercurio, la que debe ser delgada para evitar las ondulaciones y amalgamada con el cobre de la cubeta para darle menos movilidad. Si la cubeta es nueva, la grasa o el óxido impiden la pronta amalgamación, si la cubeta ha permanecido mucho tiempo sin servir la amalgama sólida que cubre el fondo tarda en disolverse, finalmente si el mercurio no cubre toda la cubeta por haber en algunas partes manchas grasas por el contacto con los dedos o por haberla limpiado con tela grasosa, es necesario limpiar la cubeta echando unas gotas de mercurio, en seguida ácido nítrico desleído que hace recorrer todo el fondo de la cubeta para limpiarla, después se lava con bastante agua se seca con papel secante, se vierte mercurio y se limpia la superficie con una barrilla cilíndrica de vidrio que se hace rodar sobre la superficie,limpiándola cada vez con una gamuza. El horizonte artificial puede durar hasta quince días si es necesario y no se tiene que trasportar el instrumento, en caso contrario se vierte el mercurio amalgamado en otro depósito de madera distinto de aquel en que está el mercurio puro, el aparato tiene estos accesorios, es decir barrita de vidrio, gamuza y dos receptáculos de madera para guardar el mercurio puro y amalgamado. La cubeta tiene un perno inferior que se cubre con un cilindro que se entornilla cuando se le guarda en su caja y una cubertura con dos ventanas que se pone encima, cuando se emplea el horizonte artifi-

cial y que impide el movimiento por el aire y la pronta evaporación del mercurio.

22.—Instrumentos accesorios.—Además de un reloj para marcar el tiempo es necesario un termómetro y un barómetro y dos lámparas para el aire libre supuesto que las observaciones se ejecuten de noche.

El reloj más conveniente es el que marca *tiempo sideral* pero puede usarse el que señale el *tiempo medio* considerando la diferencia como marcha del reloj; el tiempo sideral evita la reducción a tiempo medio supuesto que el cuadro de calages esté en tiempo sideral; pero basta,como hemos dicho para marcar el tiempo en que deben hacerse las observaciones, recordar que el día medio tiene 3^m56^s más que el día sideral o sea 10 segundos por hora. Si se dispone de cronómetros bien arreglados se compara el reloj que va a servir con ellos para determinar su estado y su marcha; pero como no siempre esto es posible se determina el estado del reloj y su marcha mediante observaciones con el mismo astrolabio,como veremos después.

El termómetro para marcar la temperatura en el lugar donde se ejecuta la observación es el termómetro de honda haciéndole describir varios círculos antes y después de la operación; el barómetro es el aneroide para conocer antes y después de la operación la presión atmosférica el que se compara con un barómetro normal; ambos instrumentos son para determinar la refracción atmosférica y corregir la refracción media, mediante dos factores que dan las tablas; pero sólo son necesarios en operaciones de alta precisión pues basta la refracción media en las operaciones corrientes que, como hemos dicho, es de 34"69.

Las lámparas son dos: una para un ayudante que sobre una mesita tiene el cuadro de calages para indicar la hora y el azimut de cada observación y otra para el otro ayudante que alumbra para el montage y desarme del astrolabio y para alumbrar al operador, para colocar el anteojo del aparato en el azimut respectivo y para las lecturas que sea necesario hacer en el instrumento.

23.—Instalación del astrolabio.—1º. Lugar. Es necesario que sea visible el horizonte a más de treinta grados de distancia zenital, esto es que los objetos que lo rodean no pasen de 60º de altura. Si el lugar no es obligatorio se escoje una llanura para evitar la influencia sobre la refracción atmosférica, pero se coloca una cortina a cierta distancia sobre dos jalones para que el viento no haga ondular el horizonte artificial.

2º. Armadura. Se aflojan los tornillos superiores de las tres piernas del trípode y se abren de modo que puedan hacerse las observaciones sentado, porque la postura inclinada durante una o dos horas a más de mortificar produce cansancio que influye en la exactitud de las observaciones.

Se afloja el tornillo inferior de la plancheta del trípode y se procura que esa plancheta esté casi horizontal a simple vista. Se coloca el círculo azimutal de modo que sus tres tornillos de sustentación estén en las ranuras y se atornilla un poco sobre el trípode mediante el tornillo inferior y se nivela empleando el nivel esférico del aparado mediante los tres tornillos de sustentación. Se coloca sobre el extremo de la alidada el segundo trípode y abriendo los cerrojos se empujan inferiormente los dos tornillos para que queden aprobados por aquellos cerrojos. Se pone delante del objetivo del anteojo el prisma de vidrio y se entornilla con sus tres tornillos y después el anteojo así arreglado se pone sobre el segundo trípode atornillando sus dos collares. Colocado en el otro extremo de la alidada el horizonte artificial con su cubertura se nivela este segundo trípode con su respectivo nivel esférico y sus tornillos correspondientes de sustentación. La segunda nivelación se ejecuta colocando el anteojo en su posición normal, es decir que el índice marque en el segundo trípode el cero y que por la abertura del abrigo del horizonte artificial se vea la otra abertura y el prisma.

3º. Orientacion. Para la orientación aproximada se da vuelta al anteojo que está fijo al segundo trípode en su posición normal y se mueve con la alidada el horizonte artificial hasta que la aguja magnética que está sobre el anteojo marque el Norte magnético o sea el cero de la declinatoria, esta aguja magnética se levanta mediante una palanquita del extremo, pero como ha sido construído para Europa donde la inclinación es Norte, la parte que mira al Sur es más pesada y como entre nosotros la inclinación es Sur, ese peso hace que roce el extremo sur de la aguja y debe procurarse disminuír ese roce si no es aumentándole peso a la extremidad norte a lo menos haciendo jugar a la palanquita. Estando el anteojo en la dirección del meridiano magnético, se desentornilla el círculo azimutal del astrolabio y se coloca de modo que la señal de la alidada marque 10 grados y medio que es nuestra declinación magnética media y se aprieta el círculo azimutal con su tornillo de presión inferior veremos después como se rectifica la orientación.

4º. Ajuste. Para verificar el ajuste del anteojo, se coloca la pila eléctrica seca que trae el aparato sobre la brújula y se le ata con un jebe o pita; se coloca la lamparita por simple presión sobre la ventana que está más cerca del ocular del anteojo, después se conectan los alambres, lo que se ejecuta con las pinzas o láminas plegadas en dos en que terminan los electrodos. Para verificar el ajuste de la perpendicularidad del eje de colimación y de la cara de atrás del prisma, se coloca en el ocular como microscopio el visador autocolimador, que trae el instrumento, consiste en un tubo que tiene un ocular de un aumento de 45 y en el otro extremo un vidrio transparente inclinado a 45º y se introduce de modo que una cabeza de tornillo entre en una cavidad que tiene el anteojo, se alumbra a la ventanita, aparecen enfocando los cuatro hilos del retículo en negro

sobre un fondo luminoso, a la vez que tres imágenes del mismo retículo formadas por las tres caras del prisma. Si coinciden los cuatro sistemas de hilos el astrolabio está ajustado, en caso contrario entornillando o desentornillando muy poco el tornillo que está solo de un lado del prisma se le endereza su perpomiendo los dos hilos verticales de las imágenes y obrando con los dos tornillos en sentido contrario que están en el otro lado del prisma se hacen coincidir los dos hilos horizontales de las imágenes. Cuando el desajuste es pequeño basta apretar más o menos uno o dos de los tres tornillos que fijan el prisma al objetivo.

Una vez ajustado el instrumento, se saca el visador autocolimador y se coloca el visador microscópico que lleva un ocular más fuerte y cuando se alumbra por la siguiente ventana los hilos del retículo aparecen brillantes sobre un fondo negro y las imágenes no están invertidas con este visador. Cuando no hay pila eléctrica seca se verifica el ajuste y las observaciones iluminando por las ventanas con una luz cualquiera de una lámpara de observación.

24.—Orientación definitiva.—Si la declinación magnética no es bien conocida, como sucede en el Perú, o bien que la aguja magnética roce con la caja o por cualquiera otra causa, es necesario orientar el astrolabio definitivamente hasta un error de un décimo de grado que es la aproximación de los azimut que se tienen escritos en el cuadro de calage.

Para hacer esta operación recordemos que la velocidad vertical de una estrella es $V. \operatorname{sen} d. \operatorname{sen} A$ y la horizontal $V. \operatorname{sen} d. \cos A$ para que esta sea nula y la imágen se mueva solo verticalmente es preciso que $A = 90^o$ entonces toda la velocidad es vertical $V. \operatorname{sen} d.$ En este caso tenemos un triángulo esférico rectángulo en que la colatitud del lugar es la hipotenusa y tenemos la ecuación conocida que el coseno de la hipotenusa es igual al producto de los cosenos de los catetos.

$$\cos d = \cos d. \cos z$$

Para Lima tenemos por ejemplo

$$\lambda = 102^o3'; \; z = 30^o$$

entonces

$$\cos d = \frac{\cos. \; 102^o3'}{\cos. \; 30^o}$$

$$\begin{aligned} log. \; cos \; 102^o30' &= 9'31966 \\ log. \; cos \; 30^o \; 0' &= 9'93753 \\ log. \; cos \; 103^o57' &= 9'38213 \end{aligned}$$

Es decir, que la distancia polar de la estrella debe ser 103°57'. Además tenemos en el mismo triángulo, que el seno de un ángulo oblícuo es igual al seno del cateto opuesto dividido por el seno de la hipotenusa

$$sen\ Z = \pm \frac{sen\ \delta}{sen\ \lambda}$$

$$\begin{aligned} log.\ sen\ 103°57' &= 9'98700 \\ log.\ sen\ 102°\ 3' &= 9'99032 \\ log.\ sen\ \ 82°56' &= 9'99668 \end{aligned}$$

Es decir, que el azimut es $\pm$ 82°56'. Entre las estrellas que deben pasar poco más o menos a la hora sideral de la observación, se busca la que más se aproxime a la distancia polar de 103°57' o al azimut de 82°56 y 360—82°56'=277°4'. Se encuentra γ Eridan de tercera magnitud, distancia polar 103°44'59" ascensión recta $3^h54^m4^s$. Vamos a calcular los tres ángulos tomando la colatitud de 102°3' y la distancia zenital de 30°.

$$\begin{aligned} \delta &= 103°45' \\ \lambda &= 102°\ 3' \\ z &= \ \ 30°\ 0' \\ 2\ s &= 235°48' \\ l\ sen\ (s) &= 117°54' = 9'94634 \\ l\ sen\ (s—\delta) &= \ \ 14°\ 9' = 9'38821 \\ l\ sen\ (s—\lambda) &= \ \ 15°51' = 9'43635 \\ l\ sen\ (s—z) &= \ \ 87°54' = 9'99971 \\ suma\ \ s &= 117°54' \end{aligned}$$

$l\ sen\ (s-\lambda) = 9'43635$	$l\ sen\ (s-\delta) = 9'38821$	$l\ sen\ (s-\delta) = 9'38821$
$l\ sen\ (s-z) = 9'99971$	$l\ sen\ (s-z) = 9'99971$	$l\ sen\ (s-\lambda) = 9'43635$
$Cl\ sen\ (s) = 0'05366$	$Cl\ sen\ (s) = 0'05366$	$Cl\ sen\ (s) = 0'05366$
$Cl\ sen\ (s-\delta) = 0'61179$	$Cl\ sen\ (s-\lambda) = 0'56365$	$Cl\ sen\ (s-z) = 0'00029$
20.10151	20.00523	19'87851
$tag\ \frac{1}{2}\ Z = 0'05076$	$tag\ \frac{1}{2}\ A = 0'00261$	$tag\ \frac{1}{2}\ P = 9'93926$
$\frac{1}{2}\ Z = 48°20'30"$	$\frac{1}{2}\ A = 45°10'20"$	$\frac{1}{2}\ P = 41°0'20"$
$Z = 96°41'$	$A = 90°20'40"$	$P = 82°0'40"$

Al oriente $Z = 96°41'0"$ Al occidente $Z = 263°19'0"$

$A = 269°39'20"$ $A = 90°20'40"$

$P = 277°59'20" = 18^h31^m57^s3$ $P = 82°0'40"$

$= 5^h28^m2^s6$

Si el pasage es al oriente pondremos la señal del círculo azimutal del astrolabio en 96°41'=96°7 y para observar la estrella anticipándonos a la hora sideral, que se obtiene rebajando 18^h32^m a la hora sideral a medio día medio, según la fecha en que se haga la observación, aflojando el tornillo de presión del segundo trípode moveremos poco a poco tres grados a un lado y a otro del sector graduado hasta que aparezcan las dos imágenes en el campo del anteojo. Si las imágenes no están en una vertical se las pone con el tornillo *lateral* que sostiene el segundo trípode después con el tornillo tangencial se llevan las dos imágenes al medio de los dos hilos verticales del retículo. Si las imágenes no se acercan simétricamente a los dos hilos horizontales del retículo se les conduce con el tornillo *anterior* que sostiene el segundo trípode y que es perpendicular al tornillo lateral y cuando las imágenes coinciden en el cuadrado central, que forman los cuatro hilos del retículo, se marca el *top* para que el ayudante observe la hora, que comparada con la hora sideral calculada se obtiene el estado del reloj.

Para la orientación definitiva supongamos que el sector del segundo trípode marque —1°5, esto dice que la orientación 96°7 no es exacta y llevando el anteojo a la posición normal girando de la izquierda a la derecha el —1°5 y para que el anteojo este en la posición anterior se hará girar la alidada de derecha a izquierda 1°5 y el círculo azimutal marcará 96°7+1°5=98°1. Finalmente desentornillando el tornillo de presión del círculo azimutal se llevará este enfrente de la señal marcando 96°7 y apretando el tornillo se tendrá el instrumento orientado definitivamente.

Es preciso asegurarse, si el círculo azimutal que al principio se caló, no se ha movido durante la observación de la estrella; pues si se ha movido debe tomarse en cuenta ese movimiento al mover la alidada; por ejemplo, si después de volver el anteojo a la posición normal observamos que el círculo azimutal en lugar de señalar 96°7 marca 98°8 es decir que se ha movido 2°1, la posición del anteojo al coincidir las imágenes será 1°5+2°1=3°6 y al mover la alidada de derecha a izquierda el círculo azimutal marcaría 98°8+1°5=100°3 y se debe mover el círculo azimutal de izquierda a derecha para que el 96°7 venga donde la alidada estaba marcando 100°3.

25.—Observación del pasage de una estrella.—Estando el astrolabio orientado con la aproximación de un décimo de grado, el observador sentado enfrente del ocular, el ayudante secretario en una mesita próxima con el cuadro de calages que también sirve de carnet de observaciones, el cuadro de calages contiene como hemos dicho el nombre de la estrella, su magnitud, tiempo sideral de la observación ordenado y aproximado a décimo de minuto o sea 6 segundos y el azimut de calage a décimo de grado y para las circunmeridianas los valores de $\triangle Z$ en grados correspondientes a un

(*Continuará*).

Calibración

Por el Capitán de Fragata
L. M. Nulton—U.S.N.

Traducido por el Capitán de Corbeta
Dn. Manuel I. Vegas.

— Símbolos —

$\alpha =$
$\beta =$ } Angulos para marcar el punto de caída del proyectil.
$\gamma =$

$a,\ a'$
$b,\ b'$
$c,\ c'$ } Coordenadas del punto de caída del proyectil.
$d,\ d'$

h = Altura del centro de la *fama* (1) sobre el agua.

Sh = Zona peligrosa para la altura h.

V = velocidad inicial.

w = peso del proyectil.

c = coeficiente balístico.

(1) bull's eye.

— INTRODUCCION —

I

La calibración de los cañones a bordo significa, brevemente, el proceso de ajustar las alzas de modo que todos los cañones del mismo calibre puedan disparar juntos siempre que las alzas sean graduadas para la misma distancia y, por consiguiente, todos los tiros de una salva queden bien agrupados. Antes se consideraba necesario calibrar los cañones de cada buque en cuanto éste entraba al servicio, pero ahora la manufactura e instalación de los cañones está tan bien hecha que la práctica de la calibración no se considera necesaria a menos que existan causas que indiquen lo contrario. Si los cañones dispersan persistentemente los tiros de una salva, y la razón para que así suceda no se conoce, entonces será necesario proceder a la calibración; y, en todo caso, esta comprobación es tan claramente ilustrativa de los principios en que se basa la dirección del tiro, que debe ser perfectamente conocida por todo oficial de marina.

II

Calibración de un solo cañón

Definición.—La calibración puede definirse como el proceso de disparar cada cañón de los que componen la batería de un buque, anotando cuidadosamente la posición del punto de caída de cada tiro, hallar el punto medio de caída para cada cañón, y entonces ajustar las graduaciones del alza de cada cañón de modo que todos los disparos hechos por todos los cañones caigan a la misma distancia-promedio cuando todos los índices del alza marquen la debida graduación; y similarmente en deriva.

Como se verá por lo que sigue, el proceso de la calibración significa un considerable tiempo, trabajo y gastos. Es evidente que, si se quiere obtener un buen fuego de salva, todas las escalas de alza deben ajustarse de tal modo que, si los cañones están bien apuntados, sus disparos caerán bien agrupados, siempre que las alzas marquen la debida graduación; y el método de ajustar las alzas para obtener esto por medio de la calibración será ahora descrito, como ilustrativo de los principios en que se funda.

Peculiaridades de cada cañón.—Semejante al hombre y a toda otra clase de máquinas, cada cañón tiene sus propias e individuales peculiaridades. Con su propia alza ajustada convenientemente, disparará bien o sea que sus tiros se agruparán de manera aceptable; pero este agrupamiento puede no coincidir con el de los disparos hechos por otro cañón de la misma batería y que esté en otra parte del buque, aun cuando éste tenga también sus alzas arregladas perfectamente, según la teoría, y puestas para la misma distancia y deriva que el primero. Además, los agrupamientos de disparos hechos por esos dos cañones bien pueden no coincidir con aquellos de un tercer cañón. Así pues, cada cañón podrá trabajar individualmente bien, pero es posible que la batería en total no produzca un buen trabajo de conjunto. Ahora bien, con los modernos métodos de control del fuego y disparos por salvas, es de la mayor importancia que, cuando el *spotter* hace que todas las alzas de una batería se pongan en una misma graduación, los tiros de todos los cañones, si se disparan juntos, deben caer agrupados tan cerca unos de otros como lo permitan los errores inherentes a los cañones mismos. *Para llenar este objeto se practica la calibración.* Debe anotarse que, en esta discusión, se supone que todos los errores prevenibles en puntería etc., han sido eliminados; nada bueno podrá hacerse si se deja sin corregir alguno de ellos.

Hay muchas causas que pueden producir la condición en la cual un cañón bien arreglado y bien apuntado dispara un tiro que va a caer en un punto precisamente muy separado del punto de caída de otro proyectil disparado por un cañón igualmente bien arreglado y apuntado; como por ejemplo, el hecho de que la cubierta ceda más bajo el esfuerzo de un cañón que bajo el de otro etc.

Punto medio de impactos.—Si se dispara un gran número de tiros con un cañón, bajo las mismas condiciones en lo posible, se verá que los impactos se agrupan muy cerca al rededor de un punto que se llama el "Punto medio de impactos". Este punto es en realidad el centro matemático de gravedad de todos los impactos; y, con referencia a un blanco (a la distancia para la cual se apunta el cañón), este punto medio de impactos puede ser en el blanco, corto o largo, o bien en el blanco; a la derecha o izquierda del blanco.

Dispersión media.—El punto de caída de cada tiro considerado individualmente está situado a mayor o menor distancia del punto medio de impactos; y el promedio aritmético de esas distancias al punto medio de impactos de todos los tiros de un cañón se llama "Desvío medio del punto medio de impactos" o "dispersión media del cañón". Tratándose de estas cantidades es costumbre considerar los desvíos o errores en alcance separados de los en deriva; así nosotros hablaremos del "desvío (o error) en alcance del punto medio de impactos", y similarmente para la deriva. Estas cantidades se llaman también "errores medios" del cañón en alcance y en deriva.

Campo de calibración.—El plan general de un campo de calibración se muestra en la figura (1). Una balsa, con una pantalla vertical como blanco, se fondea en tal posición que una o más estaciones de observación, preferible dos, puedan establecerse en tierra, como se vé en *A* y *B*.

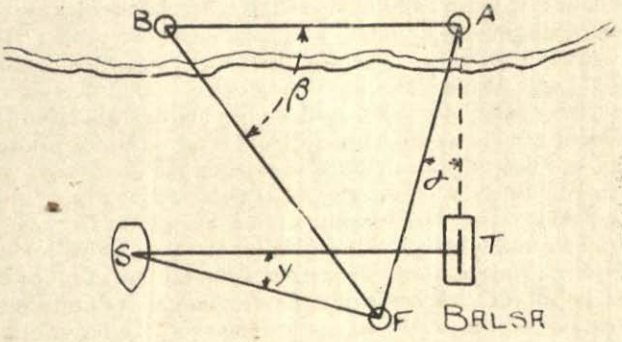


FIG N° 1

El buque está fondeado en *S*, presentando su costado al blanco; y la pantalla de éste debe estar tan paralela como sea posible a la quilla del buque. El ángulo *STA* se procurará que sea lo más recto que se pueda.

La base *AB* se medirá entonces por métodos hidrográficos; y en consecuencia, las posiciones del buque, blanco etc, se marcarán lo más exactamente que se pueda así como se determinará las distancias que separan estos diversos puntos.

Una vez hallada la distancia *ST*, del cañón al blanco, las alzas del cañón que debe calibrarse se ponen en esa distancia, y una serie (usualmente cuatro) de tiros cuidadosamente apuntados se disparan al blanco. (Es usual graduar el alza una pequeña y conocida distancia fuera del blanco (en deriva) a fin de prevenir daños en éste y en consecuencia demoras en terminar el trabajo.

Supongamos que el primer disparo cae en *F*. Por medio del sextante, tablas o sus equivalentes (preferible tablas), se hallarán los ángulos α, β y γ y se marcará el punto de caída en el dibujo. Este proceso se repetirá en cada disparo, y los resultados se tabulan para el cañón, midiéndose los errores en alcance y deriva de cada disparo en el dibujo.

Se repite lo mismo con cada cañón de la misma batería, y al hacer esto es bueno disparar un tiro con cada uno en lugar de disparar todos los tiros que corresponden a cada cañón, puesto que de ese modo se obtienen condiciones más uniformes para el fuego

de conjunto de la batería, especialmente en lo que se refiere a la temperatura de los cañones. No se debe cargar el cañón sino inmediatamente antes de disparar, por muchas razones, entre otras por el hecho de que si se hiciera de otro modo cambiaría la temperatura de la carga por contacto con las paredes aún calientes de la cámara de pólvora.

Condiciones atmosféricas.—Es de lo más deseable que para practicar la calibración sean buenas las condiciones atmosféricas y sería bueno que permanecieran uniformes durante el fuego de todos los cañones del mismo calibre.

Esas condiciones deben también ser uniformes, si es posible, durante todo el tiempo que dura la calibración. Si no son uniformes durante el fuego de los cañones del mismo calibre, entonces es necesario que los datos para cada disparo se reduzcan a las condiciones magistrales individualmente antes de hacer cualquier combinación con los resultados de diferentes tiros.

El trabajo completo de calibración debe hacerse, si es posible, en un día; puesto que es inconveniente disparar parte de los proyectiles en la tarde de un día y el resto en la mañana del siguiente, por ejemplo, porque las condiciones atmosféricas pudieran ser enteramente diferentes en los dos días, y semejante práctica daría malos resultados.

Número de disparos.—Cuanto más tiros se hagan más exactos serán los resultados. Usualmente se disparan 4 tiros, que es el menor número que debe hacerse; pero el costo de la munición así gastada no es pequeño y limita la práctica a lo que permite una razonable economía, esto sin contar con el desgaste de los cañones, especialmente en los de grueso calibre.

Observaciones.—Durante la calibración, para cada tiro, los observadores de cada estación de tierra deben tomar los siguientes datos:

(a) El momento en que se vé la llama.

(b) El número consecutivo de disparos.

(c) El ángulo entre el punto de caída y el centro del blanco.

(d) La fuerza y dirección del viento.

Los observadores a bordo, además de los dichos datos, apuntarán los siguientes en cada tiro:

(e) Momento del disparo (en lugar del de la llama).

(f) Número consecutivo de tiros [que será igual al (b)].

(g) Número del cañón que dispara.

(h) Si el cruce de los retículos del telescopio estaban o no en el centro de la fama del blanco en el instante en que el cañón fué disparado; y, si no estaban, qué cantidad estaban separadas en cada dirección (estimada en metros de la pantalla del blanco; para lo cual, en la pantalla, irán pintadas unas rayas de modo que ayuden a hacer esta operación).

(i) Dirección y fuerza del viento en nudos por hora.

(j) Barómetro.

(h) Temperatura del aire.

(l) Temperatura de la carga (la de la santa bárbara de la cual se extrae la carga y en donde debe permanecer hasta que se vaya a cargar la pieza).

(m) Peso del proyectil.

(n) Cualquier otra información que pareciera oportuna.

[(i) (j) y (k) solamente se apuntarán cuando ocurre algún cambio, pero los datos deben ser tales que las condiciones al principio y al fin de la calibración, y en el momento en que se dispara cada tiro, puedan ser fácil y exactamente obtenidas por medio de ellos].

Necesidad de proceder con cuidado.—Los observadores en los diferentes puestos deben penetrarse de la necesidad de hacer las observaciones y consignar los datos exactos. Nada es más desastroso que la falta de cuidado con referencia a los detalles, puesto que la inexactitud en cualquiera de los que en apariencia son puntos de menor importancia podría fácilmente traducirse en que los resultados de la calibración completa fueran inútiles. Algunas de estas inexactitudes pueden muy bien pasar desapercibidas por su misma naturaleza, entonces entraríamos confiadamente en combate o ejercicio con una batería a la cual le es imposible rendir un buen resultado debido a la falta de cuidado e inexactitud de algunas de las personas encargadas del trabajo durante la calibración.

Marcación de los puntos de caída observados.—Supongamos que hemos disparado cuatro tiros con un cañón, que caen, [con referencia al pié de la perpendicular bajada desde el centro de la fama hasta el mar] como sigue:

N° 1	——	*a*	yardas largo	——	*a'*	yardas	a la derecha
N° 2	——	*b*	„ corto	——	*b'*	„	a la izquierda
N° 3	——	*c*	„ largo	——	*c'*	„	a la derecha
N° 4	——	*d*	„ corto	——	*d'*	„	a la izquierda

Entonces sus puntos de caída quedarán como en la figura 2, en la cual se da una proyección sobre el plano vertical y que pasa a través de la línea de fuego y el centro de la fama, y también la correspondiente proyección sobre el plano horizontal del agua. *LL'* es la línea de mira tal como si el apuntador mirara al blanco y viera el centro de la fama en el cruce de los retículos

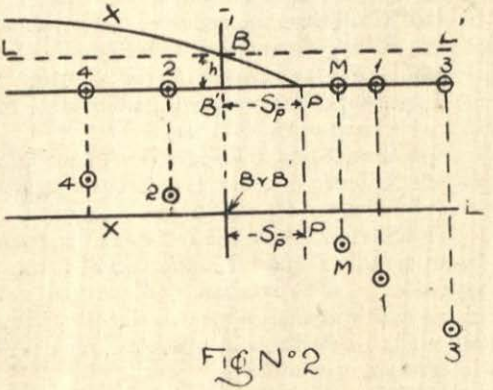


FIG N°2

de su telescopio. Ahora bien, si el cañón estuviese perfectamente arreglado en el momento de disparar, su tiro iría recorriendo la trayectoria X, perforaría la fama en B y caería en el agua en P. Recuérdese que los errores se observan con referencia al punto B' sobre la superficie del mar verticalmente bajo B. Por consiguiente, tendremos que reducir nuestras observaciones al punto P, sustrayendo, para tiros largos, la distancia $B'P$ de la distancia verdadera y sumando la misma distancia a los cortos; y $B'P$ se considerará como un error constante que afecta a todos los tiros.

La distancia Sh es la zona peligrosa para un blanco de h pies de altura a un alcance igual a la distancia del cañón al blanco más la zona peligrosa.

En la práctica, sin embargo, cuando el alcance es considerable, esta zona peligrosa se tomará de las tablas de tiro para la altura h y para un alcance igual a la distancia del cañón al blanco. El monto de la corrección aplicable por la altura h se tomará de la columna correspondiente de la tabla. (Lo que cambia, en altura, el impacto por una variación de $\pm$ 100 yardas en la graduación del alza). A veces sucede, también, que el punto de mira no está exactamente en el centro de la fama en el momento del disparo, pero se puede, por medio del telescopio que sirve para controlación, determinar que error ha habido; en cuyo caso h será modificada de acuerdo con ese error. Para trabajar con los datos observados:

1—Se usa un tablero grande con su papel de dibujo, y se marcan a escala (escala suficientemente grande como para obtener buenos resultados) las posiciones de los puntos de observación, cañón y centro del blanco.

2—Con los datos observados, se marca el punto de caída de cada tiro, y se mide la distancia, desde el pié de la perpendicular bajada del centro del blanco sobre la superficie del mar, en alcance y deriva, apuntando los resultados.

3—De los resultados obtenidos por (2), se busca el lugar del punto medio de impacto en alcance y en deriva, con referencia a la perpendicular que hemos dicho en (2), que en alcance será:

$$\frac{+a+(-b)+c+(-d)}{4}$$

yardas desde el pié de la perpendicular; tomándose a, b, c y d con sus propios signos algebraicos, + para tiro largo y — para corto; mostrando el resultado signo + cuando el punto está largo con referencia al centro del blanco y el signo — cuando está corto.

4—Para el punto medio de impacto en deriva, se hace lo mismo y tendremos:

$$\frac{+a'+(-b')+c'+(-d')}{4}$$

MUSEO NAVAL DEL PERU
C. de M. Julio J. Elías Murguía
B. 10169

tomándose a', b', c' y d' con sus signos algebraicos, + para un desvío a la derecha y — para uno a la izquierda; un signo + en el resultado significa que el punto medio de impacto queda a la derecha de la línea de tiro y un — que queda a la izquierda.

Es bueno igualmente, y a veces más conveniente, en lugar de usar + y — en este trabajo, dejar la nomenclatura de "corto" y "largo"; usando las letras C y L y D e I para representar "derechas" e "izquierdas"; por ejemplo un tiro es: 155 C y 25 I.

Reducción a condiciones magistrales.—Habiendo obtenido de esos puntos marcados y para el grupo particular de disparos que hemos considerado, las distancias medias en alcance y deriva desde el pié de la perpendicular (2), es necesario ahora reducir esas distancias, primero al punto P como origen, y después al caso de disparar en condiciones magistrales. El método usado es simplemente una aplicación de las fórmulas balísticas y se comprenderá mejor resolviendo un problema.

Problema de calibración.—Supongamos que se han disparado, en práctica de calibración, seis tiros con un cañón de 12 pulgadas ($V = 2900$ p. s, $w = 870$ libras, $c = 0{,}61$) en las siguientes condiciones:

Distancia del cañón al blanco	8000 yardas
Distancia puesta en la graduación del alza	8000 yardas
Deriva puesta en la graduación del alza	38 nudos
Distancia de la superficie del mar al centro del blanco	12 pies
Marcación verdadera del blanco desde el buque	45°
Dirección del viento	270° verdadera
Velocidad del viento	18 nudos
Barómetro	30.00 pulgadas
Temperatura del aire	75° F.
Temperatura de la pólvora	94° F.
Peso del proyectil	875 libras.

Los tiros caen [midiendo desde el pie de la perpendicular bajada del centro de la fama a la superficie del mar]:

N° 1 — 200 yardas corto; 90 yardas izquierda
N° 2 — 150 yardas corto; 95 yardas izquierda
N° 3 — 100 yardas corto; 95 yardas izquierda
N° 4 — 150 yardas corto; 85 yardas izquierda
N° 5 — 100 yardas corto; 75 yardas izquierda
N° 6 — 50 yardas corto; 70 yardas izquierda

Hallar exactamente los errores medios en alcance y deriva en condiciones magistrales, y arreglar las graduaciones en alcance y deriva del alza de modo a tener las alzas bien graduadas; esto es, bajo condiciones magistrales, obtener el punto medio de impacto en el

punto P cuando el alza se pone para 8000 yardas en alcance y para 50 nudos en deriva.

No. de tiros	Alcance Corto Yardas	Deriva Izquierda Yardas
1	200	90
2	150	95
3	100	95
4	150	85
5	100	75
6	50	70
Errores medios desde el pie de la perpendicular que pasa por el centro del blanco.	$6\overline{)750}$ 125 yardas corto	$6\overline{)510}$ 85 yardas izquierda

El error en alcance debido al hecho de que el punto de mira está en el centro de la fama y no en la línea de agua del blanco es la corrección que se debe aplicar a la distancia observada desde el pié de la perpendicular antes dicha con el objeto de referirla al punto P como origen. Por medio de la columna correspondiente de la tabla de tiro. (Lo que cambia, en altura, el impacto por una variación de $\pm$ 100 yardas en la graduación del alza) esta corrección será para nuestro ejemplo $12 \times \frac{100}{20} = 60$ yardas.

El error en deriva introducido intencionalmente con el objeto de evitar que el blanco se rompa, poniendo una deriva dada en la graduación correspondiente del alza, será, usando la columna correspondiente de la tabla de tiro. (Deriva por movimiento lateral del blanco perpendicular a la línea de tiro y a una velocidad de 12 nudos) $(50 - 38) \frac{65}{12} = 65$ yardas izquierda.

Ahora para reducir los errores observados a su valor exacto bajo condiciones magistrales, procederemos como sigue:

Temperatura de la pólvora es 4° mayor que la magistral (90°F), por consiguiente la velocidad inicial será $4 \times \frac{35}{10} = 14$ pies segundos mayor que la magistral. Usando la tabla correspondiente, el multiplicador para la columna de la tabla de tiro (variación de la velocidad inicial debida a una variación de $\pm$ X° en la temperatura de la pólvora) sería + 0.18.

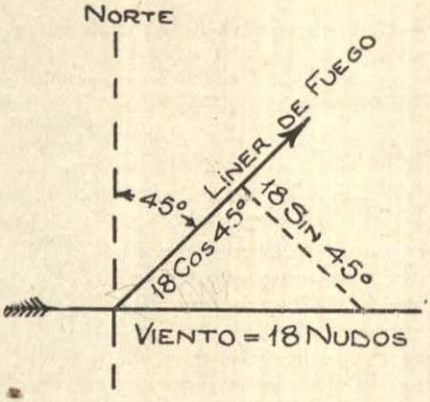


FIG Nº 3

Por consiguiente tendremos [usando las tablas de estima para resolver las fuerzas del viento]:

Causa de error	Afecta:	Formulas	Alcance		Deriva	
			Corto Yardas	Largo Yardas	Derecha. Yardas	Izquierda. Yardas
Viento	Alcance	$18 \cos 45° \times \frac{17}{12} = \frac{12.7 \times 17}{12}$		18.0		
	Deriva	$18 \text{ sen } 45° \times \frac{8}{12} = \frac{12.7 \times 8}{12}$			8.5	
ío	Alcance	$5 \times \frac{39}{10}$	19.5			
Atmosfera	Alcance	0.18×136		24.5		
Velocidad	Alcance	$14 \times \frac{229}{50}$		64.1		
Altura del centro del blanco	Alcance	$12 \times \frac{100}{20}$		60.0		
Deriva intencional	Deriva	$12 \times \frac{65}{12}$				65.0
			19.5	166.6	8.5	65.0
Errores referidos al punto *P* como origen y para condiciones magistrales.....				19.5		8.5
				147.1 largo		56.5 izquierda

Distancia observada al blanco, en alcance.	125.0 yardas corto
Error (donde el tiro hubiera caído).....	147.1 yardas largo
Error medio exacto en alcance bajo condiciones magistrales.....	272.1 yardas corto
Distancia observada desde la línea de tiro q' pasa por el centro del blanco, en deriva.	= 85.0 yardas izquierda
Error (donde el tiro hubiera caído).....	= 56.5 yardas izquierda
Error medio exacto en deriva bajo condiciones magistrales.....	28.5 yardas izquierda

Esto quiere decir que, bajo condiciones magistrales, el punto medio de impactos de este cañón queda 272.1 yardas corto y 28.5 yardas a la izquierda del punto de caída (*P*) de la trayectoria perfecta que va del cañón y pasa por el centro del blanco. Necesitamos pues, ajustar las escalas del alza de modo que la trayectoria media actual del cañón coincida con la trayectoria perfecta del mismo; esto es, cambiar el punto medio de impactos del cañón de modo que quede en su posición teórica conveniente, esto es, en el punto *P*. Para hacer esto nosotros:

1—Giraremos el alza en alcance hasta que el puntero marque 8272.1 yardas. Giraremos en seguida la corredera de modo que el puntero quede marcando 8000 yardas. Entonces se asegura la tuerca en esta posición.

2—Por la columna correspondiente de la tabla de tiro, veremos que 28.5 yardas de deriva a 8000 yardas de alcance corresponde un movimiento de $28.5 \times \frac{12}{65} = 5.3$ nudos de la escala de deriva del alza.

Por consiguiente se pondrá una deriva de 55.3 nudos en el alza. Después se moverá la corredera de modo que el puntero marque 50 nudos, y entonces se asegurará la tuerca en esta posición.

Para poner las alzas preparatoriamente para ajustar las escalas, dando los errores medios exactos, podremos seguir las siguientes reglas:

En alcance

Si el error es "corto" súmese a la distancia magistral.
Si el error es "largo" réstese de la distancia magistral.

— Deriva —

Si el error es "derecha" réstese su equivalente en nudos de 50.
Si el error es "izquierda" súmese a 50 su equivalente en nudos.

Cuando se haya terminado el proceso anterior, el cañón disparará, bajo condiciones magistrales, en tal forma que el punto medio de impacto caerá en *P*.

Con las alzas arregladas como se ha dicho, bajo condiciones magistrales, el tiro debe caer a la distancia y con la deriva dada en el alza; esto es, todos los tiros en el punto medio de impactos. Cualquier variación en las condiciones magistrales causará errores que están indicados para tales variaciones en las tablas de tiro; y estos errores pueden ser fácilmente notados por el *spotter*. Desde luego si se toma literalmente lo que decimos, significa que se han eliminado todos los errores del cañón, y que todos los tiros disparados por él bajo las mismas condiciones caerán en el mismo sitio que es el punto medio de impacto para esas condiciones. Sin embargo es imposible que esto se verifique nunca, debido primeramente a los errores inherentes al cañón, y segundo a las inexactitudes imposibles de evitar en la calibración. Si ésta ha sido bien hecha, el resultado se acercará en lo humanamente posible a esa muy deseable y perfecta condición.

Dispersión media.—Si se halla para cada proyectil disparado, la distancia de su punto de caída al punto medio de impactos, y se toma la media aritmética de esas distancias, tendremos una magnitud que se llama la "dispersión media del punto medio de impactos". Es deseable conocer este dato porque da una idea de la exactitud y de la consistencia del tiro de la pieza. Por ejemplo, un cañón de una batería puede tener su punto medio de impactos con referencia a cierto blanco a una distancia, por ejemplo, de 100 yardas largo y 25 yardas a la derecha; pero todos sus proyectiles pueden caer, por ejemplo, a una distancia media de 10 yardas solamente del punto medio de impactos; esto es, que sus proyectiles quedarán bien agrupados al rededor del punto medio de impactos. Su dispersión media del punto medio de impacto es pequeña, y entonces es un buen cañón; pues el *spotter* podrá fácilmente llevar el proyectil a que caiga en el blanco, y cuando haya hecho estos todos los tiros caerán ahí.

Si, por el contrario, con otro cañón, el punto medio de impactos está, por ejemplo, solamente 10 yardas largo y 10 yardas a la derecha del blanco, pero la dispersión media del punto medio de impactos es, por ejemplo, 75 yardas, los tiros caerán todos separados, el *spotter* tendrá dificultad en trasladar el punto medio de impacto hasta ponerlo en el blanco y en conservarlo así, y después que haya hecho esto, el porcentaje de blancos será mucho menor que con el primer cañón. Comparando los dos cañones, diríamos que el segundo es malo comparado con el primero.

Lo que puede hacer el spotter.—Todo lo que el *spotter* puede esperar hacer, con un cañón solo, es poner en el blanco el punto medio de impacto y mantenerlo ahí; entonces si el cañón dispara

seguido hará el mayor número posible de blancos. Si, sin embargo, el cañón no tira seguido, no hay nada que pueda hacerse para incrementar el número de blancos; el *spotter* estará haciendo simplemente lo mejor que puede para sacar provecho de una arma inferior. Similarmente, en tiro de salva, en el cual el *spotter* trata de llevar el punto medio de impactos de todos los cañones (esto es, el punto medio de impactos de todos los puntos medios de impactos de cada cañón) al centro del blanco y mantenerlo ahí. Después de haber hecho esto, el resultado depende de la dispersión media de cada cañón con referencia a su propio punto medio de impactos, y de la inexactitud con que el trabajo de calibración ha hecho coincidir los puntos medios de impactos para una misma graduación del alza.

Como un ejemplo de la dispersión media del punto medio de impactos, determinaremos ahora esta cantidad para un cañón de 12 pulgadas ya calibrado.

	En alcance			En deriva		
Numero del tiro	Caída con relación al blanco. Corto o largo Yardas.	Posición del punto medio de impactos, con relación al blanco. Corto o largo Yardas.	Variación de cada tiro con respecto al punto medio de impactos. Corto o largo Yardas.	Caída con relación al blanco. Derecha o izquierda. Yardas.	Posición del punto medio de impactos con relación al blanco. Derecha o izquierda. Yardas.	Variación de cada tiro con respecto al punto medio de impactos. Derecha o izquierda. Yardas.
1	200 corto	125 corto	75 corto	90 izquierda	85 izquierda	5 izquierda
2	150 „	125 „	25 „	95 „	85 „	10 „
3	100 „	125 „	25 largo	95 „	85 „	10 „
4	150 „	125 „	25 corto	85 „	85 „	0 „
5	100 „	125 „	25 largo	75 „	85 „	10 derecha
6	50 „	125 „	75 „	70 „	85 „	15 „
			6 | 250 / 41.7 yardas en alcance			6 | 50 / 8.3 yardas en deriva

Por consiguiente la dispersión media del punto medio de impactos en este cañón es:

En alcance..... 42 yardas
En deriva..... 8 yardas

Punto medio de impactos y dispersión media.—Nótese que al buscar la posición del punto medio de impactos hemos combinado los errores de varios tiros con sus propios signos algebraicos, porque estábamos buscando el centro de gravedad matemático del grupo de puntos de caída; pero al computar la dispersión media del punto medio de impactos buscamos simplemente la distancia promedio a la cual cae el proyectil con respecto a ese punto, sin tener en cuenta la dirección; así pues, descartamos los signos algebraicos y tomamos simplemente la media aritmética. Debe notarse que todas las correcciones aplicadas a los datos originales cambian todos los disparos del mismo modo, y por consiguiente no cambia su posición *relativamente de uno a otro.* Podemos pues, buscar la dispersión usando los datos originales antes de corregirlos, como se ha hecho antes. O podremos corregir separadamente cada tiro y entonces buscar la dispersión en el resultado, pero el primer método es desde luego el más corto y sencillo. Las correcciones hechas a los datos originales cambian, desde luego, las posiciones del tiro relativamente a cualquier punto fijo exterior, como, por ejemplo, el blanco o el punto *P*, y por tanto tendremos el proceso previamente empleado para encontrar los errores etc.

III

Calibración de la batería de un buque

Razones para calibrar la batería.—En el capítulo precedente hemos visto cómo se calibra y ajusta el alza de un cañón de tal modo que, tanto como lo permiten los errores inherentes a la pieza etc,

permita dispararlo, en condiciones magistrales, conforme indique el alza. Se dijo ya que no es posible hacer esto con absoluta exactitud. Si así fuese, podríamos ajustar las alzas de cada cañón de la batería separadamente, y entonces, si estuviesen todas mecánicamente iguales en ajuste, tendríamos que todos los tiros de cada cañón caerían en su punto medio de impactos (dentro de los límites de los errores inherentes), y los puntos medios de impactos de todos los cañones serían los mismos. Sin embargo, el punto medio de impactos de los diferentes cañones no coincide, si se sigue este método, y por tanto, todos los tiros de cualquier cañón no caerán en su punto medio de impactos. Algunas observaciones se hicieron en el anterior capítulo relativas a la necesidad de calibrar los cañones de tal modo que los disparos de todos ellos cayeran agrupados siempre que sus alzas se graduaran convenientemente, y, desde luego, esto es más importante que calibrarlos de modo que coincidan, en condiciones magistrales, el alcance verdadero y el de la agrupación del alza. Las condiciones casi nunca son magistrales durante el fuego, y aunque ellas fueran hay muchos otros factores que impiden la coincidencia del alcance verdadero con la distancia del alza. Pero si los puntos medios de impactos de los diferentes cañones pueden coincidir para la misma graduación del alza, entonces cualquier variación del punto resultante con respecto al blanco (esto es la diferencia entre el alcance verdadero y la distancia que marca el alza) podrá ser fácilmente observada por el *spotter*. Esto significa que si las salvas están bien agrupadas el *spotter* podrá controlar el fuego con buen resultado, pero si los tiros caen separados no podrá. Vamos ahora a ver cómo se procede para que todos los cañones de una batería puedan disparar juntos en buenas condiciones.

Cañón magistral.—Habiendo calibrado cada cañón separadamente, como se ha descrito en el capítulo I, procederemos a seleccionar un cañón como "cañón magistral", con cuyo tiro nos proponemos hacer que todos los demás se conformen, teniendo en cuenta que lo hecho por cualquiera de los cañones individualmente, es suficientemente bueno como para justificar esa preferencia. Por lo que hemos visto en el capítulo anterior seleccionaremos naturalmente uno cuya dispersión media del punto medio de impactos sea pequeña, esto es, uno que agrupe sus tiros; y, siendo las cosas iguales, si tenemos uno cuyas alzas están casi ajustadas, lo usaremos sin cambiar ese ajuste. Cualquier cañón puede desde luego escogerse

como magistral, y hacer que las alzas de los otros correspondan con él, pero, como una cosa de sentido común, debemos guiarnos por las consideraciones anteriores. Si no hubiera un cañón suficientemente exacto, o si ninguno tiene su alza suficientemente bien ajustada como para justificar el que se le escoja como cañón magistral, entonces tendremos que corregir todos los cañones con respecto al punto medio de impactos. El método práctico para hacer que se correspondan las alzas de un cierto número de cañones, se verá por el siguiente ejemplo:

Problema de calibración.—Los resultados de la calibración individual de una batería de ocho cañones de 12 pulgadas ($V = 2900$ p. s; $w = 870$ libras; $c = 0{,}61$) a una distancia verdadera de 8000 yardas; fueron como sigue:

Número del cañón	Verdaderos errores medios en condiciones magistrales — Yardas —			
	En alcance		En deriva	
	Corto	Largo	Derecha	Izquierda
1	100	—	—	15
2	75	—	20	—
3	—	40	15	—
4	—	90	10	—
5	80	—	—	15
6	25	—	—	20
7	5	—	5	—
8	—	125	—	20

Se desea calibrar la anterior batería.

De un exámen de los resultados anteriores, deducimos que los ocho cañones son igualmente buenos, en ausencia de datos que prueben lo contrario. Escogeremos, pues, el Nº 7 como cañón magistral; y, como su alza está muy poco fuera de ajuste, la dejaremos así y pondremos las de los otros cañones de modo que se correspondan con ella.

El trabajo, que se explica mejor en forma tabular, será (todos los cañones se dispararon con las alzas en 8000 yardas como alcance y 50 nudos de deriva):

Número del cañón	Con referencia al cañón magistral, cada cañón disparó:			Para hacer corresponder todas las alzas, se ponen en cada cañon como sigue:	
	En alcance Yardas	En deriva		En alcance Yardas	En deriva Yardas
		Yardas	Nudos (1)		
1.....	95 corto	20 izquierda	3.7 izquierda	8095	53.7
2.....	70 corto	15 derecha	2.8 derecha	8070	47.2
3.....	45 largo	10 derecha	1.9 derecha	7995	48.1
4.....	95 largo	5 derecha	1.0 derecha	7905	49.0
5.....	75 corto	20 izquierda	3.7 izquierda	8075	53.7
6.....	20 corto	25 „	4.6 „	8020	54.6
7.....	Magistral	Magistral	Magistral	Magistral	Magistral
8.....	130 largo	25 izquierda	4.6 izquierda	7870	54.6

(1) En la tabla de tiro del cañón de 12 pulgadas, a 8000 yardas, una yarda en deriva corresponde a $\frac{12}{65}$ nudos en la escala de deriva del alza.

Después que las alzas se hayan puesto como indican las dos últimas columnas de la tabla anterior, se mueven las escalas bajo los punteros hasta que los punteros queden a la altura de la marca que señala 8.000 yardas en alcance y la marca de 50 nudos en deriva en cada caso, y entonces se ajustan las tuercas de modo que las escalas queden en esas posiciones.

(Nota del Traductor.—En todo lo que se refiere a alzas en su parte mecánica hay que recordar que las alzas americanas no son exactamente iguales a las nuestras; pero el arreglo de estas no necesita indicarse porque es tan fácil como el de los americanos. También al hablar de ciertas "columnas de la tabla de tiro" se tendrá en cuenta que en las nuestras no existen esas columnas; pero como, conociendo las fórmulas, no hay dificultad en calcularlas, todo lo dicho es aplicable a nuestros cañones).

Entonces quedan calibrados los cañones para disparar como uno solo (en salva). Debe notarse que, teóricamente, debiéramos haber puesto las escalas de alcance para las 5 yardas corto en alcan-

ce y las escalas de deriva para las 5 yardas en deriva del cañón magistral, con el objeto de proceder correctamente; pero, como las divisiones del alza son para incrementos de 50 yardas en alcance, solamente, es impracticable querer poner menos en alcance. Sería bueno, acaso, ajustar cada escala de deriva para 51 nudos en lugar de 50, de modo a tener en cuenta las 5 yardas de deriva del cañón magistral.

Diferentes baterías.—Cuando deseemos calibrar la batería de un buque en que hayan cañones de diferentes calibres, calibraremos cada calibre por sí mismo, como se ha descrito.

La diferencia entre los puntos medios de impactos de los cañones magistrales de los varios calibres, será la diferencia entre los centros de impactos de las salvas de los varios calibres, y esto se debe permitir al hacer fuego con todos los cañones juntos. Tratar de calibrar las alzas de todos los calibres juntos, por medio de un reajuste de las escalas de las alzas, no sería prudente; puesto que si ellas pueden ajustarse de tal modo que puedan los cañones disparar juntos a cierta distancia no lo harán así a cualquiera otra. Por consiguiente el único sistema práctico es determinar el error de cada calibre a la distancia dada y aplicarlo convenientemente al mandar las "distancias" a los cañones; lo que significa mandar diferentes distancias a los cañones de diferentes calibres, de tal modo relacionados, que los resultados sean agrupar los puntos medios de impactos de los varios calibres a la distancia en uso. Tanto como sea posible, estas diferencias en distancias deben ser tabuladas para diferentes alcances.

Como el sistema de control del fuego está arreglado, en general, para permitir el control de cada batería del mismo calibre independientemente de las otras, este método no presenta otra dificultad que un poquito de cuidado de parte del grupo de *spotters*.

Como ejemplo, supongamos un buque con una batería mixta de cañones de 7, 8 y 12 pulgadas; que cada uno de estos calibres ha sido calibrado a 8.000 yardas; y han tenido el punto medio de impacto de sus salvas localizado con referencia al blanco, como sigue:

Batería de 7"	——	100 yardas largo	3 nudos derecha
Batería de 8"	——	50 yardas corto	3 nudos izquierda
Batería de 12"	——	150 yardas largo	2 nudos izquierda

Entonces si deseamos disparar salvas con toda la batería de un costado, las distancias y derivas, para 8000 yardas de distancia verdadera, se mandarán a los cañones como sigue:

a los de 7"	——	7900 yardas	47 nudos de deriva
a los de 8"	——	8050 yardas	53 nudos de deriva
a los de 12"	——	7850 yardas	52 nudos de deriva

FIN

Sobre el empleo de la radiotelegrafia

En el arreglo de los cronómetros y en la determinación de la longitud.

(*Datos de recientes experiencias francesas*)

Traducido de la "Rivista Marittima" por el Alférez de Fragata José R. Alzamora.

Por el Teniente de Navío R. Carisio.

Desde que la radiotelegrafía entró en el campo de las aplicaciones prácticas, los astrónomos, geodestas y navegantes, se dieron cuenta inmediatamente de los grandes servicios que podría prestar para la trasmisión de la hora de un dado meridiano, y por consiguiente, para la determinación de la longitud.

Esta determinación, como es universalmente sabido, requiere el conocimiento *simultáneo* de la hora local y de la hora de un meridiano de referencia elegido como origen de las longitudes, y que para la mayor parte de las naciones civilizadas, es el meridiano que cruza por el centro del gran instrumento de pasajes del observatorio de Greenwich.

La hora local puede ser determinada con facilidad en cualquier lugar de la tierra mediante la observación de los astros (medida de alturas o diferencias de alturas, de azimutes o diferencia de azimutes, etc.)

Por el contrario, el conocimiento de la hora del meridiano de Greenwich, ha constituído hasta ahora, un problema delicado, de solución, a menudo, difícil y complicada, sujeta también a errores notables. En el mar el problema ha sido resuelto, trasportando so-

bre la nave, cronómetros que se trata de mantener arreglados al tiempo de Greenwich. Esta regulación, hasta ahora pocos años, no era posible sino en tierra, en lugares de longitud conocida, mediante observaciones de los astros, o, también, mediante señales de tiempo (tiros de cañón, arriadas de pabellones, o por cualquier señal luminosa, etc.) En tierra, para los fines de la Astronomía y de la Geodesia, abandonados los viejos métodos (ascensiones rectas de la luna, distancias lunares, ocultaciones de estrellas, etc.) que permitían alcanzar un grado de precisión bastante limitado, era necesario unir el lugar cuya longitud se deseaba determinar, por medio de un hilo telegráfico, con otro lugar puesto en comunicación con el meridiano fundamental, o, más generalmente, con un lugar de longitud conocida, desde el cual se trasmitía telegráficamente la hora del primer meridiano. Este método, aunque permitiese alcanzar un alto grado de precisión, era como fácilmente se comprenderá complicado y costoso.

Los rápidos progresos de la radiotelegrafía, hicieron esperar que ella pudiera ser conveniente y ventajosamente empleada en la trasmisión a distancia, de la hora de un meridiano cualquiera.

Que esas esperanzas fueron fundadas, nos lo proponemos demostrar aquí, exponiendo los estudios y experiencias que al respecto han sido llevadas a cabo recientemente.

Los primeros experimentos fueron realizados en los años 1904-1905 por el profesor Helmert, Presidente de la Asociación Geodética Internacional de Postdam, el cual pensó registrar las trasmisiones radiotelegráficas por medio de cronógrafos ordinarios.

El método, sin embargo, llevaba errores cuya determinación aparecía difícil y complicada; pero una genial idea, debida a Claude y a Driencourt, ha permitido evitar estos errores y ha hecho posible, con gran precisión, la comparación a distancia de los cronómetros mediante la radiotelegrafía. Desde entonces la Francia se puso a la cabeza de este género de estudios, alcanzando resultados definitivamente admirables.

Los datos que vamos a referir son, por consiguiente, tomados, casi enteramente, de las publicaciones francesas debidas a Claude, Driencourt, Ferrié, Rénan, Bourgeois, etc., y, por último, de la publicación de la Oficina de Longitudes de Francia, titulada: *Recepción de señales radiotelegráficas trasmitidas por la Torre Eiffel.*

I.—Señales horarias y su precisión

La organización del servicio de trasmisión de las señales horarias por medio de la radiotelegrafía se debe a las iniciativas de H. Poincaré, Bouquet de la Grie y Guyou, los cuales consiguieron,

para ese objeto, la participación del Observatorio de París y de la estación radiotelegráfica de la torre Eiffel. El nuevo servicio comenzó a funcionar regularmente a principios del año 1910.

Para estas señales se emplea una longitud de onda de 2200 metros con una energía de 35 kilowats. Las señales trasmitidas han sido recibidas de noche, en circunstancias favorables, hasta una distancia de 5200 kilómetros.

Dada la elevada intensidad de la corriente, el manipulador, (con contacto de mercurio) en lugar de ser maniobrado a mano, lo es por medio de un circuito auxiliar que contiene una pila, un manipulador común Morse y un electroimán, el que excitándose atrae su armadura y cierra el circuito principal.

Tratándose de enviar señales en un instante determinado, el manipulador Morse, en lugar de maniobrarse a mano, lo es, a su vez, por el péndulo del observatorio el que puede arreglarse diariamente para indicar la hora de Greenwich. Este péndulo, con sus oscilaciones, cierra un segundo circuito auxiliar también compuesto de una pila y de un electroimán. Este segundo circuito auxiliar, en apariencia inútil, se ha hecho necesario por la circunstancia de que la corriente del primero, siendo demasiado intensa, podría dañar el péndulo al abrir y cerrar el circuito.

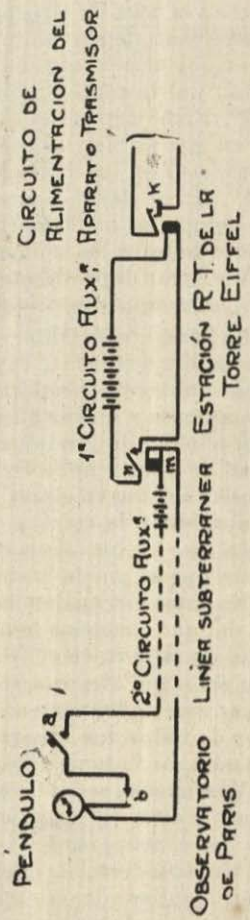


Fig. N° 1

La Fig. 1 muestra, en esquema, la instalación usada en París.

El funcionamiento es evidente. Si en el momento oportuno se cierra el interruptor *a*, el péndulo, al oscilar, cierra el contacto *b* por un tiempo de cerca de 1/5 de segundo. El electroimán *m* atraerá la armadura *n* cerrando el primer circuito auxiliar; el electroimán *h* cierra el contacto a mercurio *k*, y en definitiva, se produce una serie de chispas de una duración igual a aquella por la que ha permanecido cerrado el contacto *b*.

Las señales horarias van precedidas de señales de advertencia

o atención, hechas a mano, por el astrónomo de servicio, por medio del interruptor *a*.

Si un observador provisto de un aparato de recepción, escucha con el receptor telefónico, las señales horarias trasmitidas, mientras que al mismo tiempo sigue los batidos de su propio cronómetro, podrá obtener, con gran facilidad, el estado absoluto con respecto a la hora de Greenwich, a menos de un error total dependiente de varias causas que son:

1º. Error de la hora del péndulo, que trasmite las señales, con respecto a la hora de Greenwich.

2º. Error dependiente del tiempo que trascurre entre el instante en que el péndulo indica la hora establecida para el envío de la señal, y el instante en que se cierra el contacto *b*.

3º. Error dependiente del tiempo que trascurre entre el instante en que se cierra el contacto *b* y aquél en que se producen las chispas, esto es, las ondas hertzianas.

4º. Error dependiente del tiempo que trascurre entre el instante en que las ondas hertzianas se emiten, y aquél en que el observador percibe las señales en el receptor telefónico.

5º. Error dependiente de la mala apreciación de la hora exacta del cronómetro, en el instante en que se percibe la señal horaria.

La hora, en los Observatorios, se conserva por medio de péndulos de alta precisión, cuyas marchas deben ser estudiadas exactamente para que permitan calcular, por extrapolación, la hora correspondiente a un instante cualquiera. La exactitud de ésta depende del número de péndulos de que disponga el Observatorio, de la bondad de ellos y de la frecuencia con que puedan llevarse a cabo las observaciones estelares necesarias para determinar, ya sea el estado absoluto o la marcha diurna del péndulo mismo. En París, especialmente en los meses de invierno, no es raro el que pasen 15 días sin que se pueda llevar a cabo observaciones de estrellas.

En estas circunstancias, según lo afirma el comandante G. Ferrié, del que tomamos la mayor parte de estas noticias, el conocimiento de la hora en el Observatorio de París, puede estar afectado de un error que llegaría alcanzar el valor de un segundo (1). Para atenuar este inconveniente, se ha pensado en utilizar las observaciones de todos los observatorios franceses, los cuales concurren, así, a mejorar la hora del Observatorio de París.

Veremos en seguida, a propósito de las señales rítmicas, cómo es posible esto con gran facilidad. Del mismo modo, se comprende, cómo con el concurso de varios Observatorios, el período de extrapolación de las marchas del péndulo, sea, en general, de un pequeño número de días, de tal manera, que, siempre con la opinión de Ferrié, se puede suponer que el error de la hora no supera al valor de *una o dos décimas de segundo*.

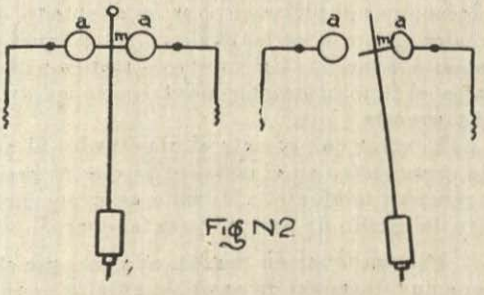
El instante en que se trasmite una señal es siempre un número exacto de minutos, ($23^h.—45^m.$, $23^h.—47^m.$ etc.), que corresponde,

evidentemente a una *batida* del péndulo. Ahora, la separación entre la batida del péndulo y el instante en que se cierra el contacto *b*, depende del sistema usado para obtener el contacto.

El sistema mejor para alcanzar este objeto, parece ser el siguiente:

La varilla del péndulo lleva, trasversalmente, una barreta de plata *m*, aislada convenientemente del metal de la varilla misma.

Lateralmente a ella se disponen dos hilos circulares de plata unidos metalicamente al circuito auxiliar.



Como lo muestra el esquema, (Fig. 2), todas las veces que el péndulo pasa por la vertical, el circuito se cierra durante un instante, abriéndose apenas la varilla se aleja de la vertical. Los hilos *a* de plata son elásticos y pueden ser acercados o alejados por medio de tornillos micrométricos, con los que se podrá regular la duración del contacto.

Según otro sistema (Fig. 3), casi al término de la oscilación, viene a hacer apoyar una barreta transversal, construída de sustancia aisladora y fijada a la varilla, contra una laminita flexible de plata *a'*, que viene a apoyarse, de este modo, sobre el contacto *b* cerrando el circuito. La duración del contacto se regula con tornillos micrométricos que aproximan o alejan la lámina *a* de la varilla del péndulo.

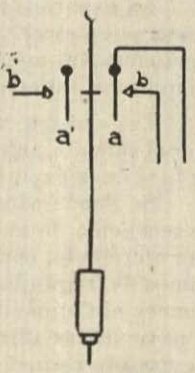


Fig. 3

Este sistema presenta la ventaja de que se puede obtener un contacto a cada oscilación simple, ya sea que el circuito esté unido solamente con *a* y *b* o también con *a'* y *b'*. Además, este segundo sistema presenta la ventaja de que el contacto tiene lugar en la máxima digresión del péndulo de la vertical, o sea, cuando se oye el rumor producido por el escape, en cuyo instante el reló marca el segundo exacto.

En estas condiciones, si se introduce en el circuito una pila y un electroimán, a cada contacto, la armadura de éste se ve atraída y produce un ruido seco al chocar contra el núcleo. Se ve, pues, que es posible regular el contacto de modo de oír, simultaneamente, la batida del péndulo y el ruido de la armadura.

Sin embargo, esta regulación no lleva, todavía, gran precisión

en sí, desde que el error restante no parece poder ser determinado convenientemente. Observaremos, no obstante, que este error es en realidad muy pequeño, como se ha deducido por los intentos de medición llevados a cabo por medio del electroimán de un cronógrafo.

Para las señales horarias el tipo de contacto usado es el segundo, puesto que con el primer tipo, el instante del contacto no coincide con la batida del péndulo, en cuyo caso se impone la medida exacta del intervalo para tener en cuenta la hora del cronómetro para el instante correspondiente a la señal horaria. Por tales consideraciones el primer tipo se ha adoptado, de preferencia, para las señales rítmicas, en las cuales, como se verá dentro de breve, no se necesita la medida del intervalo mencionado, mientras que por otra parte el funcionamiento eléctrico es mejor y la regulación más fácil y precisa.

El error que comete el observador al apreciar la hora del propio cronómetro en el instante en que se percibe la señal horaria en el receptor telefónico, depende, en gran parte, de la práctica y también del grado de aptitud para tal operación.

Precisa tener en cuenta, además, que el sonido que se percibe tiene una duración de cerca de un quinto de segundo, mientras que la hora señalada corresponde a la iniciación de tal sonido, de modo que es necesario admitir que la evaluación de la fracción de segundo, correspondiente a la señal horaria, depende también de la duración de la señal misma.

La experiencia ha mostrado que es bastante fácil, aún para personas poco ejercitadas, apreciar la hora del cronómetro, con una aproximación menor que un segundo, pero que para observadores ejercitados tal error raramente sobrepasa $\pm$ 0.2 de segundo.

Los errores, hasta ahora considerados, no pueden ser medidos por el cálculo, pudiendo, solamente, ser apreciados *a posteriori* con la base de la experiencia o simplemente por hipótesis.

Se puede admitir, por lo tanto, que por efecto de tales errores, la recepción de una señal horaria puede ser hecha, por un observador ejercitado, con un error medio que girará en torno de dos décimos de segundo, y al cual suponemos unido el error con que se conoce el tiempo de Greenwich en el Observatorio de París, y que a pesar de las afirmaciones del comandante Ferrié, no lo suponemos demasiado pequeño.

Consideremos, por último, los errores 3 y 4, los cuales, como veremos, pueden ser medidos y calculados de modo de tenerlos en cuenta en la trasmisión de la señal horaria. Tales errores, como hemos dicho, comprenden todos los retardos que se verifican desde el instante en que el péndulo cierra el contacto y aquél en que el oído del observador percibe la señal horaria.

Estos retardos son debidos a la inercia mecánica y eléctrica de los diversos aparatos interpuestos, y comprenden:

—El retardo de cierre del primer circuito.

—El retardo de cierre del contacto a mercurio.

—El tiempo necesario para que la corriente del circuito de alimentación, produzca en el condensador la diferencia de potencial necesaria para la producción de la chispa.

—El tiempo necesario para la propagación de las ondas desde el lugar de emisión al lugar de recepción.

—El retardo entre el instante en que la onda hertziana llega a la antena de recepción y aquél en que se percibe en el receptor telefónico.

De todos estos retardos ya sabemos que, en nuestro caso, es perfectamente sin importancia, el debido a la velocidad de propagación de las ondas hertzianas, las cuales recorren 3.000 kilómetros en un centésimo de segundo. Por otra parte, los medios modernos permiten medir facilmente la suma de todos los retardos mencionados, con el método llamado de las *coincidencias*, método extremadamente ingenioso, del cual vale la pena dar una explicación un poco detallada.

El método de las coincidencias, hace tiempo empleado para comparar entre sí dos péndulos o dos cronómetros colocados uno en las proximidades del otro (comparación entre péndulos o cronómetros sidéreos y péndulos o cronómetros medios), ha sido extendido con éxito, por los señores Claude y Driencourt, a la comparación de péndulos o cronómetros colocados en dos lugares cualesquiera pero unidos por una línea telefónica.

Este método no es, en sustancia, sino una aplicación acústica del principio del vernier. Escuchando, sea directamente, sea por medio de teléfonos, las batidas de dos relós, si ellos no tienen exactamente el mismo período, se escuchará la batida de uno de ellos (que tiene período más breve), seguir inicialmente la batida del otro; después aproximarse a ella acercándose hasta alcanzarla, y en seguida, precederla alejándose otra vez.

La coincidencia exacta de las dos batidas se puede admitir que de ordinario no se verifique, pero sí que se tenga, en realidad, dos batidos que disten entre sí de una cantidad mínima E.

Ahora, si se anotan las horas de dos relós en el instante en que sus batidas distan una cantidad mínima, es fácil determinar el error máximo de que resulta afectada la comparación de los dos relós.

En efecto, si el período del reló B es, en general, más largo o más corto en una cantidad $\frac{1}{n}$ que el del reló A, es decir, que si se tiene:

$$T_B = T_A \left(1 \pm \frac{1}{n} \right)$$

la separación E de las dos batidas, que parecen coincidir, es como máximo $\frac{T_1}{2n}$.

Se ve, pues, que teoricamente, la precisión en tales comparaciones puede alcanzar un grado bastante elevado cuanto mayor sea n. En la práctica, no obstante, tal precisión se halla rapidamente limitada, y apenas n se hace grande, la observación de la coincidencia se torna difícil, especialmente si la duración de las batidas no es una cantidad sin importancia, porque se perciben varias batidas consecutivas que parecen coincidir y no se sabe cual de ellas elegir como instante de comparación.

Otras de las causas que influyen sobre la precisión con que se aprecia una coincidencia de batidas, son, especialmente, la desigual intensidad de los dos sonidos, la diversidad de timbre y de tono, etc. Todos estos inconvenientes han sido en la práctica brillantemente combatidos y eliminados, tanto que con el método que vamos a indicar se ha obtenido, no solamente, comparar dos relós entre sí con gran precisión, sino también medir, con la misma precisión, intervalos de tiempo extraordinariamente pequeños.

Expuestas estas breves nociones sobre el principio de las coincidencias, observemos cómo se ha aplicado a la medida del retardo total que se verifica en la trasmisión radiotelegráfica de las señales horarias.

En el esquema que reproducimos (Fig. 4), P_1 y P_2 son dos péndulos idénticos entre sí, e idénticos al empleado para la trasmisión de las señales horarias. Cada uno de ellos es de período de oscilación regulable mediante dispositivos convenientes, y cada uno de ellos, también, cierra en cada instante, un circuito por medio de un contacto eléctrico semejante al b usado para las señales horarias, pero de duración muy breve y regulable.

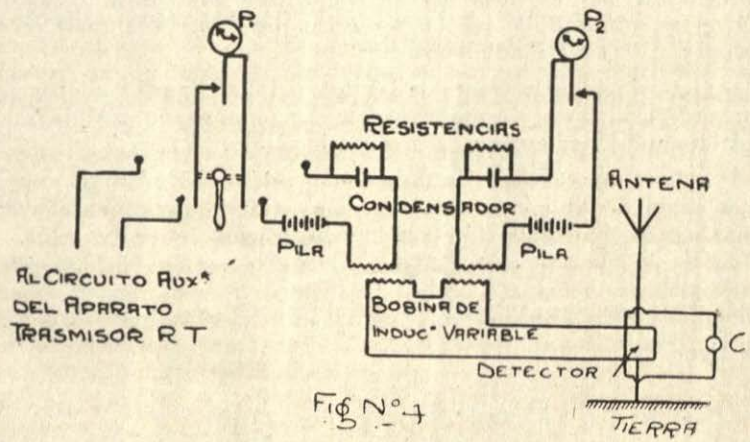


FIG N.º 4

Cada circuito comprende, (Fig. 4), una pila, un condensador de dos microfarads shuntado con una resistencia de 30.000 ohms, y, finalmente, el arrollamiento primario de una bobina de inducción, movible en el interior del secundario, de modo que puede ser más o menos introducido en el interior de la bobina misma.

El péndulo P_1, mediante un conmutador doble, puede ser intercalado a voluntad en el circuito ya descrito o en el circuito auxiliar que maniobra el manipulador de la estación radiotelegráfica.

Los arrollamientos secundarios de la bobina de inducción van directamente a unirse al mismo teléfono que sirve para la recepción radiotelegráfica y que se ha marcado con "central" o la letra C en las figuras.

A cada oscilación de los péndulos se cierran los respectivos contactos, los condensadores se cargan bruscamente y la corriente de carga genera una corriente inducida en el secundario de la bobina de inducción, por efecto de la cual se oye un sonido seco y breve en el receptor telefónico.

Dado el modo como están formados los circuitos y lo corto de ellos, puede suponerse completamente sin importancia, el intervalo de tiempo que trascurre entre el cierre del contacto y la audición del sonido. Por otra parte, este retardo es, siendo los dos circuitos idénticos, el mismo para ambos circuitos.

Los primarios de las bobinas de inducción son movibles, por lo que introduciéndolos más o menos en los secundarios, se alcanza a igualar las diferentes intensidades de los sonidos provenientes de los péndulos.

Mediante los procedimientos que examinaremos dentro de breve, se regula el período del péndulo P_2 de manera de presentar una diferencia de $\frac{1}{50}$ o $\frac{1}{100}$ de segundo, respecto al período del péndulo P_1.

Obtenido esto se maniobra el interruptor doble para introducir el péndulo P_1 en el circuito radiotelegráfico de manera que a cada oscilación de él, se produzca una chispa que se percibirá en el teléfono, por conducto de la antena radiotelegráfica.

Simultaneamente, en el mismo receptor, se oyen los batidos del péndulo P_2 por conducto de la bobina de inducción.

Regulados los sonidos de modo que tengan igual intensidad, se comienza la observación de las coincidencias, procurando obtener, con precisión, el intervalo de tiempo a que trascurre entre dos coincidencias, midiendo este intervalo en tiempo del péndulo P_1. Obtenido un valor seguro de a, a la última coincidencia que se observa se anota la hora h del péndulo P_1, e inmediatamente después, se maniobra el conmutador doble de modo que los batidos de P_1, en lugar de ser oídos como señal radiotelegráfica, y por medio de la antena, se escuchen por medio de la bobina de inducción, o sea del mismo modo como se oyen los batidos del péndulo P_2.

Si los varios circuitos radiotelegráficos no produjeran retardo alguno, la nueva coincidencia tendría lugar evidentemente a la hora $h + a$. En la práctica, sin embargo, se observa que la nueva coincidencia tiene lugar a la hora h' diferente de la $h + a$, y, en particular, que la hora h' es más pequeña que $h + a$, esto es que la coincidencia se *adelanta* si P_1 bate más rápido que P_2 y que se *atraza* si P_1 bate más lentamente que P_2; es decir que se tiene:

$$T_1 = T_2 \left[1 - \frac{1}{n} \right]$$

o también

$$T_1 = T_2 \left[1 + \frac{1}{n} \right]$$

En cualquier caso es evidente que los circuitos radiotelegráficos han causado un retardo, y también es cierto que la diferencia $(h + a) - h'$ representa el número de veces que el retardo buscado ρ contiene a la diferencia de los períodos de oscilación de los dos péndulos $T_2 - T_1$; esto es que

$$(h + a) - h' = \frac{\rho}{T_2 - T_1}$$

y por consiguiente, teniendo en cuenta los signos

$$per \; T_1 = T_2 \left(1 - \frac{1}{n} \right) \quad y \quad \rho = (h + a - h') \frac{T_1}{n - 1}$$

$$per \; T_1 = T_2 \left(1 + \frac{1}{n} \right) \quad y \quad \rho = (h' - h - a) \frac{T_1}{n + 1}$$

Esta medida se lleva a cabo exactamente en la torre Eiffel y se ha hallado que, con los actuales circuitos radiotelegráficos, y con los actuales contactos a mercurio, el retardo total entre el instante en que el péndulo trasmisor de las señales horarias, cierra el contacto b, y el instante en que el sonido producido se percibe en el teléfono, varía de 8/100 a 10/100 de segundo, cantidad que se tiene en cuenta cuotidianamente, cuando se regula el péndulo (2) a la hora de Greenwich, haciéndolo avanzar una fracción de segundo igual a ρ, de manera que se pueda suponer, en una palabra, que las señales horarias son independientes del retardo.

Todo lo que precede, supone que sea posible medir exactamente la diferencia de períodos de oscilación $T_2 - T_1$, diferencia que se hace ordinariamente igual a 1/50 o a 1/100.

Ahora se comprenderá de qué manera con instrumentos de precisión sea fácil, con dispositivos convenientes, obtener pequeñas diferencias en los períodos de oscilación de dos péndulos diferentes; no es igualmente fácil el concebir de qué modo se pueda medir exactamente estas diferencias, encontrándose, a este respecto, una cierta dosis de escepticismo.

No obstante, estas delicadísimas medidas se han hecho posibles usando, una vez más, del principio de las *coincidencias* y con dispositivos análogos a los arriba explicados, para la medida del retardo producido en los circuitos radiotelegráficos. Diremos, también, que este importante adelanto es muy reciente y que es debido a la genialidad de los señores Claude y Driencourt.

Supongamos, por ejemplo, el tener que medir la diferencia de períodos de dos péndulos *A* y *B* provistos de contactos eléctricos *a* y *b*. Se pone cada péndulo en circuito con una pila, un condensador de dos microfarads shuntado con una resistencia de cerca de 30.000 ohms y con el primario movible de una bobina de inducción variable. El secundario de la bobina se conecta en serie con un receptor telefónico.

El esquema del circuito es el indicado en la Fig 5

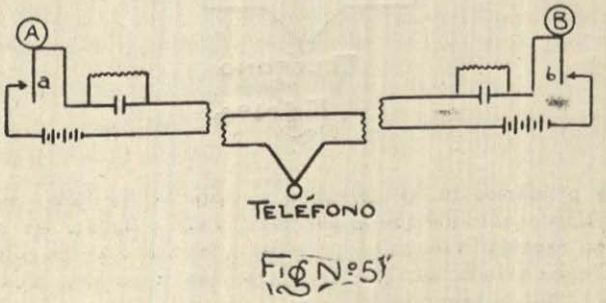


Fig N°5

Los batidos artificiales, así obtenidos, son muy breves y secos, y se pueden hacer perfectamente idénticos, maniobrando el primario movible de la bobina de inducción, esto es, introduciéndolo más o menos en la bobina.

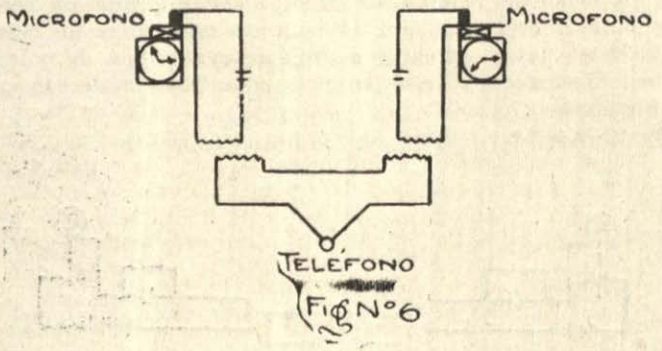
Con el dispositivo indicado es bastante fácil observar, con gran precisión, la coincidencia de los batidos. La experiencia ha mostrado que con diferencia de períodos de 1/500 de segundo, no ha lugar a la menor duda sobre el segundo en que se verifica la coincidencia. Midiendo varias veces el número de segundos comprendidos entre dos coincidencias, se halla inmediatamente la diferencia de períodos en las oscilaciones de dos péndulos.

Viceversa, si los dos péndulos son iguales a los empleados para

la medida del retardo en los circuitos radiotelegráficos, y son, por consiguiente, de período regulable, la observación de las coincidencias permite verificar con gran facilidad, después de la regulación, si la diferencia de períodos es propiamente de 1/50 o de 1/100 como se deseaba obtener.

Observemos, incidentalmente, que para comparar entre sí los períodos de oscilación de dos péndulos, no es necesario que ellos estén provistos de contactos eléctricos, puesto que la operación puede ser hecha, siempre con igual grado de precisión, del modo siguiente:

Encima de la caja de cada péndulo se colocará un micrófono intercalado en circuito con una pila y con el primario de una bobina de inducción (Fig. 6). Los secundarios de las bobinas, reunidos en serie, se unirán con un receptor telefónico.



Los primarios de las bobinas son, como se ha dicho, movibles para igualar los sonidos que se perciban, y estos deben ser secos y breves en cantidad suficiente, para permitir apreciar las coincidencias sin lugar a duda, aunque las diferencias de período alcancen el valor de 1/200 de segundo.

Los esquemas de los circuitos indicados, tomados de Ferrié, no son sino un tipo de los múltiples dispositivos adoptados. Así, por ejemplo, los señores Claude y Driencourt han ideado dispositivos con los cuales se ha llegado a comparar péndulos cuya *marcha relativa* era de un segundo al día. En tales comparaciones los batidos de los dos péndulos parecían coincidir por seis segundos consecutivos, lo que equivale a decir que el error sensible en la comparación de los dos péndulos es de 3/86.400 o sea de 1/30.000 de segundo. Los estudios y las experiencias llevadas a cabo no han sido todavía publicadas, (1914), pero lo serán dentro de breve. A nosotros nos basta haber mostrado la relativa simplicidad y precisión alcanzable en este género de medidas delicadas, y de haber, eventualmente, eliminado una injustificada desconfianza al respecto.

II.—Señales rítmicas y su precisión

Habiendo expuesto, sumariamente, algunas nociones sobre el modo como se trasmiten las señales horarias y sobre la manera como se evalúan y se miden los errores inherentes a tal sistema de trasmisión, resulta muy fácil describir los métodos de trasmisión del tiempo mediante señales rítmicas y demostrar que, con ellas, se obtiene un grado de precisión bastante mayor, empleando una vez más el principio de las coincidencias.

Describamos el método usado en la Oficina de Longitudes de París, por medio de la estación radiotelegráfica de la torre Eiffel; pero debe entenderse bien que éste no representa sino *uno de los métodos* con los cuales se puede alcanzar el objeto que se persigue.

En la estación radiotelegráfica de la torre Eiffel se ha instalado un péndulo de período regulable provisto de un contacto eléctrico. El período de oscilación se regula (ya sabemos como se hace esto facilmente) de modo que resulte de un segundo de *tiempo sidéreo* disminuído de 1/50. El péndulo cierra, a cada oscilación, un circuito auxiliar que por conducto de un segundo circuito auxiliar, maniobra el manipulador a mercurio del circuito radiotelegráfico. Todo se halla regulado de modo que a cada cierre del circuito, brota una sola chispa. A la hora designada, cerrando en momento oportuno un interruptor general, el péndulo emite una serie de 180 señales formadas de un punto único y distante, uno de otro $1^s - \frac{1^s}{50}$. La 60a. y la 120a. señales se suprimen para facilitar la numeración de las señales en el receptor.

En el Observatorio de París se ha instalado un aparato de recepción radiotelegráfica (Fig. 7), cuyo receptor telefónico está si-

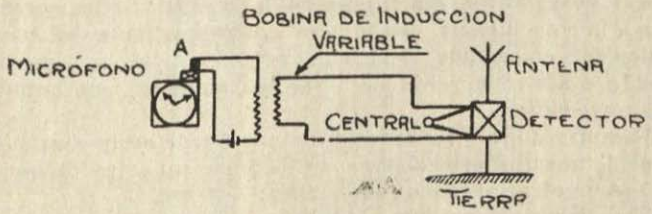


FIG N° 7

multaneamente en circuito con una bobina de inducción, cuyo primario está unido a un micrófono situado sobre la caseta del péndulo regulador A, de manera que se puedan percibir juntos los batidos de A y de las señales rítmicas, después de haber regulado convenientemente la intensidad del primero.

El astrónomo de servicio observa, durante la serie de las 180 señales rítmicas, tres coincidencias con los batidos del péndulo regulador *A* del cual se conoce el estado absoluto y la marcha diurna. Dicho observador anota las tres horas del péndulo en el instante de las coincidencias y, además, las horas correspondientes a las 60a. y 120a. señales rítmicas que faltan. Todas estas operaciones son fáciles porque los instantes a registrar son cifras redondas de segundos que se leen directamente sobre el péndulo.

Se puede, pues, calcular rapidamente el intervalo entre dos señales consecutivas y, en fin la hora de *A* correspondiente a la 1a. y 180a. señales, hora de la que se pasa a la correspondiente de Greenwich. Estos cálculos requieren pocos minutos, después de los cuales se telefonea la hora calculada de Greenwich, a la torre Eiffel.

Las señales rítmicas son hechas hacia las $11^h—30^m$ p. m. de Greenwich. A las $11^h—45^m$, $11^h—47^m$, $11^h—49^m$ la torre Eiffel trasmite las señales horarias e inmediatamente después, hace una señalación de este género;

35 12 32 *38 07 78*

lo que significa que la hora correspondiente a la 1a. señal rítmica era $11^h—35^m—12^s.32$ y la correspondiente a la 180a. señal era $11^h—38^m—07^s.78$ (tiempo medio de Greenwich).

Cualquier observador situado en el radio de acción de la torre Eiffel, siempre que disponga de un aparato receptor, puede comparar con gran facilidad su propio péndulo o cronómetro con la hora de Greenwich por medio de las señales rítmicas.

Con este fin es suficiente que disponga, sobre el propio péndulo, un micrófono uniéndolo, por conducto de una pila y de una bobina de inducción regulable, con el teléfono de recepción radiotelegráfica. De este modo se podrá percibir tres coincidencias de los batidos del péndulo con las señales rítmicas, que se habrá numerado exactamente, y se registrará, sea el número de la señal rítmica correspondiente a la coincidencia, sea la hora correspondiente del péndulo. Se calculará, en seguida, la hora del propio péndulo correspondiente a la 1a. o a la 180a. señal, hora que se comparará con la indicada por la torre Eiffel.

Pasando ahora a los errores de que puede estar afectado este sistema de trasmisión del tiempo, es fácil convencerse de que ellos se reducen unicamente a los que siguen:

1º.—Errores dependientes del conocimiento imperfecto de la hora de Greenwich en el observatorio de París.

2º.—Errores que dependen de la mala apreciación de los instantes en que las señales rítmicas coinciden con los batidos del péndulo del Observatorio de París y del péndulo del que recibe las señales.

En cuanto a todos los errores causados por los varios retardos producidos en los circuitos radiotelegráficos, no existe razón alguna

para someterlos a cálculo, porque dada la enorme velocidad de propagación de las ondas hertzianas, se puede suponer que el retardo total sea idéntico (en los límites de precisión consentidos por el método) ya sea para el astrónomo del Observatorio de París, o para cualquier otro observador situado en el radio de acción de la estación radiotelegráfica de la torre Eiffel.

En efecto, en el caso de las señales rítmicas, los sonidos que se oyen en el teléfono son *señales simultáneas* para los dos observadores, puesto que es único para ambos el aparato trasmisor, y, salvo pequeñas diferencias, son casi idénticos los aparatos de recepción, de manera que se puede suponer que ambos perciben una señal en el *mismo instante físico*.

Además, puesto que la hora trasmitida por la torre Eiffel, relativa a la 1a. y a la 180a. señal, se calcula en el Observatorio para el instante en que el astrónomo ha percibido dicha señal, y desde que cualquier observador tiene cómo calcular la hora de su propio péndulo para ese mismo instante, es claro que en la comparación de las horas, no entran de modo alguno, los retardos de los circuitos radiotelegráficos, cualesquiera que ellos sean.

En cuanto a los errores arriba indicados, hay muy poco que decir. Del conocimiento de la hora de Greenwich en el Observatorio de París, hemos hablado ya y se sabe que él depende de la mayor o menor frecuencia de las observaciones estelares, esto es, de la mayor o menor longitud del período de tiempo por el cual debe llevarse a cabo la extrapolación.

Se tiene la ventaja, sin embargo, de que todos los observatorios de la Francia pueden concurrir, y concurren efectivamente, al cálculo de la hora de la 1a. y 180a. señales rítmicas, ya que cada uno de ellos está provisto de un aparato receptor radiotelegráfico de manera que, apenas terminada la trasmisión de las señales rítmicas y hechos los breves cálculos necesarios, todos los observatorios trasmiten por teléfono o por telégrafo la hora calculada al Observatorio de París, informando, a la vez, el tiempo trascurrido desde la última observación estelar, de modo que la hora que señala la torre Eiffel puede ser hallada dando un *peso* conveniente a cada una de las horas calculadas por los demás observatorios.

Por otra parte, se debe también considerar que los errores debidos a la extrapolación se conocerán apenas sea posible una nueva observación estelar, y, por consiguiente, es posible obtener *a posteriori*, con gran aproximación, la marcha de los péndulos en el intervalo entre dos observaciones. Esto es lo que realmente se practica en los observatorios.

En las determinaciones en que se requiere gran precisión, previo consentimiento del Observatorio de París, el que cortesmente, por interés de la Ciencia, se presta a requerimientos de esta clase, se puede obtener inmediatamente y con gran exactitud las horas relativas a la 1a. y a la 180a. señales para un día cualquiera, y tam-

bién cuando la hora trasmitida por la torre Eiffel fuera sensiblemente errónea.

Teniendo, pues, en cuenta las nuevas instalaciones de péndulos, de las cuales ya hemos dicho algunas palabras, y del mayor cuidado que hoy día se tiene en la conservación del tiempo, en vista de los progresos actuales, se puede suponer que la hora relativa a las señales rítmicas, pueda ser proporcionada *directamente* por el Observatorio de París, con un error variable, según las circunstancias, pero siempre comprendido dentro de los límites de pocos centésimos de segundo.

Respecto a los errores que resultan de la mala apreciación de las coincidencias, ya que las señales rítmicas son brevísimas, dependen casi exclusivamente de la buena o mala regulación de los batidos del propio péndulo por parte del receptor, por medio de la bobina de inducción variable.

En lugar de este tipo de bobina, se puede emplear también una bobina de circuitos fijos, cuyo primario se una en serie con una resistencia variable de 0 a 200 o 300 ohms, como se indica en la Fig. 8.

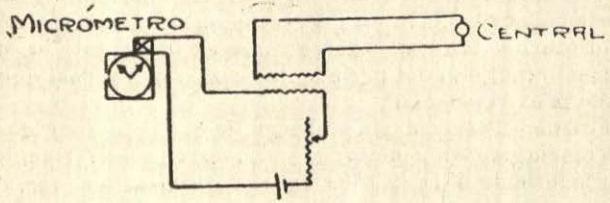


Fig N°8

El micrófono puede ser de un tipo cualquiera; los más sensibles son los primitivos de Hughes, que, sin embargo, son muy delicados para la regulación. Para la corriente del micrófono es suficiente un solo elemento de pila. En la regulación del sonido del péndulo, sea mediante la resistencia variable, sea mediante la bobina de inducción variable, es conveniente colocar el micrófono sobre la caja del péndulo buscando por tanteos la posición mejor.

Ordinariamente los péndulos tiene un batido muy poco fuerte, mientras que los cronómetros a balancín con muelle tienen un batido más fuerte y más seco que se presta mejor a la recepción por medio del micrófono.

Cuando se haya alcanzado a regular convenientemente los sonidos de los batidos del péndulo y de las señales rítmicas, se puede suponer que la apreciación de las coincidencias, aún para observadores poco ejercitados, se lleve a cabo sin duda alguna hasta que la

diferencia de período de los batidos sea de 1/50 o de 1/100 de segundo, por lo cual se puede admitir que el error resultante de tal apreciación sea de 1 o 2 centésimos de segundo.

En resumen, admitiremos que error total de la comparación de un péndulo, situado en el radio de acción de la torre Eiffel, con la hora del Observatorio de París, comparación llevada a cabo por medio de las señales rítmicas, sea del orden de pocas centésimas de segundo en circunstancias favorables y con observadores ejercitados.

Conocido así, sumariamente, el modo de recepción de las señales rítmicas, podemos, entrando en mayores detalles, examinar los métodos más convenientes en la práctica, para las observaciones y para los cálculos.

En lo que sigue nos referiremos al tipo de señales rítmicas que diariamente se trasmiten por la torre Eiffel, según las convenciones que se pueden ver en el Libro de Faros y Señales, o sea que las señales se trasmiten de noche hacia las $11^h—30^m$ de Greenwich, en número de 180; se suprime las 60a. y 120a. señales. El intervalo entre dos señales es de cerca de 49/50 de segundo de tiempo sidéreo.

Advirtamos, también, que el Observatorio de París, solicitado con tiempo, se presta a la trasmisión de señales rítmicas en horas especiales y según convenciones determinadas, diferentes de las que arriba se indican. Las normas prácticas que vamos a dar, quedan inalterables, a pesar de ello, como resultará de por sí evidente.

En cualquier caso, aunque se conozca el intervalo entre dos señales, se supone desconocido y se obtiene, ya sea pidiéndolo al Observatorio de París o también lo deduce el que recibe, *exactamente en tiempo del propio péndulo*, lo que se puede obtener muy fácilmente, como se verá después.

Esto indicado, supongamos que un observador colocado en la localidad X, situada en el radio de acción de la torre Eiffel, se propone comparar su péndulo o su cronómetro sidéreos, con la hora de Greenwich conservada en el Observatorio de París por medio de sus propios relós.

Tratándose de un péndulo es necesario trasportar los aparatos de recepción radiotelegráfica al mismo local donde esté instalado el péndulo, teniendo cuidado de aislar convenientemente la antena y de asegurar una *buena tierra*.

Tratándose de un cronómetro, éste podrá ser trasportado a la oficina radiotelegráfica, o, si ésta no es suficientemente amplia, a otro local donde el observador no sea perturbado por rumores extraños. Los aparatos receptores se dispondrán ordenadamente sobre una mesa para poder verificar las conecciones.

El micrófono se apoyará sobre el péndulo o sobre el vidrio superior del cronómetro, y el observador se colocará de modo de leer sin dificultad el uno o el otro, convenientemente iluminados.

El observador tendrá, al alcance de la mano, el detector y el teléfono así como la bobina de inducción variable (esto es, la resistencia variable), y los sistemas de comparación como veremos más adelante.

Deberá habituarse de antemano a regular sus propios aparatos de recepción radiotelegráfica para recibir las señales de la torre Eiffel, ejercitándose en esto, por medio de las señales horarias diurnas o nocturnas, las señales meteorológicas (22^h—50^m tiempo medio de Greenwich) y las señales de informaciones (8^h proximamente, tiempo medio de Greenwich).

Deberá con anticipación, igualmente, regular el circuito del micrófono procurando oír los batidos del péndulo o del cronómetro breves y secos, regulando la intensidad con la mayor o menor extracción del primario de la bobina de inducción y maniobrando convenientemente la resistencia variable. De este modo se estará preparado para la recepción de las señales rítmicas.

Esta consiste, como sabemos, en anotar la hora h del propio péndulo y el número n de las señales rítmicas que coinciden mejor con ella. Si el péndulo bate el segundo, las coincidencias observables serán tres, mientras que tratándose de un cronómetro que bate el medio segundo las coincidencias se duplican en número. Nosotros nos referiremos al primer caso, dejando al lector el cuidado de considerar las pequeñas diferencias referentes al segundo.

El procedimiento que primero se presenta a la imaginación, consiste en contar mentalmente las señales rítmicas siguiendo con la vista la manilla de segundos del péndulo, analogamente a lo que se hace cuando se comparan entre sí dos cronómetros situados el uno al lado del otro.

La experiencia ha mostrado que este sistema es absolutamente inalcanzable por las siguientes razones:

1º. Cuando se comparan dos cronómetros, uno al lado del otro, y se cuentan mentalmente los segundos de uno de ellos, quitando después la vista, es siempre posible verificar si hay error en la cuenta, dirigiendo una visual al cronómetro; ahora, esta verificación importantísima para evitar errores grandes, no es posible contando señales rítmicas.

2º. Apenas apreciada una coincidencia precisa *escribir* la hora y el número de la señal y, para esta operación, es necesario interrumpir la numeración de las señales rítmicas. Es verdad, sin embargo, que la cuenta se puede suspender con la condición de volver a llevarla después de la 60a. y 120a. señales (suprimidas); pero entonces se pierde este único medio de verificación y, por otra parte, puede suceder que el intervalo entre la coincidencia y la señal que falta sea tan pequeño, que no dé tiempo para escribir h y n y volver a tomar la numeración de las señales.

3º. Se necesita una gran práctica en las comparaciones por coin-

cidencias, para alcanzar a anotar, juntas, h y n tanto más, cuanto que no se tiene los medios de controlar frecuentemente n.

4º. Para apreciar convenientemente la coincidencia es necesario que intervenga solamente el oído. Si simultaneamente la vista sigue el movimiento de la manilla de los segundos, la apreciación de la coincidencia sufre en precisión, tanto más cuanto que el rumor de los batidos es breve y seco, el movimiento de la manilla es perezoso y la iniciación y el final de dicho movimiento se aprecian con mucha menor exactitud que con el micrófono; de tal modo, pues, que en la práctica, el sentido del oído sobreponiéndose al de la vista, lleva a fáciles errores en la lectura de los segundos.

Por todas estas razones se prefiere en la práctica, dividir en dos estas operaciones para tener h y n y evitar seguir con la vista la manilla de los segundos del péndulo. El observador comienza por determinar h. Para ello, apenas iniciadas las señales rítmicas, se mira el péndulo, registrando, si es posible, las horas y minutos y comienza mentalmente a contar los segundos hasta que cuando ha tomado el ritmo apropiado que está dado por los batidos del péndulo oídos en el receptor telefónico, distrae la vista del péndulo y concentra toda su atención sobre el fenómeno de las coincidencias, pero siempre continúa contando metodicamente los segundos del péndulo, al cual, en caso de duda, se puede dirigir la vista para verificar la numeración pocos segundos antes de que se realice la coincidencia.

Observada ésta, se registra la hora en que tiene lugar. Mientras se escribe, se puede continuar contando mentalmente los segundos, de otro modo interrumpidos, pero apenas terminado de escribir se debe mirar el péndulo y volver a contar hasta que se perciba la señal rítmica que falte (la 60a.), en cuyo momento se registra la hora correspondiente a ello, con la cual se deducirá facilmente n, esto es, el número de la señal rítmica que se ha hallado en coincidencia con los batidos del péndulo.

Para darse cuenta de esto, basta fijarse en que

$$n = 60 - (60 - n)$$

y que al conocerse $60 - n$ se conoce por lo tanto n.

Ahora, $60 - n$ es el número de señales rítmicas comprendidas entre la señal de la coincidencia y la 60a., y puesto que las señales rítmicas tienen un intervalo muy próximo al segundo, se puede, sin temor a errar, hallar $60 - n$ por el cronómetro, observando cuantos segundos después de la coincidencia tiene lugar la 60a. señal rítmica. Así por ejemplo, si la coincidencia ha tenido lugar a los 37^s del péndulo y la 60a. señal (que falta) ha tenido lugar sensiblemente a los 63^s, es decir, 26 segundos después, es claro que la coincidencia ha tenido lugar a la 34a. señal rítmica.

Para un observador ejercitado, este método de hallar n no admite dudas, pero para uno que no tenga práctica, puede acontecer un error de un segundo en la hora de la 60a. señal, especialmente si la coincidencia ha tenido lugar en las *primeras* señales rítmicas. Sin embargo, se puede evitar con facilidad este inconveniente del siguiente modo: apenas registrada la hora h vuelve a contar los batidos del péndulo después de haber mirado la manilla de los segundos. En este instante los batidos del péndulo y las señales rítmicas son todavía bastante próximas entre sí.

El observador, entonces, introduce completamente el primario de la bobina de inducción dentro del secundario, apagando o suprimiendo los batidos del péndulo, y continúa numerando las señales rítmicas, evitando así el inconveniente arriba indicado.

De este modo es posible hallar separadamente h y n, y al mismo tiempo, concentrar toda la atención sobre la apreciación de la coincidencia.

En la práctica se procede, pues, del siguiente modo:

a] Iniciadas las señales rítmicas, observando el péndulo, se comienza a contar mentalmente los segundos, siguiendo los batidos del micrófono, y, por consiguiente, se presta exclusiva atención a la observación de la coincidencia.

b] Se registra la hora h_1 (segundos) de la coincidencia, suprimiendo o apagando los batidos del péndulo y en seguida mirándolo se vuelve a tomar la numeración de los segundos. Una vez tomada ésta, se retira la vista del péndulo y se continúa sólo en contar siguiendo las señales rítmicas hasta la 60a. señal (que falta).

c] Se registra la hora h'_1 (segundos) de la 60a. señal rítmica.

d] Se maniobra nuevamente la bobina de inducción regulando la intensidad de los batidos del péndulo, y después, observando el péndulo, se vuelve a tomar la numeración de los segundos, para en seguida, retirando la vista, concentrar la atención en la observación de la segunda coincidencia.

e] Se registra la hora h_2 de la segunda coincidencia y se repiten las operaciones indicadas en el párrafo *b*].

f] Se registra la hora h'_2 correspondiente a la 120a. señal rítmica.

g] Se repiten las operaciones indicadas en el párrafo *d*].

h] Se registra la hora h_3 de la tercera coincidencia y se repiten las operaciones indicadas en el párrafo *b*].

i] Se registra la hora h'_3 correspondiente a la 180a. señal rítmica. Para ésta se leen, también, las horas y minutos sobre la esfera del péndulo y se completan las otras registraciones colocándoles horas y minutos.

(*Continuará*).

Propulsión de las naves

Por el 1er. Ingeniero Doctor
D. Pedro Valladares.

1.—Consideraciones.—La mente que nos guía en este modesto trabajo es estudiar el sistema de propulsión empleado generalmente en la navegación marina, que como en la aérea, hoy día, está constituído por la *hélice*, cuya aplicación es debida a la concepción de varios inventores, los primeros de los cuales fueron Sauvage en Francia, y posteriormente Smith y Ericson en Inglaterra.

Conocidas son las peripecias que pasó en su país el primero de los nombrados por falta de recursos; no pudiendo sacar por este motivo provecho alguno de su invento patentado en 1830.

Antes de la aplicación de la hélice, y aún muchos años después, la marina empleó como propulsor la rueda de paletas; pero la mayor facilidad que esta última presenta para las averías por efecto del mar, como por causa de los proyectiles en el caso de los buques de guerra, han hecho que sea completamente reemplazada por la hélice, propulsor, cuya superficie, como se sabe, se deriva de la hélice geométrica.

No está en nuestro ánimo hacer un estudio amplio del propulsor a que nos estamos refiriendo, los apuntes que vamos a hacer se refieren a puntos saltantes aplicables a las lecciones que se dictan a los alumnos de la sección de ingenieros mecánicos de la Escuela Naval. Así es, que teniendo en cuenta esto, estudiaremos los árboles de trasmisión, chumacera de empuje, árbol porta-hélice, hélice, etc.

2.—Instalación del motor y árbol intermediario y soportes.—La instalación del motor, (máquina de vapor, motor de combustión interna, etc.) depende del espacio de que se pueda disponer a bordo, y como se sabe, sea cual fuere el lugar que se le asigne, deberá ir tanto éste, como sus accesorios, incluso el cambio de marcha, montados en una plancha de base de fundición de hierro o acero, la cual va fija sólidamente al carlingaje.

Entonces, para que el esfuerzo del motor pueda trasmitirse al propulsor, es necesario ligar el árbol porta-hélice con el árbol motor; intercalando un eje formado por una o varias secciones, según la distancia a que viene estar el motor de la popa, este eje es el *árbol intermediario*. En la generalidad de los casos es de acero, a veces hueco, sus secciones van unidas entre sí por medio de platillos o bridas que se ajustan por medio de pernos como se ve en la fig. 1. Por igual procedimiento se unen sus extremidades con el árbol motor y el árbol porta hélice.

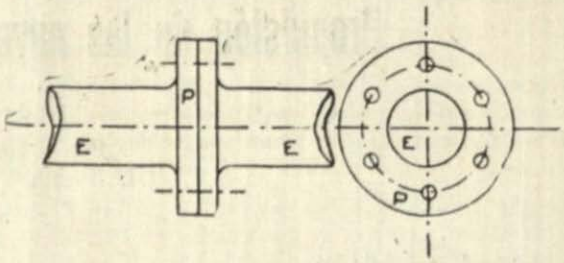


Fig. 1

El eje intermediario es sostenido por medio de soportes con sus respectivas chumaceras, los cuales son piezas de fundición, consolidadas por medio de nervios y que presentan en su interior una cavidad o rebaje que permite alojar un coginete *C* de bronce o de metal de antifricción, como se ve en la fig. 2, sobre la cual se apoya el árbol, disminuyéndose así el rozamiento que origina su rotación.

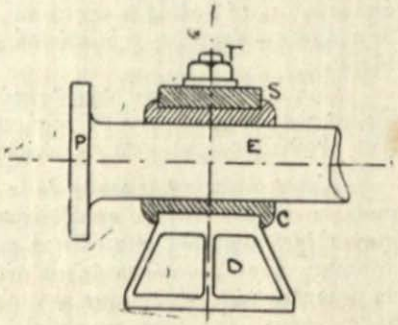


Fig. 2

Los soportes, tal como *DST*, se fijan al carlingaje por medio de pernos y con interposición de un almohadillado. Cada chumacera soporte lleva en su sombrero *S* una caja pequeña que está destinada a contener el lubricante y cuya disposición es común en todas las instalaciones.

Cuando los árboles son de gran longitud y peso, cada porción comprendida entre dos soportes presenta una flecha que puede alcanzar a valer algunos milímetros. Entonces, durante la rotación las generatrices del árbol toman sucesivamente la misma curvatura en el instante en que pasan por el plano vertical.

Hay pues, necesidad de que el eje de rotación se confunda con el eje de inercia del árbol, por que de lo contrario, éste estará sometido a esfuerzos que aumentarán los esfuerzos de los soportes y coginetes; aunque, sin embargo, permanecen siempre verticalmente y actúan de arriba abajo; pero si el árbol está torcido de una manera permanente, los esfuerzos llegarán a tener una intensidad mayor que puede dar lugar a calentamientos y hasta la ruptura de los pernos y sombrero de cada soporte. Este defecto y la desnivelación del eje deben corregirse inmediatamente por la molestia que originan los calentamientos y los peligros que ofrecen de ruptura.

3.—Chumacera de empuje.—En todo motor marino, la chumacera de empuje, está destinada a trasmitir a la embarcación el esfuerzo de propulsión realizado por la hélice. Este esfuerzo es dirigido según el eje del árbol y su disposición en los distintos tipos creados hasta el día es tal, que únicamente se le utiliza para recibir el empuje sin tener que servir de soporte para el eje.

De ahí, que si se desarrolla una potencia de HP caballos en el árbol de la hélice y se tiene una velocidad V en metros por segundo, se tendrá que el empuje E será:

$$E = \frac{H.P. \times 75}{V}$$

Por razón del esfuerzo que se realiza en la chumacera de empuje y que podemos trasladar a su base, es de notar que tiende a producirse la rotura de los pernos que sirven para su fijación; siendo por eso que las piezas que sirven para la afirmación de la chumacera a las bagras deben ofrecer, cuando menos,una resistencia igual al esfuerzo realizado sobre ella.

Siendo además muy conveniente que el metal de que están hechos los anillos que la forman no experimenten esfuerzos superiores a su carga elástica y que el número de anillos se multipliquen para reducir la carga por cm^2, a fin que no se originen calentamientos.

Se ve, pues, por lo que acabamos de decir, que la chumacera de empuje ha de ofrecer una serie acanaladuras en las cuales vienen a quedar intercalados los platillos o collares que lleva el árbol, los cuales no deben tocar por su contorno en el movimiento de rotación. Es por esto que es muy conveniente en las grandes instalaciones colocar una chumacera soporte, cerca de dicho aparato.

Una disposición empleada es aquella en que los collares del árbol giran entre las acanaladuras cubiertas de metal de antifricción, que lleva entonces la chumacera de empuje fija sólidamente al casco por medio de pernos. En este caso los huecos

que atraviesan las pestañas para la fijación son elípticos a fin de poder desplazar la chumacera cuando se han desgastado los soportes laterales.

En la chumacera de empuje que acabamos de mencionar es difícil asegurar un contacto simultáneo de todos los collares, evitándose este inconveniente con el empleo de collares soportes móviles cuya independencia es completa.

La fig. 3 nos da idea de una instalación de este género que es empleada en muchas máquinas. En estas disposiciones, el empuje de cada collar del árbol es recibido por un anillo *H* abierto en forma de Π, de fundición o acero fundido guarnecidos en sus caras laterales por metal de antifricción. Cada anillo es mantenido en su lugar y regulado convenientemente por medio de tuercas *T* que se entornillan en los pernos.

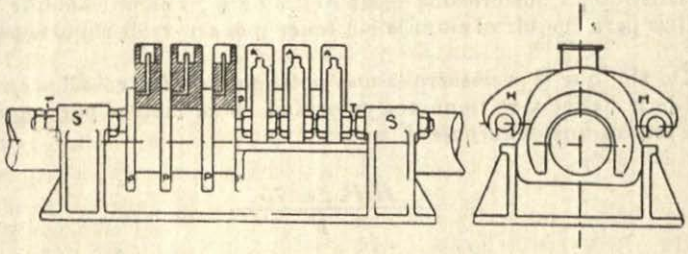


Fig. 3

La superficie recubierta de metal de antifricción es tal que cada anillo tiene el centro de gravedad de la superficie de contacto que corresponde al plano de los ejes de los pernos de los anillos.

El juego dejado entre los collares del árbol y los platillos que soportan el empuje es de 1 m/m Cada collar soporte lleva en su parte superior una caja que sirve de lubricador, puesto que comunican con las caras por medio de orificios por donde desciende el aceite lubricante que corre luego y se deposita en acanaladuras en forma de pata de araña.

La chumacera de empuje de collares móviles presenta ventajas que han hecho que se generalice su empleo en las grandes máquinas. Su parte inferior forma un reservorio que contiene aceite y su fundación en la mayor parte de los casos lleva dos chumaceras soportes para el árbol.

Un inconveniente que se le puede achacar a este dispositivo es el que es más pesada que las otras; pero presentan en cambio menos facilidad para el calentamiento, son fáciles de lubricar y permiten, en caso de aumento de temperatura en un collar disminuír el efecto del empuje que experimenta por medio de las tuercas.

En embarcaciones tales como los botes automóviles pequeños, se usa mucho el tipo de chumacera de empuje de billas, entonces el esfuerzo es trasmitido como se ve en la fig. 4 por medio de dos pilas de esferas B y B', de acero templado, de un diámetro perfectamente calibrado en todo sentido, las cuales al girar el eje de trasmisión; giran también en sus alojamientos disminuyendo en mucho el rozamiento y haciendo que casi sea nulo el desgaste tanto de las esferas como de los collares C y de los anillos A, hechos de acero duro y templado.

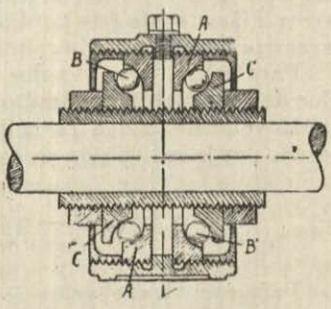


Fig. 4

Un método de lo más elemental para determinar también el valor de E o sea del empuje indicado y que viene a realizarse sobre la chumacera de empuje; puede ser calculado del área que ofrece la hélice, de la velocidad deducida de la máquina, etc; todo lo que es necesario para la propulsión del buque en determinada dirección sin admitir ninguna pérdida.

Admitiendo que, S es la diferencia entre las áreas del propulsor y el núcleo tomada en metros cuadrados; P, el paso del propulsor en metros, R el número de revoluciones; V, la velocidad, del chorro o columna de líquido que determina el propulsor; v, la velocidad del buque y δ la densidad del agua de mar; entonces el peso p en kilogramos del agua proyectada atrás será:

$$p = \frac{S.\ P.\ R.\ 1.000.\ \delta}{60}$$

siendo este movimiento atrás relativamente a las aguas tranquilas del mar y con una velocidad igual a $V-v$.

Entonces, puesto que las fuerzas son proporcionales a las aceleraciones, la fuerza F necesaria para proyectar esta cantidad de agua con una velocidad $V-v$ se hallará de la expresión

$$F \ : \ \frac{S.\ P.\ R.\ 1000.\ \delta}{60} \ : : \ V-v \ : \ 9'8$$

de donde

$$F = \frac{S.\ P.\ R.\ 1000.\ \delta\ \ (V-v)}{60 \times 9'8}$$

La reacción debida a la fuerza F es el *empuje indicado.*

Atendiendo a lo que acabamos de expresar, supongamos que quisiéramos hallar el empuje indicado cuando una embarcación camina a razón de 10 nudos por hora, siendo el paso del propulsor 3 metros, diámetro de éste 2.m4; de su núcleo 0.m5 y 120 las revoluciones que hace la máquina por minuto.

Para hallar, pues, el valor de F nos es preciso determinar el valor de S en metros cuadrados y el de $V-v$ en metros.

El valor de S que es la diferencia entre las áreas del círculo descrito por la hélice y la sección del nucleo tendremos que será:

$$S = (2'4^2 - 0.5^2)\ 0'7854 = 4.^{m2}328$$

Para encontrar el valor de $V-v$ en metros por segundo

$$V = \frac{3 \times 120}{60} = 6$$

y puesto que un nudo por hora equivale a 0'514 por segundo

$$v = 10 \times 0'514 = 5.^{m}14$$

de donde

$$V - v = 6 - 5'14 = 0.^{m}86$$

Sustituyendo estos valores y teniendo en cuenta que δ, que es la densidad del agua de mar vale 1'033 lo que da 10,330 kgs. por metro cúbico se tiene:

$$F = \frac{4.^{m1}328 \times 3 \times 120 \times 10.330 \times 0.86}{60 \times 9'8} = 235\ 4kgs.$$

En las chumaceras de empuje que anteriormente hemos descrito se ha visto que la multiplicación de collares en el árbol no tiene otro objeto que repartir el valor de la reacción de F que es el empuje; de esta manera la carga viene a ser pequeña por centímetro cuadrado y el esfuerzo de cizallamiento que tiende a desprender cada corona según la superficie S de una corona de diámetro exterior D e interior d o sea $S = (D^2 - d^2)\frac{\pi}{4}$, se reducirá grandemente por consiguiente.

Si ahora admitimos arbitrariamente que el árbol tenga 10 cm.

de diámetro y que el de la corona sea 14 cms, el esfuerzo p por cm^2 a que corresponderían los 2354 kgs. del empuje sería:

$$p = \frac{2354}{(14^2 - 10^2)\ 0.7854} = 31.2 \text{ kgs. aprox.}$$

Si ahora en lugar de adoptar un collar se adoptan 6 de las mismas dimensiones, la carga se convertirá únicamente en 5'2 kgs. por centímetro cuadrado, cifra que no es exagerada, y que no daría lugar a calentamientos mientras la lubricación fuese cuidadosa.

4.—Prensa-estopas de popa, bocina de popa y eje porta-hélice.—Tanto en las máquinas marinas de vapor como en las de combustión interna, la sección del árbol que recibe en su extremidad la hélice y que se designa con el nombre de árbol *porta-hélice*, atraviesa la carena, pasando entre un tubo, llamado *tubo tambor* o *bocina de popa* para el árbol central y tubo o *bocina de salida* para los árboles laterales. Cuando la embarcación es de madera la bocina debe ser de bronce; pero en los buques de fierro este tubo es hecho de acero, y gracias a los perfeccionamientos actuales este tubo es hecho de una sola pieza, la pieza a que nos estamos refiriendo, recibe como se ve en la fig. 5, un prensa-estopas

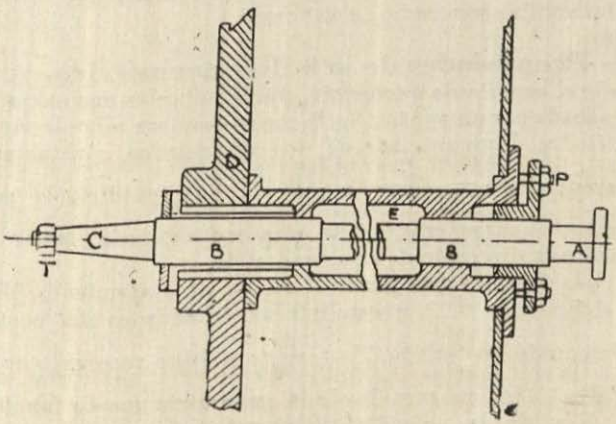


Fig. 5

en el interior de la embarcación y por la otra extremidad un cogínete guarnecido de cuñas de madera dura, *guayacan* generalmente, que va afirmado por la parte exterior.

El prensa-estopas de popa, como indica la figura, es una caja de fundición de fierro o acero, las más de las veces dividida en dos partes

lo mismo que su sombrero P en sentido de su plano diametral. Esta caja recibe 4 o 6 empaquetaduras de cáñamo engrasado, las cuales al ser comprimidas por el sombrero se adaptan en cortorno del árbol realizando la impermeabilidad.

En la generalidad de los casos el prensa-estopas va fijo a un mamparo por medio de pernos.

En cuanto al coginete guarnecido de cuñas de *guayacan* es introducido a la bocina de popa y afirmado al codaste D por la parte exterior.

El árbol porta-hélice a su paso por el prensa-estopas y por el coginete, ahí donde tiene que realizarse su rozamiento al contacto con el agua de mar, va recubierto de una camisa de bronce B, de 15 a 20 m/m de espesor la cual presenta la ventaja que no se oxida y por lo tanto que no se originan picaduras en ella que destruirían las cuñas de madera en torno de las cuales, gira el árbol.

La extremidad del árbol que sale al exterior presenta una parte cónica C, como se ve en la figura, que recibe una o dos chavetas longitudinales. El núcleo de la hélice embútese en esta extremidad, es inmovilizado para el resbalamiento en contorno del árbol por las cuñas y en sentido longitudinal por una tuerca de bronce que generalmente es de paso contrario al sentido de marcha avante de la hélice. La tuerca T se afirma sobre un anillo apollado e impermeabilizado sobre el nucleo; el cual a su vez se apoya sobre la camisa del árbol, teniendo interpuesto un anillo de caucho. La tuerca además se inmoviliza por medio de un freno.

5.—Propiedades de la hélice geométrica.—Conocemos desde el estudio de geometría, que la hélice es una curva sezgada engendrada por un punto z, fig. 6, que se desplaza sobre la superficie de un cilindro recto animado de dos velocidades constantes, una circunferencial $r\omega = \frac{2\pi}{T} . r$ que está siempre dirigida perpendicularmente a su generatriz y la otra que vamos a llamar v que sigue la misma dirección de esta generatriz.

Si consideramos este punto Z en su desplazamiento, después de una rotación de 360°, puesto que las velocidades son constantes habrá demorado un tiempo $T = \frac{2\pi}{\omega}$ y habrá recorrido una longitud $ZZ' = OO'$ en sentido de la generatriz que en función del tiempo T y de la velocidad v estará dada en magnitud por $Zz' = OO' = vT$.

(*Continuará*).

Por Resolución del 20 del presente mes, la "Revista de Marina" ha merecido que el Supremo Gobierno le acuerde una modesta subvención a fin de propender a su mayor adelanto.

Débese en mucho el subsidio acordado al señor Coronel Ministro del Ramo, D. César La Fuente, de cuyo entusiasmo por el mejoramiento y desarrollo de los institutos armados mucho tiene que esperar el personal de la Armada.

Con este motivo la Redacción de la Revista se complace en expresarle su agradecimiento por este apoyo que viene a cimentar aún más la vida de esta publicación en el momento en que cumple su primer año de existencia.

Correspondiendo al estímulo recibido y en vista de lo necesario que se hace dar mayor desarrollo a esta publicación, la Dirección ha resuelto provocar dentro del personal de la Marina un concurso sobre un artículo profesional cuyas bases publicamos más adelante.

Así mismo entra en este mayor impulso que se quiere dar a esta publicación, el hacer que aparezca mensualmente.

Aprovechamos esta oportunidad para dirigirnos a todos los oficiales superiores y subalternos de la Armada pidiéndoles para que contribuyan con su apoyo intelectual y material, sin el cual inútiles serán los esfuerzos que hagamos para hacer esta Revista digna del Cuerpo General de Marina.

Concurso de la "Revista de Marina"

La Dirección de la Revista de Marina; con el objeto de estimular a sus colaboradores a la producción de artículos originales, ha acordado abrir un concurso entre los suscritores de la Armada Nacional para el 1º. de Enero de 1918 con las bases siguientes.

✓El tema debe ser sobre cualquier asunto profesional.

✓La extensión del artículo debe estar comprendida entre diez y cincuenta páginas de nuestra Revista.

✓Los artículos se dirigirán a la Dirección de la Revista y solo se recibirán hasta el 31 de Diciembre del presente año. Han de ser firmados con seudónimo y acompañados de un sobre cerrado, en el cual vengan la firma del autor y su seudónimo y en la cubierta el título o lema del artículo.

✓No tendrá preferencia sobre otro ninguno de los ramos de la profesión.

La Redacción de la Revista, juzgará el mérito de los artículos, determinará el mejor en votación secreta y en seguida resolverá si tiene mérito suficiente para otorgársele el premio; en cuyo caso se abrirá el sobre correspondiente.

Los artículos que, a juicio de la misma Redacción, merezcan mención honrosa, serán tambien publicados en la Revista con el consentimiento de sus autores. Todos los demás sobres serán quemados sin abrir.

El premio al mejor artículo será de diez libras peruanas.

Los miembros de la Redacción no concurrirán al concurso.

Se suplica a los concursantes envíen, a ser posible, sus artículos escritos a máquina y por duplicado, pero sin tener preferencia sobre los que vengan manuscritos.

En caso de no merecer el premio ningun artículo, se repartirá entre los mejores y en la escala que acuerde la redacción.

Revista de Marina

Año II Julio y Agosto de 1917 No. 4

Museo Naval del Perú
Biblioteca
Julio J. Elías M.

Determinación de la latitud y de la hora sideral empleando el cronómetro y el astrolabio

Por el doctor Federico Villareal
Decano de la Facultad de Ciencias
y Profesor de la Escuela Naval.

(*Continuación*)

minuto de colatitud y el coeficiente de tiempo $\frac{\triangle P}{\triangle Z}$ en minutos de tiempo por grado de azimut; y la parte del carnet en que se va a escribir el resultado de la observación, es decir el tiempo t y la calidad de la observación, así como la $\triangle\lambda$ diferencia de colatitud y en columna de observaciones. Además el secretario ayudante tiene el croquis circular de los calages, un reloj y su lámpara respectiva. Un segundo ayudante sirve para alumbrar al observador para marcar el calage, es decir, la orientación del anteojo en que va a aparecer la estrella. Dividiremos las observaciones en dos explicaciones: una para las estrellas horarias y otra para las estrellas circunmeridianas.

1º. Estrella horaria. Estas estrellas tienen movimiento rápido, su velocidad vertical es $V.sen\ \delta.sen\ A$; la mayor es cuando $A=90^o$ su velocidad horizontal es $V.\ sen\ \delta.\ cos\ A$; cuando $A = 90^o$ es nula; para el ángulo A agudo es positiva hacia el Sur y para el ángulo

A obtuso es negativa hacia el Norte y como la velocidad resultante es la componente de las dos vertical y horizontal es oblicua cambiando la inclinación en $A = 90^{o}$. También la velocidad vertical tiene por valor $- V. sen \lambda. sen Z$ y la mayor es cuando $Z = 90^{o}$ o 270° resultando $\mp V. sen \lambda$; como V en el Ecuador es 15" por segundo de tiempo de Este a Oeste tomamos como negativa cuando la estrella sube por el oriente y positiva cuando baja por el occidente.

El secretario ayudante dice el nombre de la estrella, magnitud y azimut antes de la hora sideral de su cuadro, el observador orienta el anteojo y mira por el ocular alumbrando los pelos del retículo que se destacan en un fondo obscuro; aparecen las dos imágenes de la estrella, las endereza verticalmente, sinó lo están, con el tornillo lateral del segundo trípode y las coloca entre los pelos verticales con el tornillo tangencial y,en caso necesario,las pone simétricas respecto de los pelos horizontales con el tornillo anterior del segundo trípode. Como una coincidencia de las imágenes no es muy segura porque en el contacto se tiene una manchita que va disminuyendo para volver a aumentar ese mínimo no se puede preveer por lo que es más seguro colocar las imágenes una al lado de la otra y cuando van a estar a la misma altura dá la señal por un golpecito sobre su pierna que es el *alerta* para el secretario y cuando llegan a la misma altura dice *top* y el secretario lee los segundos del reloj supuesto que la hora y minutos se tienen de antemano. El observador dice: muy buena, buena, regular, mala y aun se pueden hacer más clasificaciones que anota el secretario.

Si el azimut ha variado sobre el círculo y si el anteojo no está en la posición normal lo indica para que lo ponga al secretario en las observaciones y lo mismo si han sido las imágenes nebulosas o oscilantes por el movimiento del horizonte artificial.

La observación, pues, consta de dos partes: la primera para orientar el anteojo y adelantarse a la observación y la segunda para notar la coincidencia o mejor dicho la igual altura de las imágenes. Puede marcar el tiempo el mismo observador por una corriente eléctrica, o contando los golpes del escape del reloj; pero el primer método necesita una instalación especial y el segundo exige un observador ejercitado en la vista y el oído.

2º. Estrella circunmeridiaria. Como el azimut es menor de 20° el seno es pequeño y la velocidad $- V. sen \lambda. sen Z$ es pequeña; y cuando $Z = O$ o 180° es nula; al contrario,la velocidad horizontal $V. sen \delta \cos A$ es más grande porque $A = O$ o 180° dá la más grande $V sen \delta$. Para el Perú δ varía de 60 hasta 140° es decir desde 0'87V va aumentando hasta V y disminuír al Sur hasta 0'64 V, siendo V como hemos dicho 15" por segundo de tiempo; con un aumento de 75 el campo es de 27' y se puede observar 2'5 a un lado y otro del medio del campo estos 5' son 300" y en el Ecuador corresponden a 20^{s} de tiempo de manera que al Norte tenemos 17^{s} y al Sur 13^{s} horizontalmente.

Teoricamente no hay ninguna diferencia entre la observación de una estrella horaria y una circunmeridiana si los datos δ, λ, z son exactos, pero como la colatitud λ es aproximada puede haber errores al determinar el azimut y la hora de la observación. Supongamos que el error en colatitud sea de 5'; tenemos, por ejemplo, para δ del Toro por cada minuto de colatitud — 9'66 en minutos de azimut, de modo que suman $\mp$ 9'66 × 5 = + 48'3 minutos = $\mp$ 0'8 grados y por cada grado de azimut — 2^m06 de tiempo y para el error de 5' en colatitud tendremos — $2^m06 \times \mp 0'8 = \pm 1^m65$ o sean $\pm$ 99 segundos de tiempo.

Llamando $d\lambda$ el error en colatitud tenemos para los errores totales dZ, dP

$$dZ = \wedge Z.\, d\lambda \qquad dP = \frac{\wedge P}{\wedge Z}.\, dZ$$

Por consiguiente para δ del Toro que hemos sacado

Al Oriente.... $Z_1 = 11°35'40'' = 11°6$ $T_1 = 3^h53^m51^s = 3^h53^m9$

Al Occidente $Z_2 = 348°24'20'' = 348°4$ $T_2 = 4^h42^m13^s = 2^h42^m2$

Debe principiarse la observación 1^m6 antes de las horas siderales indicadas y el azimut aumentado o disminuído en 0'8 de grado de lo que ha sido calculado, admitiendo 5' de error en la colatitud.

Además, basta observar una circunmeridiana para simplificar el cálculo para las demás; por ejemplo, supongamos que δ del Toro se ha observado 1^m5 antes del calculado. Luego como el error de tiempo en minutos por grado de azimut es — 2^m06 tendremos los grados de azimut dividiendo — 1^m5 entre — 2'06 lo que da 0°73 de azimut y como por minuto de colatitud el error en azimut en grados es —0'16, dividiendo 0°73 entre 0'16 da —4'5 minutos de error en colatitud: por consiguiente todas las circunmeridianas calculadas deben multiplicarse por — 4'5 minutos de colatitud es decir tanto $\wedge Z$ como el coeficiente $\frac{\wedge P}{\wedge Z}$, operación que se ejecuta rápidamente y para δ del Toro sería en ese supuesto

$$aZ = \wedge Z\,.\, d\lambda = -\,0°16 \times -4'5 = +\,0°73$$

$$dP = \frac{\wedge P}{\wedge Z}\,.\, \wedge Z.\, d\lambda = -\,2^m06 \times 0°73 = -\,1^m5.$$

Mejor es poner en la tabla de calajes los errores en azimut y

en tiempo por minuto de error en la colatitud; si multiplicamos las fórmulas (1) y (2) tenemos

$$\triangle P = \frac{1}{15} \frac{cot\ Z}{sen\ \lambda} \qquad (3)$$

es el error en minutos de tiempo por un error de un minuto en colatitud; por ejemplo, para δ del Toro; tendremos:

$$\triangle P = -2'06 \times -0'16 = +0^m33$$
$$\triangle Z = -0^o16$$

que se escribirá en el cuadro de calajes.

Una vez determinado el error en colatitud por la observación de una circunmeridiana, observando el error en azimut o en tiempo, comparando lo observado con lo calculado, se tiene rápidamente los errores en azimut y tiempo para todas las circunmeridianas multiplicándolas por el error en colatitud.

Por ejemplo, si en el cálculo de δ del Toro hay 2^m de error entre el cálculo y la observación de la coincidencia de las imágenes, tendremos 2^m dividido por 0^m33 dá error de colatitud 6 minutos, por lo que se multiplicarán $\triangle P$ y $\triangle Z$ de todas las circunmeridianas.

Para observar una estrella circunmeridiana se principia unos dos minutos antes del tiempo corregido y se dirige el anteojo según la diferencia de azimut mediante el tornillo tangencial y el sector graduado del segundo trípode y de medio en medio minuto de tiempo se cambia la posición del anteojo de décimo en décimo de grado hasta que aparezca la estrella y su imágen en el campo y se proceda como en las estrellas horarias.

Se procede en series de unas cincuenta estrellas, se compara al final el cronómetro con el que sirve de comparación y si es necesario, se observa el termómetro y se compara el barómetro aneroide.

III. CALCULO Y DIBUJO

26.—Cálculo de las observaciones.—En la preparación para las observaciones al ocuparnos del cálculo para las estrellas elegidas hemos indicado 1º. El catálogo de estrellas del Sr. Bossert. 2º. El catálogo provisorio de 3064 estrellas publicado por el "Conocimiento de los tiempos" en 1914. 3º. El catálogo de 387 estrellas que hemos formado de estrellas fundamentales que pueden usarse en el Perú. 4º. El catálogo que publica anualmente el "Conocimiento de los tiempos" dando la posición media de 640 estrellas al principio del año. 5º. Las tablas que también publica "El Conocimiento de los tiempos" cada año dando la posición aparente 69 estrellas cir-

cunpolares y 460 horarias. Además, hemos indicado la manera como se pasa de la posición media de una estrella dada por el catálogo a la posición media del principio de un año y las fórmulas para calcular su posición aparente para un día determinado y hemos calculado el azimut y la hora en que Sirio está a la altura de 60° para determinar el estado del reloj y la orientación del astrolabio para tener idea clara del presente problema. Pero hemos dicho que para la preparación de las observaciones basta el cálculo por la tabla gráfica o sea el abaco, mediante la distancia polar media para las estrellas horarias y usar el cálculo para las estrellas circunmeridianas empleando logaritmos con cinco decimales y la distancia polar de la estrella hasta minutos supuesto que para prepararse a la observación solo se necesita el azimut hasta décimos de grados y el tiempo a décimos de minuto para formar el cuadro de calajes.

Determinando el tiempo de la observación es necesario hacer el cálculo y ejecutar el dibujo. El cálculo abraza tres partes: 1a. Determinar la posición aparente de las estrellas,es decir, su distancia polar y su ascensión recta. 2°. La determinación de los valores aproximados: distancia zenital, colatitud del lugar, estado y marcha del reloj. 3°. El cálculo de los puntos determinativos de las rectas de altura aproximada.

Como el objeto es conocer la colatitud de un lugar y la hora sideral, es necesario para calcular la primera considerar el triángulo de posición, cuyos lados son la distancia polar de la estrella, la colatitud del lugar y la distancia zenital y para la hora conocer el ángulo horario, la ascensión recta de la estrella y el estado y marcha del reloj.

27.—Posición aparente de las estrellas.—1°. Lo más sencillo es emplear estrellas cuya posición aparente la da el "Conocimiento de los tiempos" de diez en diez días y luego hacer la interpolación.

Supongamos que se ha observado con el astrolabio el 13 de Mayo de 1917 la estrella α del Orion. En la página 518 del "Conocimiento de los tiempos" se tiene

Mayo 10'1.....	$5^h50^m41^s762$	$+7°23'32''24$
Mayo 20'1.....	. . 41.733	. . 32.77
Diferencia en 10 d.	— 029	+ 53
Diferencia en 2'9 d.	— 008	+ 15
Mayo 13.....	$5^h50^m41^s754$	$7°23'32''39$
		$82°36'27''61 = \wedge$

Para el pasaje superior al meridiano de Greenwich, para Lima es $5^h8^m10^s6$ después, como la diferencia por día es $— 0^s003$ y $+0''05$, no se toma en consideración, cualquiera que sea la hora de la observación en Lima o en el Perú. Tal es la disposición del cálculo.

Si se desea tener la posición aparente de la estrella para una hora determinada de Lima, se agrega a esta hora las $5^h8^m10^s6$ y se hace la interpolación, conociendo la diferencia por día o sean 24^h.

2º. Si no se tiene el "Conocimiento de los Tiempos" se saca la posición media de la estrella al principio del año empleando la variación anual del catálogo.

Por ejemplo para α del Orion según el catálogo que publicamos se tiene

Para 1915.....	82º36'28" 3	$5^h50^m34^s19$
Precisión.....	— 0"83	+ 3.248
Movimiento...	— 0"01	+ 0.002
Variación.....	— 0"84	+ 3.250
Para 2 años...	— 1"68	+ 6.500
Para 1917.....	82º36'26"62	$5^h50^m40^s69$

El "Conocimiento de los tiempos" para 1917 dá en la parte inferior de la página 518, la ascensión recta media $5^h50^m40^s683$ y la declinación media +7º23'33"32 restado de 90º se tiene la distancia polar 82º36'26"68, que solo se diferencia del que hemos calculado en 0^s007 y 0"06. En la página 329 da la variación

Precesión.....	— 0"816	+ 3^s2459
Movimiento propio.	— 0' 009	+ 0º0020
Variación.....	— 0' 825	+ 3º2479

que es la rectificación de la provisoria que hemos empleado. Las fórmulas generales para calcular la posición media son

$$\delta = \delta_0 + t\left(\frac{d\delta_0}{dt} + u\right) + \tfrac{1}{2}\, t^2 \frac{d^2\delta_0}{dt^2}$$

$$\alpha = \alpha_0 + t\left(\frac{d\alpha_0}{dt} + v\right) + \tfrac{1}{2}\, t^2 \frac{d^2\alpha_0}{dt^2}$$

Las primeras derivadas dan la precisión, las segundas dan la variación secular que es muy pequeña, u, v son los movimientos propios, t el tiempo transcurrido desde la época del catálogo. El "Conocimiento de los tiempos" página 730 para 1917, dá las constantes necesarias para el cálculo de la precesión a partir de las épocas de los catálogos cuando estos no la dan.

3º. Hemos dicho que hay dos fórmulas para calcular la posición aparente conociendo la posición media del principio del año: la más sencilla es la siguiente

$$\alpha' = \alpha + f + g.\ sen\ (G+\alpha)\ tang\ \delta + h.\ sen\ (H+\alpha)\ sec.\ \delta + ut$$

$$\delta' = \delta + g.\ cos\ [G+\alpha] + h.\ cos\ [H+\alpha]\ sen\ \delta + i.\ cos\ \delta + vt$$

La ascensión recta α es en grados y después se reduce a tiempo dividiendo por 15. La declinación es δ que restada de 90° se tiene la distancia polar. Sea por ejemplo α del Orion hemos sacado por nuestro catálogo la posición media al principio del año 1917.

Para 1917..... $\delta = 82°36'26''62$ $\alpha = 5^h50^m40^s69$

$. = 7°23'33''38$ $= 87°40'10''35$

El "Conocimiento de los Tiempos" dá todos los años día por día los valores de G. H. f los logaritmos de g, h, i. Para el 13 de Mayo de 1917 son para todas las estrellas las siguientes

$f = +31''07$	$log\ g = 1'1353$	$log\ g = 1'1353$
$log\ g = 1'1353$	$sen\ [G+\alpha] = 9'9919$	$cos\ [G+\alpha] = 9'2825$
$log\ h = 1'2981$	$tang\ \delta = 9'1135$	$log = 0'4178$
$log\ i = 0{,}6942-$	$log = 0'2407$	$1° = 2''617$
$G = 351°17'$	$1° = 1''7407$	$log\ h = 1'2981$
$H = 215°2'$	$log\ h = 1'2981-$	$cos\ [H+\alpha] = 9'7326$
$\alpha = 87°40'$	$sen\ [H+\alpha] = 9'9251$	$sen\ \delta = 9'1099$
$G+\alpha = 78°57'$	$sec.\ \delta = 0'0036$	$log = 0'1406$
$H+\alpha = 302°42'$	$log = 1'2268-$	$2° = 1''382$
$\delta = 7°24'$	$2° = -16''358$	$log\ i = 0'6942-$
	$\alpha = 87°40'10''35$	$cos\ \delta = 9'9964$
	$f = 31''07$	$log = 0'6906-$
	$1° = 1''74$	$3o = -4''906$
	$2° = -16''86$	$\delta = 7°23'33''38$
	mov. medio $0'00$	$1° = 2''62$
	$\alpha' = 87°40'26''30$	$2° = 1''38$
	$5^h50^m41^s75$	$3° = -4''91$
		mov. medio $0''00$
		δ' $7°23'32''47$
		$82°36'27''53$

Los movimientos propios son nulos en 134 días por ser milésimos de segundo al año. Luego la posición aparente de α del Orion el 13 de Mayo de 1917 es

ascensión recta $\alpha = 5^h50^m41^s75$

distancia polar $\delta = 82°36'27''53$

Lo mismo que sacamos interpolando entre el 10 y 20 de Mayo que da el "Conocimiento de los tiempos"; los 0"08 que hemos obtenido de menos en la distancia polar es por los 0"06 de la posición media que hemos obtenido de menos empleando la variación anual —0"84 en lugar de —0"825 que da el "Conocimiento de los tiempos" diferencia insignificante.

28.—Determinación de los datos aproximados. 1º. En primer lugar tenemos la colatitud del lugar, damos una tabla de posiciones geográficas y como la latitud es Sur, basta añadirle 90º para tener la colatitud, por ejemplo para Lambayeque tenemos la latitud Sur 6º41'42" luego la colatitud es 96º41'42". En este caso lo que se trata es de rectificar la latitud indicada que seguramente solo es aproximada.

Si el lugar no está consignado en el cuadro publicado podemos tomar el inmediato, sinó es mucha la distancia según el meridiano agregando o quitando un minuto por cada 1852m que es una milla, o bien agregando o quitando un segundo por cada 30m8, todo esto son puras aproximaciones.

También se puede obtener la latitud aproximada por el mismo astrolabio, en efecto si una estrella estuviera en el meridiano del lugar al contacto del pasaje por el astrolabio tendríamos.

$$\text{Observación al Norte} \quad \lambda = \delta + z$$

$$\text{„ al Sur} \quad \lambda = \delta - z$$

siendo δ la distancia polar de la estrella, z la distancia zenital verdadera 30º0'34"69 siendo 34"69 la refracción normal que da la tabla de refracciones del "Conocimiento de los tiempos".

Pero lo corriente es que la estrella no esté en el azimut cero o 180º sinó que sea una estrella circunmeridiana siendo el azimut Z menor de 20º, entonces tenemos en el triángulo de posición

$$\cos \delta = \cos \lambda . \cos Z + \operatorname{sen} \lambda . \operatorname{sen} z . \cos Z$$

como se tiene

$$\operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} Z = \tfrac{1}{2} (1 - \cos Z)$$

resulta

$$\cos Z = 1 - 2 \operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} Z$$

sustituyendo y transformando se tiene

$$\cos \delta = \cos (\lambda - z) - 2 \operatorname{sen} \lambda . \operatorname{sen} z . \operatorname{sen}^2 \tfrac{1}{2} Z$$

(*Continuará*).

Propulsión de las naves

Por el 1er. Ingeniero Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

Del mismo modo, al final de un tiempo t, la proyección de aa' corresponde a un arco $AA = \alpha$; el camino recorrido será nn', y la relación $\frac{\alpha}{360} = \frac{t}{T}$. El valor de nn' estará dado por

$$nn' = t \times v = v \times \frac{T\alpha}{360} = v \times \frac{\pi}{\omega} \times \frac{\alpha}{180}$$

El sentido de rotación que indica la figura corresponde a la que se designa con el nombre de hélice de *paso derecho;* pero si en lugar de tener ω positiva se hace de signo contrario y se mantiene el mismo sentido para la velocidad v la hélice se le llamará de *paso izquierdo* o *sinestrosun.*

Como se ve, pues, los datos que se deben considerar en una hélice son su paso que es la distancia OO' recorrida sobre la generatriz del cilindro por el punto Z, y el radio que es el radio A o de la base del cilindro sobre la cual está trazada.

6.—Superficie helicoidal, su generación.—Consideremos la hélice desarrollado por el punto Z en torno del cilindro de radio OZ, y admitamos en el origen un radio OZX que vamos a suponer gira en torno del eje del cilindro con las velocidades ω y v. La intersección Z del radio con el cilindro describe una hé-

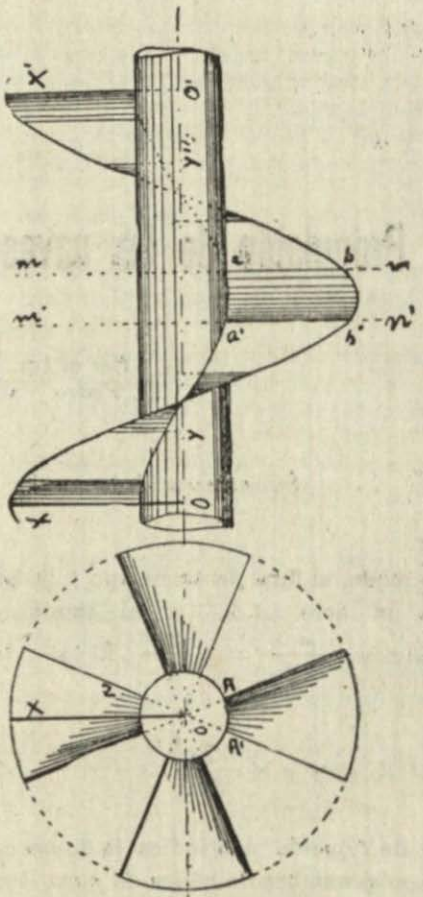


Fig. 6

lice cuyo paso $OO' = vT = v \times \frac{2\pi}{\omega}$, y la porción ZX describe en su desplazamiento una superficie que, como se sabe, es llamada *helicoide;* de ahí que podemos definir la *superficie helicoidal* como la engendrada por una línea sujeta a girar en torno de un eje, desplazándose a lo largo de este cantidades proporcionales a

los ángulos descritos. En este caso la línea OX es lo que se *llama generatriz*, en la mayor parte de los casos es recta, pudiendo entonces ser paralela al plano de la base que entonces se llama *plano director*, o también puede ser inclinada al plano horizontal, permaneciendo en su rotación paralela a la generatriz de un cono que entonces se llama *cono director*.

La cantidad que se desplaza la línea OX sobre el eje en una vuelta es lo que se designa con el nombre de *paso*, la línea se llama *generatriz* y la curva sobre que resbala *directriz*.

El propulsor de los navíos; o sea lo que comunmente se llama *hélice*, está comprendido entre dos superficies cilíndricas, de las cuales la menor forma el *nucleo* de la hélice. Está formada por un cierto número de fracmentos idénticos de superficie helicoidal que pueden ser a plano o a cono director y que se hallan comprendidos entre dos planos perpendiculares al eje cuya distancia es mucho menor que el paso. La relación de esta magnitud al paso total es lo que se designa con el nombre de *fracción* de paso.

Puede verse que las intersecciones de la superficie helicoidal con cilindros concéntricos dan lugar a hélices que se desarrollan en cilindros de igual altura y tienen por consiguiente el mismo paso.

Si ahora suponemos desarrollados estos cilindros, se tendrá que las hélices engendradas en cada uno de ellas son las diagonales de los rectángulos correspondientes, puesto que sabemos, que la hélice en su desarrollo es la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos catetos son el paso y la circunferencia.

Si nos imaginamos por ejemplo n cilindros concéntricos al desarrollarlos tendremos, pues, los triángulos $ACD, AEF, AGH, \ldots ABF$; como indica la figura 7, en los cuales se tiene que las hipotenusas hacen con la circunferencia ángulos α, α',..... y con el paso β, β',..... lo que hace que pueda definirse las tangentes de los ángulos α, α',..... por las relaciones

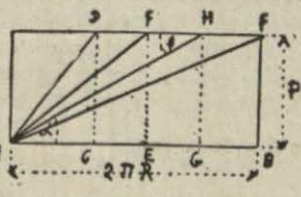


Fig. 7

$$tg\,\alpha = \frac{BF}{AB} = \frac{P}{2\pi R}\ ,\quad tg\,\alpha' = \frac{HG}{AG} = \frac{P}{2\pi R'}\ ,\ldots\ldots$$

y las tangentes de β, β',..... por las relaciones

$$tg\,\beta = \frac{AB}{BF} = \frac{2\pi R}{P}\ ,\quad tg\,\beta' = \frac{AG}{HG} = \frac{2\pi R'}{P}\ \ldots\ldots$$

La experiencia ha demostrado que no debe construírse propulsores que estén formados por espiras completas, pues no dan un

rendimiento aceptable, por cuanto originan remolinos considerables; de ahí como ya hemos dicho, que se implanten en torno de un nucleo dos, tres o cuatro porciones idénticas de superficies helicoidales, de modo que las hélices correspondientes, por efecto de la fijación, estén a 180° si son dos, a 120° si son tres y a 90° si son cuatro.

Si ahora en la superficie helicoidal de la figura hacemos pasar dos planos mn y $m'n'$ que sean paralelos al eje, y que se hallen a una distancia mm', puede observarse que cada uno de ellos corta a la dicha superficie helicoidal según un radio. La razón de la distancia mm' de los planos al paso de la helicoide es lo que se designa con el nombre de fracción de paso. Esta fracción de superficie helicoidal es la que constituye una de las paletas del propulsor. Cuando la fracción de paso es constante en toda la longitud aa' de la paleta, ésta se proyecta sobre el plano horizontal en un sector circular AA' BB' que tendrá por radio OX; mientras que en el plano vertical lo estará según aa' bb'.

Si ahora admitimos, como indica la parte baja de la figura, porciones de helicoides iguales, dispuestas en torno del eje, cuatro por ejemplo, se habrá constituído un propulsor de cuatro aletas; debiéndose tener en cuenta que al realizar esta fijación deberá corresponder a las paletas el mismo plano medio y por lo tanto, pertenecer a cuatro superficies helicoidales diferentes que estarán a 90° una de la otra.

La proyección OAA' BB' en el plano horizontal que es un sector circular nos conduce a establecer la relación $\frac{OBB'}{\pi R^2}$ que nos mide la fracción de paso P, pudiéndose por lo tanto escribir

$$\frac{OBB'}{\pi R^2} = \frac{BB'}{2\pi R} = \frac{bb'}{P}$$

de donde se saca

$$\frac{BB'}{2\pi R} = \frac{bb'}{P}$$

y

$$P = \frac{2\pi R.\, bb'}{B\ B'}$$

7.—Elementos que deben considerarse en la hélice empleado como propulsor.—Estos son el diámetro, el paso, la fracción de paso total y el número de paletas.

El diámetro corresponde al diámetro de la circunferencia circunscrita a los cantos de las paletas, está pues limitada por la posición

en que se hallan el árbol y por el calado de agua del buque; si los propulsores están colocados lateralmente su diámetro quedará limitado por la carena y si en el centro por el codaste. Con todo el borde superior de las paletas se procura que no sobresalga y que quede a un sexto del diámetro distante del nivel del agua.

Debiéndose tener en cuenta, que en general, el resbalamiento de la hélice en el agua disminuye con su superficie,y para una misma fracción del paso esta disminución está en relación con su diámetro.

El paso P, es generalmente constante; pero en muchos propulsores se ha tendido a hacerlo variable. Cuando los propulsores se hacen de paso variable, el paso puede aumentar con el radio, lo que quiere decir que el paso cerca de las puntas de las paletas será mayor que el paso en la vecindad del núcleo de la hélice o también puede aumentar axialmente de adelante hacia atrás lo que quiere decir que el paso en el extremo delantero es ligeramente más pequeño que en el de atrás.

Cuando las paletas tienen uniformidad en su paso puede decirse que el propulsor es sin desviación, siendo esta forma la más práctica en el día.

En el caso de ser constante, el paso P corresponde al paso de la hélice directriz de la superficie helicoidal y se determina siempre en función del diámetro, teniéndose entonces la relación $\frac{P}{D}$ que la experiencia ha demostrado que es entre 1'2 y 1'5 para obtener el mejor rendimiento.

La fracción del paso P se puede indicar como fracción de paso total o como fracción de paso parcial; esta clasificación debe hacerse teniéndose en cuenta que el paso no siempre es constante del principio al fin de una paleta; de modo que se deberá tener cuidado de indicar la distancia del centro a que corresponde la fracción de paso.

Fracción de paso será pues la relación entre la distancia de los dos planos mn y $m'n'$ y el paso total P.

Hay que tener en cuenta que cuando la fracción de paso es constante en toda la longitud de una ala, la proyección de la superficie helicoidal es un sector de círculo.

En cuanto al número de paletas puede ser dos, tres o cuatro; pero en las hélices empleadas en casi todos los buques son tres o cuatro el número de paletas.

El largo de estas se mide desde el origen en el núcleo hasta el filo o punta de la paleta.

8.—Avance y retroceso.—La hélice en su funcionamiento es lo mismo que un tornillo que gira dentro su tuerca. En este caso, la tuerca viene a ser el agua. Si este fluído fuera fijo de una manera absoluta, tendríamos que una vuelta de la hélice permitiría

que la embarcación avanzara una cantidad igual al paso; pero la movilidad de este líquido impide que esto pueda obtenerse, dando esta condición lugar a que se realice un resbalamiento.

El resbalamiento puede clasificarse en tres clases; *resbalamiento aparente*, *resbalamiento real* y *resbalamiento negativo*. El resbalamiento aparente es la diferencia que se halla entre la velocidad calculada por la rotación del propulsor y la velocidad del buque.

Cuando V es la velocidad horaria medida en nudos podremos referirla a metros por minuto y luego por vuelta cuando N es el número de revoluciones.

En efecto se sabe que un nudo equivale a 1.853 metros, de modo que su relación con 3600 segundos que tiene la hora nos da 0.^{m}514; de esta manera el producto de V por 0.514 y por 60 nos dará la velocidad por minuto

$$0{\times}514{\times}V{\times}60$$

y el cociente de esta cantidad por la N vueltas que da la máquina será el avance A del navío; es decir que se tendrá

$$A = \frac{0'514 \times V \times 60}{N}$$

De ahí que el *retroceso aparente* o sea la fracción de paso perdido para la propulsión será $P-A$ y el coeficiente de resbalamiento aparente:

$$\rho = \frac{P-A}{P} = 1 - \frac{A}{P}$$

El coeficiente de retroceso aparente no debe confundirse con el retroceso verdadero de la hélice con relación al agua que es más grande y que podemos expresar por

$$\rho' = \frac{P-A'}{P} = 1 - \frac{A'}{P}$$

siendo A' el avance verdadero.

La práctica demuestra experimentalmente que el avance A es siempre menor que el paso P. Lo que hace que el retroceso y por tanto, el coeficiente ρ sea positivo. Por otra parte, su valor no es fijo sino que varía con la velocidad del buque, con la fracción de paso total, con la mayor o menor limpieza de la carena, con la inversión y con el número de paletas que tiene la hélice; de modo, que ninguna ley permite expresar su valor, y se admite según las circunstancias, que su valor varía de 0'1 a 0'2.

Sin embargo A puede llegar a ser mayor que P, lo que sucederá cuando se navegue con mar y viento fuerte de popa; también siguiendo la corriente de un río; puede admitirse además que esto se puede efectuar por deformación pasajera de las paletas del propulsor, cosa que es probable pueda realizarse cuando es grande la velocidad, debido a un fenómeno especial de arrastramiento de una masa de agua por el navío que lo sigue constantemente y en la cual la hélice actúa como sobre el agua en calma. Se tiene así, pues, que la estela poseída de una cierta velocidad empuja al buque de popa, pudiéndose así explicar la anulación del retroceso y aun su transformación en empuje.

9.—Manera como se realiza el funcionamiento de la hélice.—Para darnos cuenta elementalmente de la manera como acciona una hélice, vamos a suponer una de las paletas que forman el propulsor como constituída por un plano de un espesor infinitamente delgado, cuyas intersecciones con el cilindro exterior e interior, forman como se ve en la fig. 8 las secciones curvas de hélice, *ab* y *cd*. Como ya hemos tenido oportunidad de ver, esta paleta, como todas las que constituyen el propulsor, procede en todo de idéntica manera que un remo, pues en su movimiento de rotación se apoya sobre el agua y la echa hacia adelante para facilitar su camino.

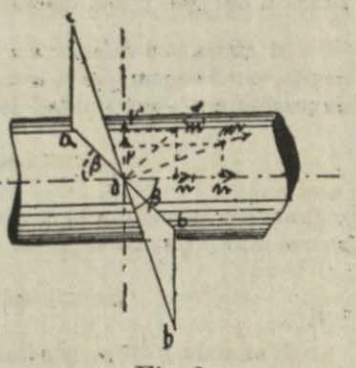


Fig. 8

En las condiciones de funcionamiento, cada uno de los elementos de la superficie helicoidal da lugar a una presión sobre el agua y experimenta por lo tanto una reacción en el plano tangente al cilindro que se puede representar en un punto dado por *om* que haremos igual a p. Esta fuerza da lugar a dos componentes una $on = E$ paralela al eje del árbol que tiende a hacer avanzar el navío y otra *or* que es perpendicular al eje y que se pone a la rotación del árbol. Cuando el movimiento es uniforme hay equilibrio a cada instante, de una parte, entre la fuerza propulsiva total o empuje y la resistencia a la marcha que opone la embarcación, y de otra parte, entre el par resistente total y el par motor desarrollado por la máquina sobre el árbol, y cuyo valor es proporcional al esfuerzo medio del vapor sobre el émbolo.

De este modo, a cada vuelta de la hélice el navío avanza una cierta cantidad V de metros, y cuando N es el número de vueltas por minuto, la velocidad en un segundo queda determinada por $v = \frac{N.V}{60}$. Este valor será tanto más grande, admitiendo que todas las cosas sean iguales, cuanto mayor sea la superficie de apoyo

o sea el disco de apoyo que está dado por $(D^2-d^2)\frac{\pi}{4}$, siendo D, diámetro del círculo descrito por los puntos extremos de las paletas y d, el diámetro del núcleo de la hélice. Esta superficie tendrá su magnitud en relación a la resistencia que ofrece la embarcación.

De ahí que una hélice pequeña aplicada a una gran embarcación, aun girando con una velocidad grande, sería inapropiada para imprimirle una velocidad apreciable. Pero no es esto únicamente lo que debe considerarse en este sentido, pues aunque la superficie puede ser tan grande como se quiera, si el paso es nulo la velocidad lo será también; de donde se infiere que el avance por vuelta es función del paso y del diámetro o sea de la relación $\frac{H}{D}$.

Si ahora nos referimos a la construcción que estamos considerando, puede verse que la componente *on* paralela al eje tendrá por expresión en la extremidad de la paleta

$$on = om \operatorname{sen} \beta = p \operatorname{sen} \beta$$

y cuando se considere la componente *on'* en la raíz de dicha paleta su valor lo podemos expresar por

$$on' = om' \operatorname{sen} \beta = p_1 \operatorname{sen} \beta'$$

Haciendo $p = p_1$, y admitiendo que el ángulo β es más grande que β', *on* será más grande que *on'*.

Por otra parte los valores de la reacción del agua van creciendo del núcleo a la extremidad de la paleta, según el cuadrado de la distancia al eje de rotación; pues una porción cualquiera de la paleta debe encontrar una resistencia R, que puede estar dada por una expresión de la forma $R = K.\ b^2 \times v^2$ expresión, en la cual v es la velocidad del punto de aplicación de esta resistencia. El valor de v depende de su distancia r al eje puesto que el valor de la velocidad angular es como se sabe $v = \frac{2\pi rn}{60}$; cuando n es el número de vueltas que hace la hélice por minuto. El valor de v^2 será por lo tanto $\left(\frac{2\pi rn}{60}\right)^2$, de ahí que cada punto considerado experimentará una resistencia que así como depende de la velocidad de este punto, depende también del cuadrado de su radio.

El exámen de la construcción que hemos admitido en la figura nos hace ver que las componentes paralelas al eje van creciendo del núcleo al borde de las alas, y como éstas son las útiles para la propulsión del buque, hay que convenir que los diámetros grandes son muy convenientes para la propulsión.

Como consecuencia de lo que acabamos de decir,se ve,que cada elemento del propulsor da lugar a una componente que es paralela al eje de rotación, y estando todas estas resultantes repartidas simétricamente en torno del eje,admiten una resultante única,cuya dirección se confunde con el eje del árbol del propulsor y la cual determina la marcha del buque. Con todo, como el paso y el diámetro pueden tener distintos valores, resulta, que para un mismo buque pueden existir un número infinito de hélices capaces de poderle imprimir una cierta velocidad V; por otra parte, esa misma velocidad V, da la por un cierto número de vueltas del propulsor, puede ser realiza la también por distintas hélices que exigen distintos esfuerzos del motor; el problema será, pues determinar cuál será el propulsor que necesita el menor trabajo para producir el mismo efecto útil, es decir,para hacer avanzar un buque de sección de cuaderna maestra B^2 a una velocidad V, lo cual exige un trabajo útil que está expresado por $\sigma_u = K B^2 V^3$, valor del cual se puede deducir la expresión conocida con el nombre de fórmula de utilización, que es lo que vamos a determinar primeramente.

10.—Fórmulas de utilización.—Cuando un buque navega a una cierta velocidad V opone a su movimiento una cierta resistencia, que mediremos en kilogramos y designaremos por R. Esta resistencia, llamada *resistencia de la carena*, exige para vencerla, un trabajo resistente por segundo que puede ser expresado, cuando el barco ha llegado al estado de movimiento que podemos admitir como uniforme, por RV, o también por F_2 que sería el trabajo utilizado en la hélice; de modo que puede escribirse

$$R\,V = F_2$$

F_2 no es sino una fracción del trabajo realizado sobre el árbol, el que llamaremos F_1. Esta fracción será tanto más grande cuanto mayor sea el coeficiente de utilización u_1 de la hélice, así es que se tendrá

$$F_2 = F_1\,u_1$$

Pero el trabajo realizado sobre el árbol no es sino una fracción del trabajo F indicado sobre los émbolos, y llamando u este rendimiento se tendrá:

$$F_2 = F_1\,u_1 = F\,u.\,u_1$$

El coeficiente de rendimiento u depende de las condiciones de funcionamiento mecánico de las máquinas, de donde resulta que una parte, 75 a 85% de F es únicamente trasmitido al árbol motor. A

su vez el propulsor utiliza una parte de este trabajo que es aproximadamente entre 60 a 65% de F_1, de donde resulta el coeficiente de rendimiento u_1 que acabamos de considerar. Por otra parte el valor de F se mide en las máquinas en caballos de fuerza, que como se sabe, cada uno de ellos, es igual a 75 kgms.; así es que el verdadero valor de F_2 será

$$F_2 = u . u_1 . 75 . F$$

Si ahora nos referimos a la resistencia de la carena tendremos, que las numerosas investigaciones que se han realizado no han permitido establecer una fórmula definitiva que permita determinar *a priori* el valor de esta resistencia. Todo lo que se ha comprobado hasta ahora es que el valor de dicha resistencia varía con la magnitud de la carena, con la forma de la popa y proa de la embarcación, con la extensión de la superficie mojada, con la posición e inmersión del propulsor, con la velocidad, etc.

A pesar de no existir una relación completamente determinada, es necesario expresar lo más aproximadamente esta resistencia, y se admite que su valor es proporcional a la superficie B^2 sumergida de la cuaderna maestra, al cuadrado de la velocidad, y a un coeficiente K, que se supone invariable para un mismo navío cualquiera que sea el valor de B^2 y V; de ahí que R estará dado por

$$R = K B^2 V^2$$

expresión en la cual V debe estar dada en metros y B^2 en metros cuadrados. Admitido esto, se tendrá que el trabajo estará, expresado por

$$R V = K B^2 V^3 = F . u . u_1 . 75$$

Como navegando la velocidad se aprecia en nudos por hora; y siendo la velocidad de un nudo apreciada en metros por segundo, correspondiente a la relación entre 1853 metros y 3600 segundos, para poder expresar V en metros por segundo se tendrá:

$$V = v . \frac{1853}{3600} = 0'514 . v$$

siendo v la velocidad en nudos por hora. Sustituyendo este valor de V en la expresión del trabajo se tiene

$$0'514 . v^3 K . B^2 . = F . u . u_1 . 75$$

y despejando el valor de v

$$v = \sqrt[3]{\frac{u \,.\, u_1 \,.\, 75}{0.514 \,.\, K}} \cdot \sqrt{\frac{F}{B^2}}$$

Si ahora observamos que el primer factor del segundo miembro es un radical que contiene los coeficientes de resistencia de la carena, de rendimiento de la máquina y del propulsor, etc; podemos hacer su valor

$$\sqrt[3]{\frac{u \,.\, u_1 \,.\, 75}{0.514 \,.\, K}} = M^3$$

de donde

$$v = M. \sqrt[3]{\frac{F}{B^2}} \qquad (1)$$

Al coeficiente M que involucra los coeficientes que antes hemos mencionado se le designa con el nombre de *coeficiente de utilización del navío*. La determinación de este coeficiente ofrece una importancia grande, eso sí, no puede determinarse a priori, por cuanto resume coeficientes de valor desconocido; pero puede ser determinado experimentalmente y los valores que llega a tener en un navío, pueden ser considerados como casi aceptables para un navío semejante en condiciones de idéntica velocidad.

Los valores de M se encuentran comprendidos generalmente entre 4'5 y 3; siendo entendido que estos valores varían con las velocidades; encontrándose en un mismo buque a diversas velocidades, diferencias que demuestran que la utilización es menor a las grandes velocidades.

Cuando se relaciona la sección B^2 al desplazamiento D del buque, como sucede en Inglaterra, la expresión que da el valor de v entonces está dada por

$$v = M' \sqrt[3]{\frac{F}{D^{2/3}}} \qquad (2)$$

M', tiene entonces un valor distinto de M, pero contiene refundidos en sí los rendimientos del motor, propulsor y formas de la carena. Su valor varía, pudiendo ser de 5'5, 6; 6'5, según los buques y las velocidades.

La determinación de M se hace durante las pruebas del buque hallando los valores simultáneos de v, F y B y resolviendo la ecuación (1) con respecto a M; de donde

$$M = \frac{v}{\sqrt[3]{\frac{F}{B^2}}}$$

Naturalmente el valor de v se aprecia debidamente a lo largo de una base cuidadosamente medida, corrigiéndose de los efectos de la corriente; y para corregir los efectos de cualquiera otra perturbación se toma el promedio de un cierto número de corridas realizadas en un sentido y en otro.

En cuanto a la sección B^2, se determina atendiendo al calado medio del buque en el momento de la prueba; y el valor de F' por el cálculo de la potencia cuando la presión media se ha deducido de los diagramas del indicador, y se conocen los diámetros de los cilindros y el número de vueltas que realiza la máquina en la unidad de tiempo.

11.—Determinación del paso de una hélice construída.—Para determinar el paso de una hélice construída se puede proceder de la manera siguiente, admitiendo por supuesto que no está fija al eje: se apoya la hélice por una de las caras del núcleo sobre una superficie plana, como se ve en la fig. 9; se fija al hueco que éste presenta para el árbol una pieza de madera, sobre la que se afirma una laminita de latón u hojalata en la cual se determina exactamente el centro de dicho hueco; se hace centro en él y con un compás A de la forma que se ve en la figura, se trazan una serie de circunferencias concéntricas sobre las paletas; estas circunferencias son intersecciones de cilindros secantes con las superficies helicoidales que constituyen las paletas del propulsor. Para las circunferencias cuyos radios son R, R', R'', etc. corresponden a la paleta arcos tales como VT, MN, SL, etc. y mídense las fracciones de paso $T'V'$,

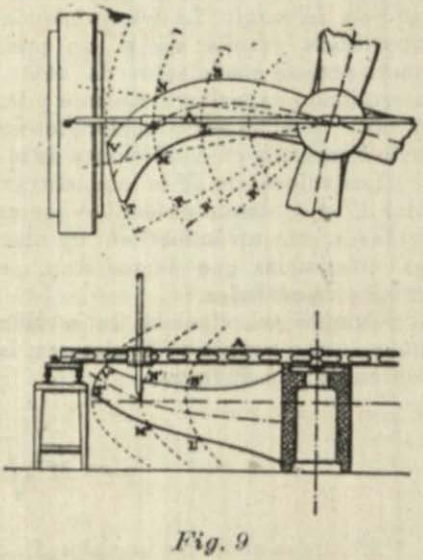


Fig. 9

$M'N'$, $L'S'$, etc; y como sabemos, puédese establecer con estos elementos las relaciones que permitirán hallar el paso P.

$$\frac{L\,S}{L'S'} = \frac{2\pi R''}{P}\;;\quad \frac{M\,N}{M'N'} = \frac{2\pi R'}{P}\;;\quad \frac{T\,V}{T'V'} = \frac{2\pi R}{P}\;;\ \text{etc.}$$

La comparación de los diversos valores que hallemos merced a estas igualdades nos permitirán eliminar errores y llegar al valor del paso medio P, más adelante lo haremos numéricamente.

12.—Trazo de una hélice.—Puede decirse que es altamente difícil, cuando no imposible, determinar de una manera puramente teórica todos los elementos de un propulsor helicoidal en proyecto. El procedimiento que generalmente se sigue es valerse de comparaciones con una hélice conocida y cuyas condiciones de funcionamiento se aproximan al propulsor deseado.

Primeramente podemos fijar el paso P, el cual se determina según la velocidad que debe realizar la embarcación, el número de vueltas que dará la máquina y el retroceso o resbalamiento probable.

Supongamos por ejemplo que el navío de 1.400 toneladas, deba navegar a razón de 12 nudos, haciendo sus máquinas 80 revoluciones y admitiendo que el resbalamiento del propulsor llegue a ser de 10 por ciento; el paso P, sabiendo que un nudo equivale a 1,853 metros, podrá deducirse de la igualdad

$$12\times 1{,}853 = P\times 80\times 60\times 0.9$$

de donde

$$P = \frac{12\times 1853}{80\times 60\times 0.9} = 5.^{\text{m}}15\ aprox.$$

El diámetro que debe ser lo más grande posible se fija con relación a las formas de popa y a la inmersión necesaria del borde superior de las paletas y como la relación $\frac{P}{D}$ varía entre 1'2 y 1'5, si tomamos como valor 1'2 se tendrá

$$D = \frac{5.15}{1'2} = 4.^{\text{m}}29\ aprox.$$

La fracción de paso constante para una paleta a diversas distancias del centro puede tener valores tales como 0'1, 0'15, etc, deberá determinarse y dada ésta y el número de paletas que ha de tener la hélice se tendrá la fracción de paso total; a esto deberá

agregarse la forma de la generatriz o sea la línea mediana de cada paleta sobre el plano normal al eje.

De modo que si consideramos la fracción de paso constante como 0'1, y el número de paletas como cuatro, la fracción de paso total será $0'1 \times 4 = 0'4$.

El diámetro del núcleo y su longitud se determinan en la generalidad de los casos por fórmulas empíricas.

Determinados los datos anteriores se procede al trazo de la hélice, es decir a su representación sobre los diferentes planos de proyección con los cortes necesarios para que las formas de las paletas sean exactamente determinadas.

Trázase, como se ve en la fig. 10, la circunferencia que repre-

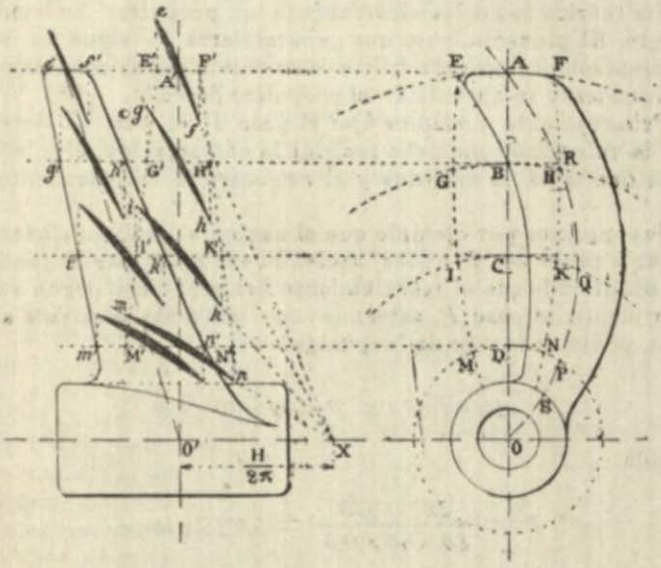


Fig. 10

senta la forma exterior del núcleo es su corte trasversal, y por su centro O la línea OO', que será el eje en el cual O' nos representará el punto medio del corte longitudinal del núcleo. Hecho esto, trazaremos la circunferencia exterior de radio OA y las correspondientes a los diversos cilindros secantes cuyos radios vamos a hacer OB, OC y OD; en el supuesto, por lo tanto, que la paleta sea recta, que su línea media OA es un radio y que su plano medio es normal al eje. Como la fracción de paso parcial debe determinarse, supongamos que equivalga a 0'1, entonces será posible tener la fracción de arco que pasa por los puntos A, B, C, D, que será igual a $360^{\circ} \times 0.1 = 36^{\circ}$; se lleva entonces a uno y otro lado de la línea mediana OA, la mitad de este arco, es decir 18°, obtenién-

dose así los puntos E, G, I, M y después F, H, K, N puntos cuya reunión por líneas contínuas dan la proyección de la paleta sobre el plano horizontal.

Ahora, será preciso determinar el perfil, para esto, se proyectarán las generatrices correspondientes a los puntos que se acaban de determinar, llevándose de una parte y otra de $O'A'$ la mitad de fracción de paso parcial; de esta manera se obtendrán los puntos E'', G', I', M' y F'', H', K', N', cuya reunión por líneas contínuas da la proyección de la paleta sobre el plano longitudinal.

Se trata ahora de determinar las intersecciones de la paleta con los cilindros secantes; consideremos para esto la de una de sus intersecciones, por ejemplo la del cilindro exterior de radio $OA = R$ y observemos que la tangente a la hélice en el punto A hace con el plano transversal cuya traza sobre el dibujo es $O'A'$ un ángulo definido por $tg\ \alpha = \dfrac{H}{2\pi R}$. Traigamos por rebatimiento esta tangente al plano longitudinal conservándolo siempre bajo el mismo ángulo con relación a $A'O'$ ella encontrará al eje de rotación en X' y se tiene en el triángulo $X'\ O'A'$:

$$tg\ X'\ A'O' = \frac{X'\ O'}{O'\ A'} = \frac{X'\ O'}{R}$$

Ahora los ángulos $X'A'O'$ y α antes mencionado son los mismos, y por consiguiente se puede poner:

$$\frac{X'\ O'}{R} = \frac{H}{2\pi R}$$

de donde:

$$X'\ O' = \frac{H}{2\pi}$$

La posición del punto X' es independiente de R; este punto es por consiguiente común a todos los rebatimientos y bastará juntar ahí los puntos $B'C'D'$ para tener los desarrollos de las hélices que pasan por estos puntos. Para llegar a las secciones reales no hay más que proyectar puntos tales como: E' F''; lo que da los límites e y f; y después gh, ik mn. Los espesores del ala en sus diversas secciones son determinados por reglas que suministra la práctica.

De este modo, la hélice estaría completamente delineada, pero supondremos, lo que es el caso general, que las alas son curvas, siendo entonces su línea media sobre la proyección trasversal una curva cualquiera, arco de círculo, espiral logarítmica, o de Arqui-

medes; etc. y al mismo tiempo oblícuo su plano medio con relación al eje.

Sea OSA la proyección de esta curva en los puntos de encuentro $PQRA$ se lleva la longitud media de los arcos MN, KI, GH, EF y se obtiene la nueva configuración del ala sobre la trasversal. Para el perfil habiendo fijado la traza OY del plano oblícuo basta trasportar paralelamente a ellas mismas las secciones mn, ik, gh, ef, hasta el encuentro de su medio con $O'Y'$; se proyecta entonces sus extremidades sobre las generatrices correspondientes y se obtiene los puntos e', f', $g'h'$,.....$m'n'$ cuya reunión dá el perfil definitivo.

13.—Formas prácticas y metales utilizados en las hélices empleadas en las distintas embarcaciones.—Las hélices se construyen de una sola fundición o en varias partes que entonces comprenden paletas fijas a un núcleo por medio de pernos. El material de que están hechas puede ser bronce, acero o fundición.

La fundición es el metal más barato para su empleo en esta clase de piezas. Una hélice hecha con este material cuesta muchísimo menos que una de bronce.

Las hélices de acero son más lijeras, la reducción de su peso y de su espesor en virtud de la mayor resistencia de este metal, hace que aumente considerablemente la eficacia del propulsor.

Uno de los defectos del acero, especialmente del acero fundido, es que está expuesto a una corrosión rápida en las paletas, la cual apenas detiene momentáneamente la pintura, o capa de niquel o metal de que se recubre algunas hélices.

En muchos casos las hélices se hacen de bronce fosforoso, bronce manganeso, bronce Stone, etc; pudiendo entonces fundírseles más delgadas que si fueran de acero, en atención que en ellas no disminuya la resistencia por efecto de la corrosión.

En lo concerniente a las paletas y a su disposición, hay multitud de tipos que no enumeraremos todos; bástenos saber que se han construído de formas complicadas, con el fin de aumentar el rendimiento, siendo entonces sus generatrices, porción de espiral de Arquímedes, arco de círculo, etc; pero la dificultad que ofrecen semejantes propulsores para su construcción hace que por lo regular se emplee la generatriz recta.

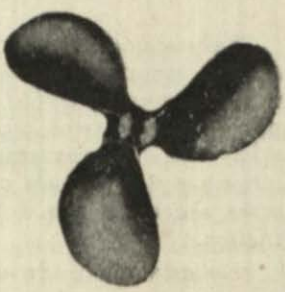


Fig. 11

En todos los buques de algún tonelaje se emplean hélices con tres o cuatro paletas, una de cuyas formas, aunque bien conocida, representa la fig. 11.

Sin embargo en los grandes buques se emplean hélices de paletas postizas. Esta disposición tiene la ventaja de permitir que, cuando alguna de las paletas se rompe, se pueda reemplazar sin tener que cambiar totalmente la hélice.

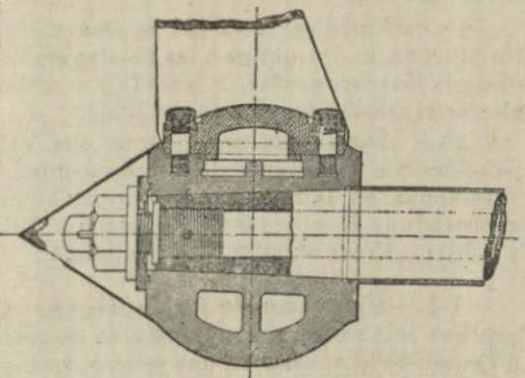


Fig. 12

Entre las varias disposiciones empleadas consideraremos la indicada en la fig. 12, en la cual el núcleo es de acero fundido y lleva tres alojamientos troncocónicos de pequeña altura de los cuales uno se ve en la figura, embutiéndose en cada uno de ellos la parte de la misma sección en que terminan las paletas, que entonces quedan ligadas al núcleo por medio de pernos o de prisioneros.

Las máquinas marinas de combustión interna, que como sabemos no son reversibles, emplean algunas veces, en lugar de los aparatos de cambio de marcha, hélices de paletas reversibles que se componen de un núcleo hueco provisto de dos o tres paletas que pueden girar simultáneamente en su alojamiento de modo de formar con su inclinación una hélice de paso derecho, nulo, o izquierdo, movimientos que se realizan por medio de una varilla que termina en cremallera y que se desplaza en el interior del eje de la hélice que entonces es hueco.

Esta disposición hace que el propulsor sea poco resistente, razón por la cual solo se ha generalizado este sistema en las embarcaciones pequeñas.

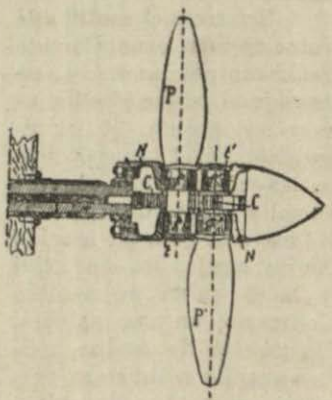


Fig. 13

Un esquema de un propulsor de esta clase lo da la fig. 13, y por él puede verse que la hélice se compone de dos paletas P, P', que son de bronce fosforado, las cuales terminan en la parte que va fija al núcleo N, en los pivotes p, p' que pueden girar en su alojamiento respectivo sin salirse porque se lo impiden las tuercas t y t' atornilladas en sus extremos.

Los pivotes p y p' se hallan dentados en su parte media y gracias a esta disposición pueden engranar con una doble crema-

llera *C* que es la extremidad de la varilla *V* que puede correr dentro del árbol *a*.

De este modo si la varilla se mueve la cremallera *C* mueve a los piñones, lo que obliga a las paletas a girar; pudiendo, pues producir la marcha avante, la parada y la marcha atrás sin tener que alterar el sentido de rotación del árbol.

Para obtener este movimiento una palanca o un juego de palancas que no se ven en la figura, termina en forma de horquilla y se apoya en la ranura que le ofrece un manguito a fin de no ser arrastrado en el movimiento de rotación. Este manguito está ligado a la barra *V* que arrastra la cremallera *C*.

14.—Fijación de las hélices.—Cuando los buques llevan una sola hélice, su colocación es necesariamente central, estando entonces dispuesta en una saliente que queda detrás del codaste y que lleva el nombre de *jaula de la hélice;* pero cuando el buque va provisto de dos hélices, estas van colocadas simétricamente a uno y otro lado del plano longitudinal, viniendo a quedar un poco antes y delante del codaste y del timón, y de modo que entre el borde de las paletas y la carena media una distancia, que en los buques grandes no es menor de 40 centímetros, a fin de evitar los choques y remolinos que en caso contrario se producirían en el agua. Cada eje porta-hélice que entonces sobresale en una cierta longitud es sostenido por un soporte de forma especial como indica la fig. 14, el cual va convenientemente remachado al casco.

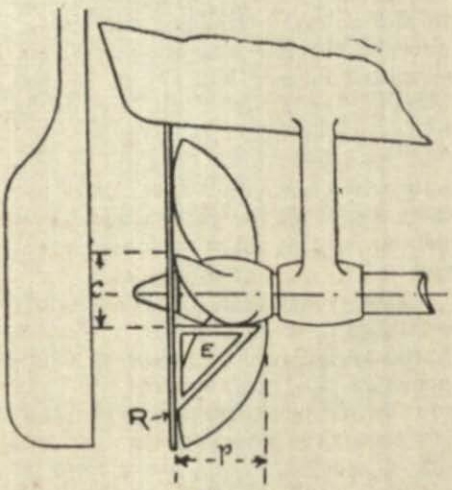


Fig. 14

Entonces el sentido de rotación más generalmente realizado por las hélices cuando el buque efectúa su marcha avante es el siguiente: en el supuesto que se les ve girar estando colocados detrás de ellas, la de estribor gira en sentido de las agujas de un reloj y la de babor en sentido contrario; en una palabra, las paletas de ambas hélices cuando están en su parte superior irán divergiendo.

Cuando son tres las hélices su disposición es la siguiente: la del medio es central y por lo tanto el eje de su árbol está en el plano de la longitudinal, y las otras dos van colocadas simétricamente a uno y otro lado en las mismas condiciones que acabamos

de indicar para la disposición anterior; teniéndose entonces en cuenta que para la rotación dos hélices, la central y la de estribor generalmente, giran en sentido de las agujas de un reloj y la de babor en sentido contrario.

Conviene que tengamos en cuenta que las hélices deben estar ligadas a su árbol de una manera completamente rígida, cosa que lo explica completamente la fig. 12. En ella como se ve, el árbol presenta en una sección troncocónica en la cual se embute el núcleo de hélice. En su extremo existe una parte roscada en la cual se entornilla una tuerca cerrada unas veces por una de sus bases la que se afirma sobre un anillo impermeabilizado por una junta plástica para impedir las filtraciones de agua de mar entre el núcleo y el árbol.

La figura 14 nos permite además darnos cuenta gráficamente del modo como se procede para hallar el paso del propulsor cuando el eje tiene la posición que se indica: Colócase una paleta horizontalmente y se afirma una regla de madera sobre los filos de dos de las paletas, entonces coloca una escuadra larga de modo que esté en contacto con la regla y quede paralela al eje, tocando a la paleta a una distancia igual al radio requerido. El pedazo del paso y arco del propulsor estarán entonces medidos por p y C. Como se conoce para el punto escogido el radio R es fácil proceder de una manera idéntica a la manera como se procedió en el número 85, teniéndose entonces que el paso P será:

$$\frac{C}{2\pi R} = \frac{p}{P}$$

de donde

$$P = \frac{2\pi R \cdot p}{C}$$

15.—Ligeras conclusiones sobre el rendimiento de las hélices.—La mente que nos ha llevado a formular esta lección ha estado alejada de toda especulación elevada, procurando amoldarla únicamente a las necesidades que ofrece la práctica; de modo que para concluír consideraremos algunas conclusiones sobre las causas principales que influyen en el rendimiento de las hélices.

Estas causas pueden expresarse así:

1º. El rendimiento de una hélice disminuye cuando la relación $\frac{B^2}{D^2}$ aumenta en un buque dado.

En este caso, es decir cuando B^2 aumenta, el retroceso de la hélice aumenta. Esta condición es muy digna de tomarse en cuenta en toda embarcación, y aun más en aquellas que deben efectuar remolques.

2º. Con la posición de las hélices respecto a la carena.

3º. Con el sentido de rotación, así: en una instalación con dos hélices se obtendrá un menor rendimiento cuando las hélices giren de modo que sus paletas superiores en la rotación tiendan a ser convergentes.

Una causa más de disminución es la que vamos a considerar por separado en el párrafo siguiente.

16.—Cavitación.—La aplicación de las hélices de pequeño diámetro en los buques grandes cuyos motores son de un poder considerable da lugar a una rotación grande del árbol del propulsor; la que disminuye el rendimiento de la hélice de más en más, llegándose para un cierto valor de la velocidad a pérdidas considerables. Este fenómeno fué observado por primera vez en las pruebas del torpedero inglés "Turbinia", nave que llevaba turbinas como máquinas de propulsión.

Pudo notarse entonces que apesar del desarrollo que se obtuvo en la potencia de las máquinas no pudo obtenerse la velocidad prevista en vista de las características del buque y del paso de sus hélices. Este fracaso condujo a los constructores a realizar una serie de experiencias en la poza de ensayos, que permitieron comprobar, que más allá de una cierta velocidad, aparecían en el borde de las paletas cavidades desprovistas de agua ocupadas solo por aire o vapor, que iban aumentando en volúmen a medida que crecía la velocidad. Esto explicó el por qué de la falta de rendimiento, haciendo ver que habrá un momento, que por perder su contacto con el agua, el resbalamiento de la hélice tiene que tomar valores considerables, y además esto explica también las picaduras que se observan frecuentemente en las extremidades de las paletas, porque entonces bajo los efectos de la depresión que se produce en las cavidades que se producen, el aire que el agua tiene en disolución se desprende y siendo, como es, más rico en oxígeno, produce en el metal una oxidación más rápida.

Sobre el empleo de la radiotelegrafía

En el arreglo de los cronómetros y en la determinación de la longitud.

(Datos de recientes experiencias francesas)

Traducido de la "Rivista Marittima" por el Alférez de Fragata José R. Alzamora.

Por el Teniente de Navío R. Carisio.

(Continuación)

Los resultados de los registros se indican sobre un borrador de la forma siguiente:

Número de la coincidencia	Número de la señal rítmica	Hora leída en el cronómetro		Hora calculada para el instante de la señal rítmica correspondiente.	Observaciones
		A la coincidencia	A la interrupción		
..	1º	..	..	..	
1a.	..	$4^h32^m53^s$	..	..	
..	60º	..	$4^h33^m18^s$	..	Buena serie
2a.	..	$4^h33^m45^s$	..	..	
..	120º	..	$4^h34^m17^s$	..	
3a.	..	$4^h34^m38^s$	..	..	
..	180º	..	$4^h35^m16^s$	..	

El simple examen de este borrador muestra que una sola hora de interrupción, con tal de que sea exacta, puede servir para hallar facilmente la otra hora. De modo pues, que si la hora de la interrupción pudiese con su registro, impedir que se anotase la de la coincidencia, se le puede pasar por alto sin que esto dé lugar a dudas.

Se nota, también, que una misma interrupción puede ser referida a la coincidencia que la precede o a la que la antecede, pero que en los dos casos la hora no es la misma.

Así, por ejemplo, la hora de la 1a. interrupción, referida a la 1a. coincidencia es $4^h—33^m—18^s$, mientras que referida a la 2a. coincidencia sería $4^h—33^m—17^s$. Basta recordar, para esto, que la hora registrada no es la hora exacta del cronómetro en el instante de la interrupción, sino, simplemente, una hora tal que el número de segundos de la diferencia entre ella y la hora de la coincidencia a que se refiere, representa, *en intervalos de señales rítmicas*, el tiempo trascurrido entre la coincidencia y la interrupción.

Así por ejemplo;

$$(4^h—33^m—18^s)—(4^h—32^m—53^s)=25^s$$

significa que entre la 1a. coincidencia y la 1a. interrupción (60), han pasado 25 intervalos de señales rítmicas.

Es también fácil prever que la hora correspondiente a la 1a. señal rítmica es aproximadamente $4^h—32^m—19^s$.

Respecto a los cálculos simples que se deben hacer, ellos consisten:

1º. En determinar la longitud del intervalo entre dos señales rítmicas.

2º. En calcular las horas correspondientes a la 1a. y 180a. señales, y, eventualmente a una cualquiera de las señales rítmicas.

La diferencia de las horas de las coincidencias

$$\left.\begin{array}{l}(4^h—33^m—45^s)—(4^h—32^m—53^s)=52^s\\ (4\ —34\ —38\ )—(4\ —33\ —45\ )=53\end{array}\right\}\ \text{media}=52^s.5$$

nos muestra que el intervalo de las señales rítmicas se ha mante-

nido sensiblemente constante para toda la serie; y puesto que en el intervalo de 52.5^s se tiene 53.5 intervalos de señales rítmicas, se tendrá que el intervalo entre dos señales, *medido en tiempo del péndulo*, será:

$$\frac{52.5}{53.5} = 0^s.981$$

Y desde que la primera señal rítmica ha sido emitida 34 intervalos antes de la primera coincidencia, la hora correspondiente a ella será:

$$(4^h—32^m—53^s)—(34\times0.981)=4^h—32^m—19^s.65$$

Para la 180a. señal, puesto que ella ha sido emitida 38 intervalos rítmicos después de la tercera coincidencia, su hora correspondiente será:

$$(4^h—34^m—38^s)+(38\times0.981)=4^h—35^m—15^s.28$$

Apenas la Torre Eiffel trasmite la hora de tiempo medio de Greenwich correspondiente a la 1a. y 180a. señales, se convierten estas en tiempo sidéreo y se comparan con las arriba indicadas.

Hemos supuesto que el péndulo comparado fuese un péndulo sidéreo, pero si se tratase de un péndulo medio, los razonamientos, las medidas y los cálculos serían hechos de un modo análogo. Sería diferente, como es lógico, el intervalo entre las coincidencias y el intervalo entre las señales rítmicas medidas en tiempo del péndulo a comparar.

Si las señales rítmicas en lugar de tener una duración aproximada de $\frac{49}{50}$ de segundo, tuvieran una de $\frac{51}{50}$ de segundo (o sea que el intervalo entre dos coincidencias es superior a un minuto) se le tendrá en cuenta de al hallar el intervalo entre dos señales rítmicas, porque, en tal caso, el denominador deberá ser inferior en una unidad al numerador.

Como se ha calculado las horas de la 1a. y de la 180a. señales, se puede calcular, evidentemente, las que corresponden a una señal cualquiera, por ejemplo, las de las 60a. y 120a. (que faltan), lo que puede ser de utilidad, como veremos dentro de breve. En tal caso, el cuadro de los registros se completa con las horas calculadas como sigue:

Número de la coincidencia	Número de la señal rítmica	Hora leída en el cronómetro		Hora calculada para el instante de la señal rítmica correspondiente.	Observaciones
		A la coincidencia	A la interrupción		
..	1º	..	..	$4^h32^m19^s65$	
1a.	35	$4^h32^m53^s$	..	..	
..	60º	..	$4^h33^m18^s$	$4^h33^m17^s53$	Buena serie
2a.	88	$4^h33^m45^s$	..	..	
..	120º	..	$4^h34^m17^s$	$4^h34^m16^s42$	
3a.	142	$4^h34^m38^s$	..	..	
..	180º	..	$4^h35^m16^s$	$4^h35^m15^s$	

Los cálculos que se llevan a cabo en el Observatorio de París son idénticos a estos, con la sola diferencia de que a la hora calculada para la 1a. y 180a. señales, precisa aplicar el estado absoluto del péndulo para pasar al tiempo de Greenwich; pero de todos modos, es claro que estos cálculos pueden hacerse y trasmitirse en pocos minutos por todos los observatorios de la Francia para mejorar, cuando sea necesario, la hora del Observatorio de París.

Es importantísimo notar que, ya que las señales rítmicas son señales *simultáneas* para varios observadores, ellas, además de servir para comparar péndulos y cronómetros con la hora de Greenwich, pueden servir para comparar, *entre sí*, péndulos y cronómetros colocados en localidades diferentes, pero en el radio de acción de la Torre Eiffel. En efecto, puesto que las señales se perciben en el mismo instante por varios observadores, si cada uno de ellos calcula las horas del propio péndulo o cronómetro correspondiente a ciertas señales rítmicas (por ejemplo a la 1a. y 180a., o a las interrupciones, o todavía a unas y a otras) comunicándose después recíprocamente los resultados, podrán comparar las horas de sus cronómetros a un mismo instante.

Con este objeto extractamos del folleto—*Recepción de las señales radiotelegráficas trasmitidas por la Torre Eiffel*—el siguiente ejemplo numérico el cual podrá servir para eliminar cualquier duda sobre los procedimientos de observación y cálculo.

Dos observadores situados en las localidades de A y B desean comparar entre sí los dos cronómetros C_A y C_B de tiempo medio. Después de ponerse de acuerdo con la Torre Eiffel, ésta trasmite el 26 de Mayo de 1911, hacia las nueve de la noche, una serie de 300 señales rítmicas con interrupciones a las 60a, 120a, 180a, 240a, 300a. El instrumento trasmisor de las señales se ha regulado de manera que retarde aproximadamente (3) de 1 batido cada 120 segundos de tiempo medio. Desde que los cronómetros a comparar baten el medio segundo, se puede prever, proximamente, una coincidencia cada 60 segundos y, por consiguiente, cuatro o cinco coincidencias en total.

Los procedimientos usados para las observaciones son idénticos a los indicados y los resultados son los que se han registrado en el cuadro siguiente con *caracteres pequeños.*

(Los que se hallan en *caracteres grandes* son elementos calculados en seguida o que se han agregado)

Estación A. 26 de Mayo de 1911. Cronómetro C_A. *Observador* O_A

Número de la coincidencia	Número de la señal rítmica	Hora leída en el cronómetro		Hora calculada para los instantes correspondientes a las interrupciones.	Observaciones
		A la coincidencia	A la interrupción		
..	1	..	..	..	
1a.	..	10 07 40,0	..	..	
..	60	..	10 08 05,0	$10^h08^m05^s,186$	
2a.	..	10 08 47,5	..	..	Faltan algunas señales.
..	120	..	10 09 05,5	10 09 05 ,634	
3a.	..	10 09 55,0	..	..	Algunas señales doble
..	180	..	10 10 06,0	10 10 06 ,082	
4a.	..	10 11 02,5 03,5	..	..	
..	240	..	10 11 06,5	10 11 06 ,526	
..	..	..	..	..	
..	300	.	10 12 06,5	..	Buena serie

Estación B. 26 de Mayo de 1911. Cronómetro C_B Observador O_B

Número de la coincidencia	Número de la señal rítmica	Hora leída en el cronómetro		Hora calculada para los instantes correspondientes a las interrupciones.	Observaciones
		A la coincidencia	A la interrupción		
..	1	..	..	..	
1a.	..	7 01 05.5	..	..	
..	60	..	7 01 05.5	7 01 15,574	
2a.	..	7 02 13.0	..	..	Algunas señales dobles.
..	120	..	7 02 16.0	7 02 16,022	
..	..	..	..	..	
..	180	..	7 03 16.0	7 03 16,463	
3a.	..	7 03 21.5	..	..	
..	240	..	7 04 16.5	7 04 16,911	
4a.	..	7 04 29.0	..	..	
..	300	..	7 05 17.0	..	Buena serie

En lo que respecta a las observaciones se debe notar que a la cuarta coincidencia, al observador O_A le ha parecido que el batido $2^s.5$ estuviese ligeramente en adelanto y que el batido $3^s.5$ estuviese ligeramente en atrazo: es por esto que ha consignado ambos. Además, para el observador O_A entre la 4a. y la 5a. interrupción no ha tenido lugar ninguna coincidencia, es decir, que ha observado en total cuatro coincidencias. También para O_B no ha tenido lugar ninguna coincidencia entre la 2a. y la 3a. interrupción y, además, no ha observado la hora de la tercera interrupción la cual puede ser facilmente reconstruída refiriéndola, por ejemplo, a la segunda coincidencia. Tal hora será pues $7^h—03^m—16^s.0$, puesto que después de la hora de la segunda interrupción, el observador habría contado otras sesenta señales rítmicas. Analogamente, es fácil reconstruír las horas de la 4a. y 5a. interrupción no observadas por O_A, refiriéndolas a la 4a. coincidencia.

Se completan, así, las horas de las interrupciones refiriéndolas todas *uniformemente a la coincidencia que antecede.* Se tiene bien presente, sin embargo, que para referirlas todas o en parte a la coincidencia que sigue, precisa aumentar en medio segundo la hora. Esto se hace siempre en los cálculos porque es conveniente para hallar el número de los intervalos rítmicos. Para ello se hace la diferencia entre la hora de la interrupción y la hora de la coincidencia *más próxima*, dando a tal diferencia el signo algebraico que le corresponde.

Así, por ejemplo, el observador O_A para hallar el número de intervalos rítmicos entre la primera coincidencia y la primera interrupción hará:

$$(10^h—08^m—05^s.0)—(10^h—07^m—40^s.0)=+25 \text{ intervalos}$$

mientras que por el contrario O_B para la 3a. interrupción preferirá referirse a la 4a. coincidencia, o sea la que sigue, por ser más próxima. Agregará, pues, medio segundo a la hora de la interrupción y tendrá:

$$(7^h—03^m—16^s.5)—(7^h—03^m—21^s.5)=—5 \text{ intervalos}$$

Hecho esto, los cálculos se hacen como se indica:

Diferencias entre las coincidencias

Observadas por O_A	Observadas por O_B
$67^s.5$	$67^s.5$
67 .5	68 .5
68 .0	67 .5
Media $67^s.67$	Media $67^s.83$

Las observaciones son buenas y el intervalo rítmico se ha mantenido sensiblemente constante. De aquí

Valores del intervalo rítmico (4)

En tiempo del cronómetro O_A

$$(4)\frac{67.67}{67.67-\frac{1}{2}}=1^s+\frac{1}{2\times(67.67-1)}$$

logaritmo del factor de corrección

$$log\left[\frac{1}{2\times[67.67-1]}\right]=\bar{3}.872$$

En tiempo del cronómetro O_B

$$\frac{67.83}{67.83-\frac{1}{2}}=1^s+\frac{1}{2\times(67.83-1)}$$

logaritmo del factor de corrección

$$log\left[\frac{1}{2\times[67.83-1]}\right]=\bar{3}.871$$

Para comparar los dos cronómetros C_A y C_B se ha convenido, entre las dos estaciones, referirse a las horas de las 4 interrupciones (60a, 120a, 180a, 240,) las cuales se calculan multiplicando el factor de corrección por el número de intervalos rítmicos comprendidos entre la hora de interrupción y la hora de la coincidencia más próxima.

Teniendo en cuenta la convención hecha precedentemente acerca de los signos se tiene:

Estación A

Hora de la interrupción menos la hora de la coincidencia más próxima.	logaritmo de esta diferencia.	logaritmo del factor constante	logaritmo de la corrección	corrección
+ 25	1,398	+ $\overline{3}$,872	$\overline{1}$ 270	+ 0,136
+ 18	1,255		$\overline{1}$ 227	+ 0,134
+ 11	1,041		$\overline{2}$ 913	+ 0,082
+ 3,5	0,544		$\overline{2}$ 415	+ 0,026

Estación B

+ 10	1,000	+ $\overline{3}$,871	$\overline{2}$ 871	+ 0,074
+ 3	0,477		$\overline{2}$ 348	+ 0,022
— 5	0,699		$\overline{2}$ 570	— 0,037
— 12	1,079		$\overline{2}$ 950	— 0,089

NOTA.—El signo de la corrección es el mismo signo de la diferencia de la 1a. columna.

Con estas correcciones se puede completar el cuadro (caracteres gruesos) y los dos observadores, comunicándose los respectivos resultados, pueden hacer la siguiente comparación:

Comparación $C_A - C_B$

$3^h\ 6^m\ 49^s$, 612
, 612
, 619
, 615

Media $3^h\ 6^m\ 49^s$, 614

Los resultados muestran la gran precisión que se puede alcanzar con este género de comparaciones.

III. — Aplicaciones prácticas de las señales radiotelegráficas

La trasmisión del tiempo a distancia es problema interesante bajo numerosos aspectos. Interesa a los ferrocarriles, a la navegación, a los observatorios meteorológicos y seismográficos, a los astrónomos y a los geodestas.

Pero, mientras que en algunos casos el conocimiento del tiempo es suficiente con aproximación de algunos segundos o, a lo más, de algunos décimos de segundos, en otros, por el contrario, se requiere la mayor precisión posible.

Hasta la época presente, la trasmisión del tiempo se efectuaba por medio de hilos telegráficos o por medio de señales ópticas. El telégrafo, por ejemplo, representa para las naciones civilizadas el medio más cómodo para mantener los relós de las ciudades y de los ferrocarriles, arreglados al tiempo de los respectivos husos horarios. Los sistemas telegráficos permitían, pues, alcanzar en la trasmisión del tiempo un alto grado de precisión, siempre que las dos localidades (trasmisora y receptora) estuvieran unidas por un hilo telegráfico.

Los sistemas ópticos, menos precisos que los telegráficos, eran aplicables sólo entre localidades a una distancia tal, que las señales fueran visibles reciprocamente.

Ambos sistemas eran evidentemente incompletos por ser sólo aplicables en determinadas circunstancias; la navegación de altura y las exploraciones terrestres no podían valerse de ellos y la astronomía geodésica podía emplearlos muy raramente y siempre a costa de trabajos largos y complicados. De manera que el día en que la radiotelegrafía, con pasos agigantados, entró en el campo de las aplicaciones prácticas, y la recepción de las señales fué posible a distancias notables, los ojos de todos los interesados se volvieron hacia esta nueva y maravillosa invención de la Ciencia, pudiéndose entrever la solución completa del problema que hasta entonces estaba sin ella. En un breve trascurso de años la esperanza se ha visto completamente realizada.

La trasmisión del tiempo a distancia puede ser empleada para la regulación de los relós o para la determinación de la longitud. Para la regulación de los relós, la radiografía no ha presentado ventajas en los usos de la vida práctica (relós públicos, de ferrocarriles, etc.) puesto que el telégrafo se presta más comodamente para resolver el problema. De la radiografía aprovecharán en el porvenir las islas y los lugares faltos de comunicaciones telegráficas, procediendo a la implantación de estaciones radiotelegráficas en el radio de acción de alguna estación trasmisora. Presentará ventajas para los observatorios meteorológicos y seismográficos, los cuales,

sin recurrir a las observaciones astronómicas, podrán regular sus relós con gran precisión mediante las señales rítmicas, con los procedimientos que hemos sumariamente indicado.

Ventajas inca'culables ha aportado la radiotelegrafía en la determinación de la longitud, las cuales interesan, esencialmente a los marinos, a los exploradores y a los geodestas. Como ya se ha recordado, esta determinación lleva en sí, en todos los casos, dos operaciones distintas: la determinación del tiempo local en los dos lugares, y la trasmisión de la hora del meridiano conocido al meridiano incógnito.

La determinación de la hora local se estudia en la astronomía práctica y se lleva a cabo con métodos e instrumentos apropiados. Así en general, los exploradores y los navegantes la determinan por medio del sextante; los geodestas la determinan por medio de instrumentos más precisos (instrumento de pasajes, telescopio zenital, universal, astrolabio a prisma). La precisión que se alcanza en la determinación depende del instrumento adoptado, de los métodos de observación empleados y del número de observaciones llevadas a cabo.

La trasmisión de la hora puede, de hoy en adelante, hacerse por medio de la radiotelegrafía, pero con esta condición esencial: *que la precisión con que se trasmite la hora sea por lo menos del mismo orden de la obtenida en la determinación de la hora local.*

Examinaremos, ahora, de qué modo se puede obtener esto en cada caso, citando también los resultados de las experiencias llevadas a cabo hasta hoy.

Bien poco diremos en lo que respecta a los *navegantes*. La precisión con que ellos pueden obtener el tiempo local a bordo con el sextante, en condiciones favorables, y aplicando los modernos principios de la astronomía náutica, que consienten la eliminación de los errores de carácter sistemático, puede suponerse de un minuto de arco, o sea, de 4 segundos de tiempo.

La hora del primer meridiano se conserva a bordo mediante cronómetros, hora que, sin embargo, se debe procurar frecuentemente controlar. Son universalmente conocidas las dificultades que tal control presentaba en el pasado y de qué modo se carecía de él por períodos notables de tiempo. Buen número de siniestros marítimos deben atribuírse a grandes errores en el conocimiento de los estados absolutos de los cronómetros.

La trasmisión de las señales horarias mediante la radiotelegrafía resuelve completamente el problema y ya sabemos qué cosa pensar de la precisión alcanzable, la cual es grandemente superior a la que se obtiene en la determinación de la hora local.

Dado el gran radio de acción de la Torre Eiffel, muchas naves se sirven de sus señales horarias para la regulación de los cronómetros. En el Congreso Radiotelegráfico de Londres se propuso una vasta *red* de comunicaciones, de modo que la trasmisión de la hora

del 1er. meridiano estará, dentro de breve, cuotidianamente asegurada en todos los mares.

En Italia se ha confiado la trasmisión de las señales horarias a las estaciones de Mogadiscio y Massaua y se encuentra hecho el estudio de la instalación de péndulos y circuitos necesarios en las dos localidades ya provistas de aparatos radiotelegráficos de gran potencia.

Es bastante fácil imaginar que cuando la red proyectada sea una realidad, los *cronómetros marinos* serán reemplazados por buenos cronómetros de bolsillo, los cuales, pudiendo ser verificados cuotidianamente, responderán perfectamente a su cometido y presentarán las ventajas de la economía y de la facilidad de manejo y de trasporte.

La adopción del sistema lleva en sí, naturalmente, la necesidad de una instalación radiotelegráfica a bordo, instalación que desde hoy poseen todas las naves de guerra y buen número de naves mercantes, número que habrá rapidamente aumentado. Por otra parte, también sobre las naves desprovistas de aparatos radiotelegráficos, es posible, con muy poco gasto, instalar un aparato exclusivamente receptor para obtener las señales horarias y las señales meteorológicas, lo que se puede hacer, aún, en los veleros desprovistos de energía eléctrica.

Los *exploradores*, siempre que *se sitúen* exclusivamente para dirigir o determinar su camino, no tienen necesidad de alcanzar una precisión mayor que la de los navegantes. Ellos pueden, pues, determinar el estado absoluto de su cronómetro (marino o de bolsillo) con las señales horarias emitidas por las estaciones en cuyo radio se encuentran, con la condición de poder *recibir* tales señales, asunto del que hablaremos dentro de breve.

Pero cuando ellos determinan la longitud para fijar la posición geográfica de determinados lugares, obtendrán, ciertamente, ventajas si se sirven de las señales rítmicas. La recepción podrá ser hecha observando *a ojo o al oído* la coincidencia de los batidos del cronómetro con las señales rítmicas. Procediendo así, perderá algún tanto la precisión de las señales rítmicas, pero obtendrá en todos los casos una precisión mucho mayor que la alcanzable con las señales horarias.

Desde que el método de recepción mediante el micrófono no lleva en sí sino un aumento pequeñísimo de material poco voluminoso, los exploradores podrán valerse de ese método más preciso para las observaciones de las coincidencias, y, en este caso, el único error temible es el error de la hora indicada por el Observatorio. Este error puede corregirse, como ya sabemos, puesto que los exploradores, a su regreso, pueden procurarse la hora correcta dirigiéndose al mismo Observatorio.

El problema más serio consiste, para el explorador, en procurarse un aparato receptor, problema que en la práctica es menos

difícil de lo que pueda parecer a simple vista y que hoy día aparenta haber alcanzado una solución práctica verdaderamente simple, merced a los hombres de ciencia franceses que han estudiado el problema con detenimiento. Referiremos, a propósito de esto, algunos datos de la nota presentada por el señor Rothé a la Academia de Ciencias, sobre la recepción de radiotelegramas meteorológicos con antena reducida (Comptes-rendus. 23 de Enero de 1912). Se hizo una serie de experiencias con antenas horizontales o casi horizontales, compuestas de un único hilo de longitud comprendida entre 10 y 20 metros, cuyo punto más elevado estaba comprendido entre $2^{m},50$ y 7^{m}. del suelo.

Los circuitos fueron reducidos a un máximo de simplicidad (Fig. 9). La antena se unía con un self variable y éste con tierra. De las dos extremidades del self se derivaba un circuito que contenía una pila, un detector electrolítico [o de cristales] y un receptor telefónico. Con esta disposición, por efecto de la despolarización del detector, se obtenía, *sin circuito secundario*, una gran diferencia de potencial. Con esta antena se recibió el boletín meteorológico de Nancy, a la distancia de 300 kilómetros de la Torre Eiffel.

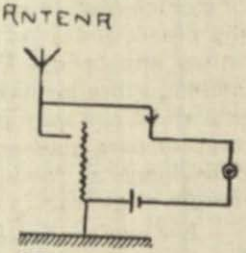


Fig N°9

En experiencias sucesivas el boletín fué recibido con una antena de un solo hilo de 11 metros, suspendida a $5^{m},70$ del suelo, y con una antena de un solo hilo de 22 metros suspendida a $2^{m},50$ del suelo. La recepción fué, además, tan buena como con la gran antena radiotelegráfica de Nancy.

Los requisitos de esta antena deben ser: un buen aislamiento y una buena tierra. Los aisladores pueden ser de vidrio, porcelana, ebonita o, más simplemente, de pedazos de madera impregnados de aceite o parafina en caliente.

El hilo puede ser de cobre, bronce o de fierro zincado; puede ser desnudo o revestido y tener un diámetro cualquiera. Para la suspensión del hilo se puede utilizar chimeneas, torres, edificios, árboles o dos soportes cualesquiera de madera. Cuando las extremidades de la antena están a diferente altura del suelo, es ventajoso que la extremidad libre sea la más baja. Si la localidad lo consiente, se puede tender varios hilos reuniéndolos juntos con el self. La toma de tierra puede ser una cañería de agua o de gas, o a falta de esto, una plancha metálica de medio metro cuadrado de superficie enterrada en terreno húmedo. La línea de tierra debe ser corta.

A pesar de las experiencias citadas se puede imaginar que con antenas reducidas, las distancias de recepción, aunque considerables, serán siempre limitadas y que cuando se encuentren a gran distancia de la estación trasmisora, los exploradores deben ser pro-

vistos de antenas a hilos múltiples de conveniente longitud y de aparatos receptores completos. Para el que entienda de radiotelegrafía sabrá que este material, convenientemente preparado, constituye un pequeño peso de poco volumen. En estos días (1914), si no erramos, debe hallarse en el Congo una misión geográfica organizada por el Servicio Geográfico del Ejército Francés, para la determinación de coordenadas en los lugares del interior. Dicha comisión está provista de un receptor radiotelegráfico de tipo ligero, pero completo y de una escala soporte para la antena, de tipo desmontable (cuyo modelo ignoramos) ideada por un oficial francés. El resto del material científico de la misión se reduce a un astrolabio a prisma y a un cronómetro. Los aparatos de recepción radiotelegráfica fueron experimentados por Bourgeois, antes de la partida de la misión, entre París y Bruselas (5). Dicho señor llevó a cabo comparaciones por medio de señales rítmicas. Los resultados fueron satisfactorios.

Se sabe, también, que la expedición De Filippi, partida para Kashemira, y de la cual forma parte el teniente de navío Alessio, está provista de aparatos de recepción radiotelegráfica, y que se han llevado a cabo acuerdos con el Observatorio de Bombay para la trasmisión de las señales.

No resta, pues, sino esperar los resultados de estos experimentos prácticos.

Antes de abandonar este asunto, observemos que puede acontecer que aunque el explorador se encuentre en el radio de acción de una estación radiotelegráfica, ésta, al no estar unida con ningún observatorio, no tenga cómo conocer y trasmitir la hora correspondiente a las señales enviadas. Esto no obstante, el explorador podrá siempre procurarse los elementos necesarios para la determinación de la longitud, siempre que se busque el auxilio de un segundo observador situado en una localidad X cuya longitud sea exactamente conocida, y siguiendo el procedimiento que va a continuación:

La estación radiotelegráfica, a horas cualesquiera, pero establecidas de antemano, de común acuerdo, trasmite una serie de señales rítmicas sirviéndose de un aparato pendular a contactos eléctricos y de período regulable, aparato que no es difícil estudiar y construír y del cual, sería conveniente que estuvieran provistas las estaciones radiotelegráficas de grande y mediana potencia.

Las señales de esta estación son en este caso *señales simultáneas* para el explorador y para el observador X. Cada uno de ellos determina regularmente el estado absoluto de los propios relós respecto al tiempo local, mediante las observaciones de los astros; después, mediante la recepción de las señales rítmicas, es posible, como ya se ha dicho, calcular las horas de los propios relós correspondientes a determinadas señales, y, a su tiempo, confrontar los respectivos resultados, pudiendo así, el explorador, obtener la longitud buscada mediante la longitud de X.

DEL PERÚ Biblioteca de M. Julio J. Elías Murguía

Las determinaciones de longitudes que llevan a cabo los *geodestas*, son determinaciones de alta precisión. Los métodos y los instrumentos ordinariamente empleados en la determinación del tiempo local, consienten alcanzar la precisión de $\pm$ 0s.01. Del mismo orden debe necesariamente ser la precisión alcanzable en las comparaciones a distancia de los relós, para poder aceptar la radiotelegrafía como sistema conveniente para tales comparaciones.

Tratándose de las señales rítmicas hemos visto ya de qué modo el método de las coincidencias puede, *teoricamente*, alcanzar una precisión aún mayor, con la condición de regular convenientemente la diferencia de período de las señales rítmicas o de los batidos de los relós, y de estudiar bien los circuitos microfónicos por medio de los cuales se perciben los batidos de los relós. El montaje del micrófono a que nos referimos en estas líneas, no permite descender, con utilidad, a diferencias de período inferiores a 1/150 de segundo, diferencia suficiente, no obstante, para alcanzar la precisión requerida por los geodestas. En cambio, las señales rítmicas cuotidianas de la Torre Eiffel, espaciadas 49/50 de segundo pueden ser ligeramente insuficientes; pero, como ya hemos observado, es posible obtener trasmisiones especiales de señales espaciadas 99/100 o 149/150 de segundo.

Luego que se supuso que la precisión requerida era teoricamente alcanzable, no restaba sino obtenerla en la práctica. Con este objeto se llevaron a cabo numerosas experiencias. Referiremos aquí los resultados de un triple experimento que parece resolver netamente la cuestión.

La diferencia en longitud entre París y Bizerta (1550km.), ha sido determinada con la radiotelegrafía por tres comisiones distintas: por cuenta del Ministerio de Marina, del Servicio Geográfico del Ejército y por cuenta del Observatorio de París.

El primer experimento (6) fué llevado a cabo en Marzo de 1911. En la estación de Bizerta operaban el ingeniero hidrógrafo en jefe Driencourt, el jefe de los servicios radiotelegráficos militares Ferrié y el teniente de navío Gignon. En la estación de París: el señor Claude, miembro adjunto de la Oficina de Longitudes, el ingeniero hidrógrafo Pélissier y un oficial de la Torre de Eiffel.

Las señales se trasmitían en los dos sentidos. Con tal objeto fueron construídos dos aparatos pendulares idénticos que batían el medio segundo pero con un contacto eléctrico a cada doble oscilación. El envío de las señales se hacía por series de 300 suprimiéndose las 60a, 120a, 180a, 240a, 300a. Los péndulos se regulaban de manera de retardar un segundo cada ciento veinte. Se trasmitían, en las tardes, siete series: dos de París, tres de Bizerta, dos de París.

El examen de los resultados mostró:

1º. La ausencia de ecuaciones personales apreciables.

2º. Los errores entre las comparaciones de una misma serie,

correspondientes a cuatro pares de observadores, son, en general, inferiores a $0^s.01$, y, más aproximadamente, del orden $0^s.005$.

3º. Que entre dos series *en un mismo sentido* los errores son del orden de $0^s.91$. Falta en la relación el valor final de la diferencia en longitud.

El segundo experimento se llevó a cabo por los astrónomos Lancelin y Tsatsopoulos del Observatorio de París. Se hizo dos series de determinaciones, intercambiándose los dos observadores a París y a Bizerta.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: (7)

1a. serie			2a. serie		
Abril 14	$29^m\ 52^s$	380	Mayo 18	$29^m\ 52^s$	384
„ 15	„	403	„ 21	„	387
„ 19	„	379	„ 23	„	384
„ 20	„	410	„ 25	„	412
„ 24	„	430	„ 29	„	431
„ 26	„	370			
„ 29	„	411			

El peso medio dá: $29^m—52^s.40 \pm 0^s.01$.

El tercer experimento se llevó a cabo por los capitanes Noirel y Bellot del Servicio Geográfico del Ejército (8), simultaneamente al precedente, pero con absoluta independencia de aquél. Se hizo dos series de determinaciones, intercambiándose los observadores. El resultado final fué:

$$29^m—52^s.385 \pm 0^s.01$$

que difiere del precedente en $0^s.015$. En los tres experimentos el tiempo de propagación de las ondas hertzianas resultó de 0.005,0.007,0.005, correspondiente, proximamente a la velocidad de la luz y de un orden despreciable.

De estas experiencias, parece poderse concluír con el señor H. Poincaré, ya fenecido, "que las comparaciones radiotelegráficas por coincidencia son suceptibles de proporcionar en menos de $0^s.01$ la diferencia de hora de dos relós situados en dos lugares cualesquiera comprendidos en el radio de acción de una misma estación radiotelegráfica, y que dichas comparaciones constituyen al mismo tiempo, el método más simple, más preciso y más genial para obtener esta diferencia en la determinación de las diferencias en longitud".

Para terminar estas líneas, observaremos que los métodos radiotelegráficos de trasmisión de la hora se hacen imposibles con las descargas eléctricas atmosféricas, especialmente en los países ecuatoriales. En las trasmisiones radiotelegráficas corrientes, para salvar este inconveniente, la tendencia moderna es recurrir a las emi-

siones musicales que se hacen más fáciles de distinguir entre las descargas, pero con las cuales no se puede obtener chispas solas.

Se ha pensado entonces trasmitir, como señales rítmicas, señales musicales de medio segundo de duración, cuyo principio se toma para la observación de las coincidencias. Las experiencias llevadas a cabo entre el Observatorio de Montsouris y la Torre Eiffel, han permitido establecer que la observación de las coincidencias, con señales musicales, aunque menos precisa que con las señales ordinarias, consiente un grado de precisión bastante suficiente para la determinación de las diferencias en longitud. (9)

El error medio de una comparación aislada resultó de $\pm$ 1/60 de segundo.

Nota.—Al terminar estas líneas hemos tenido noticia de una interesante experiencia de determinación de diferencia en longitud llevada a cabo en 1912 entre el Observatorio de París y el Real Observatorio Belga de Uccle. La determinación se hizo, por control, simultaneamente con la radiotelegrafía y la telegrafía ordinaria. Las observaciones de tiempo se hicieron con instrumentos de pasajes por los astrónomos Viennet en París y Delport en Uccle. A causa del tiempo desfavorable la experiencia duró desde Mayo a Agosto para obtenerse 20 series de medidas. A fines de junio los observadores se cambiaron.

Se tomó todas las precauciones necesarias para eliminar cualquier especie de errores sistemáticos en las operaciones. Las señales rítmicas se emitían por ambas estaciones desde las $21^h.—15^m.$ hasta las $21^h.—40^m.$ La diferencia de período era de 1/85 de segundo proximamente con una interrupción cada 60 señales. Inmediatamente después se cambiaban las señales telegráficas. Con ambos métodos se obtuvo:

$$\triangle L = 8^m—04^s.96$$

con un error medio inferior a $\pm$ $0^s.01$.

Notas del presente artículo

1.—*Anuario de la Oficina de Longitudes para el año 1913. Aplicación de la radiotelegrafía al envío de la hora*, por el comandante Ferrié, páginas B-15 y B-27.

Esta afirmación del comandante Ferrié nos parece pesimista y hemos buscado algún dato concreto. En las *Comptes rendus* del 22 de Enero de 1912 hemos encontrado las siguientes preciosas informaciones acerca de la precisión del conocimiento de la hora del Observatorio de París.

El conocimiento de la hora en el Observatorio está fundado en un sistema de péndulos que comprenden:

1º. El célebre péndulo de Winnerl, llamado *péndulo de sótano*, ya antiguo, y que necesita una importante reparación.

2º. Un péndulo sidéreo de Fénon.

3º. Un péndulo sidéreo de Joseph.

4º. Un péndulo de Riefler.

Este último ha sido obsequiado por un amante de la Astronomía, que ha hecho, además, todos los gastos de la instalación y que no desea ser nombrado.

Este péndulo se ha instalado en los subterráneos del Observatorio a presión y a temperatura constantes. El obsequio comprende, también, un péndulo secundario sincronizado al primero y que sirve, a su vez, para sincronizar todos los péndulos y cronógrafos del del Observatorio, de modo que en un instante cualquiera uno de los péndulos puede sustituír al péndulo Riefler que funciona como *regulador*.

Puesto en movimiento en Octubre, se inició su estudio el 14 de Noviembre en que se determinó el estado absoluto: —1ˢ.54. Desde entonces la aceleración diurna fué proximamente de dos décimos de segundo, y las correcciones *previstas*, comparadas con las efectivamente observadas por un período de tres meses, han mostrado que la media de los errores con los que se obtenía la hora por extrapolación, era de 0ˢ.03.

En los tres meses se tuvo un período de tiempo de 13 días en los cuales no se pudo observar, después de los cuales el error de la hora calculada resultó de 0ˢ.04.

No sabemos, pues, cómo justificar la afirmación de Ferrié, a menos que ella se refiera a época precedente.

2.—La regulación de un péndulo con el objeto de obtener que, *en un instante determinado*, marque una cierta hora establecida, se puede obtener de varios modos. Generalmente se adoptan dos electroimanes por los cuales se hace pasar corriente por un cierto período de tiempo. Dichos electroimanes obran sobre las masas metálicas del péndulo haciéndolo avanzar o retardar en determinada cantidad.

3.—Se sabe que no es muy necesario que el intervalo de las señales rítmicas sea exactamente conocido, puesto que cada observador lo medirá en tiempo del propio reló.

4.—Se recordará que el cronómetro bate el medio segundo y se sabe que las señales rítmicas retardan *proximamente* una batida cada 120 segundos, o sea que proximamente cada 120 segundos (en realidad cada 135ˢ) se tienen 121 (en realidad 136) intervalos rítmicos. Por consiguiente, en el caso actual, para hallar el valor de un intervalo rítmico en tiempo de C_A, precisa considerar que cada 67.67 intervalos rítmicos, trascurren 67ˢ.67—0.5, esto es, 67ˢ.17 de C_A.

5.—Comptes-rendus de la Academia de Ciencias, 1º de Agosto de 1911.
6.—Comptes-rendus de la Academia de Ciencias de 1º de Mayo de 1911.
7.—Comptes-rendus de la Academia de Ciencias de 11 de Diciembre de 1911.
8.—Comptes-rendus, 22 de Enero de 1912.
9.—Comptes-rendus, 1º de Mayo de 1911.

FIN

Campañas navales de los años 1836-39

Por el Capitán de Corbeta
Don Manuel I. Vegas.

I

Acostumbrados estamos a considerar la campaña naval de la última guerra, como la culminante de nuestra Marina, no solo porque ella de por sí y hasta cierto punto merece el título sino por su proximidad a nuestra época. Todas las otras campañas, tan grandes como las de la guerra del 79—83, han quedado oscurecidas o solo de tarde en tarde y entre profesionales aficionados a volver la vista al pasado, se las recuerda; sin embargo de que ellas son suficientes para formar la reputación de mas de una marina que no tenga como la nuestra tantos hechos imperecederos por el valor, la pericia y la constancia desplegadas.

Ni han sido las apuntadas las únicas razones que tienen en injustificado olvido o han postergado en cierto modo en nuestros recuerdos las acciones de una época que, si bien es en parte deshonrosa para nuestros anales políticos, en nada desmerece, navalmente considerada, al

lado de las mas nobles y nutridas páginas de gloria escritas por nuestros marinos: "Hay en las breves informaciones auténticas relativas a esta época una confusión tan desesperante en los nombres de naves y actuación de su personal, que precisa sacrificar muchos hechos por la falta de algun detalle que impide presentarlos completos". Así dice don Rosendo Melo en su "Historia de la Marina del Perú".

El autor de las presentes líneas había caido en la tentación de historiar algo relativo a esas campañas navales y la circunstancia de ser poco conocidas era un mayor aliciente para él; más hasta ahora poco habían fracasado sus esfuerzos. Sin embargo, de cuando en cuando, oía relatar a los viejos compañeros fragmentos de la Historia de esa época y por esa y otras razones comprendía que al fin se pudieran reunir los datos necesarios y poder presentar una relación, aunque somera, bastante exacta de la actuación que a nuestra Armada cupo en aquellos desgraciados sucesos.

Datos recojidos aquí y otros provenientes de las colecciones del "Mercurio" y del "Araucano" existentes en la Biblioteca Pública de Valparaiso, correspondientes a la época y que nos han sido proporcionados por el cariñoso amigo del Perú Mr. Harold Stewart, a quien agradecemos nuevamente, nos han permitido formar las pocas y mal trazadas líneas que verá el que leyere.

II

Los acontecimientos políticos, externos e internos, que tuvieron lugar en los años de 1836 a 1839 con muy cortos intervalos de paz precaria, forman un conjunto abigarrado en extremo. Entremézclanse las revoluciones con la intervención extrangera, ya en forma de reivindicacion, ya de restauración de dudosos principios y aun cuando toman parte en ellos tres naciones, nunca presentan el caracter de guerra netamente nacional.

Perú, Bolivia y Chile se combaten obstinadamente. El objetivo es la supremacía en el Pacífico Sur. Perú y Bolivia quieren unirse, mejor dicho, Santa Cruz quiere unirlos. Muchos peruanos ciegos y ambiciosos se oponen a la unión. A Chile no le conviene. Para este país la cuestión es de vida o muerte; no podía aceptarla pacíficamente. Debía, pues, luchar con todas sus fuerzas hasta separarnos. Esto debemos reconocerlo.

Pero lo admirable no es que Chile nos combatiera, sino la ceguera de Santa Cruz y la de los peruanos que le combatieron; estos por no comprender la importancia del movimiento; aquel porque no alcanzó a vislumbrar siquiera la importancia del papel que a la Marina iba a caberle en la defensa de su grandiosa construcción política desde el momento que su único contrario tenía que ser Chile. Y si vislumbró, como hábil político que era, esa oposición a su magno proyecto: ¿porqué no encontró la forma de cruzarse en el camino de sus opositores o no tuvo el talento de organizarla? A parte de otras causas, la principal estriba en la ignorancia manifiesta, en oposición a la clarividencia de los gobernantes chilenos, que con muy pocas ecepciones manifestaron siempre los del Perú en todo lo que a Poder Naval se refiere. Castilla que es una ecepción a esta regla, aprendió con su genial intuición y precisamente en la guerra que narramos, a mirar la preponderancia peruana como una cuestión marítima por excelencia.

Santa Cruz se equivocó inmensamente, aunque en su favor se puede decir que tuvo que luchar contra los enemigos interiores también.

Por aquella época era difícil señalar el campo genuinamente peruano, al menos para los cortos de entendimiento o para los ambiciosos y vemos a nuestros compatriotas combatiendo, ya en las filas chilenas contra Santa Cruz a quien sin razón llaman "extrangero", ya en las filas de éste contra Chile y por último en las peruanas de Nordistas contra Sudistas.

Santa Cruz y Orbegoso combaten a Salaverry y terminan por separarse. La Fuente, Gamarra, Castilla, Vidal

y tantos otros acompañan a los chilenos. No nos extrañemos pues, si en el curso de esta narración encontramos marinos peruanos embarcados en los buques chilenos y batiéndose contra sus connacionales y compañeros. Solo teniendo muy presente este inevitable exordio podremos comprender los hechos que vienen.

III

Ya dijimos que la Confederación Perú-boliviana fué considerada por los chilenos como una evidente amenaza para sus mas vitales intereses, asi como para nosotros, peruanos y bolivianos, era la realización de una grandiosa esperanza acariciada desde los aciagos días en que Bolívar separó la que estaba y está llamada a formar una sola y gran Nación.

Era, pues, bien claro que Chile no se dormiría y efectivamente, el gobierno de Prieto, del que era Ministro de Marina el notable hombre público Dn. Diego Portales, se dió plena cuenta de la situación y preparó los medios de enfrentarla.

Al comenzar las hostilidades en 1836, la marina chilena solo se componía del bergantin "Aquiles", la goleta "Colocolo", la fragata "Esmeralda" y algunos otros buques de menor importancia.

La escuadra peruana, aunque compuesta de buques viejos y desatendidos, en estado de desarme, especialmente los que se hallaban en el Callao y con su personal dividido ya desde el año anterior porque en gran mayoría tomó partido por el general Salaverry contra Santa Cruz, era sin embargo mas fuerte: la componían la fragata "Monteagudo"; las corbetas "Confederación" y "Socabaya", los bergantines "Congreso", "Orbegoso", "Arequipeño", "Junin", "Flor del Mar" y "Catalina"; la barca "Santa Cruz" y las goletas "Peruviana", "Yanacocha" y "Limeña"

La situación de ellos, al estallar la guerra, era la si-

guiente: "Flor del Mar", "Catalina" y "Limeña" en Guayaquil en donde se les reunió después el "Congreso" que fué primero del Callao a Payta con la "Yanacocha". 'Monteagudo", "Santa Cruz", "Orbegoso", "Arequipeño" y "Peruviana" en el Callao. Los demas en el Sur.

Comenzó Santa Cruz por cometer dos de sus primeros errores marítimos: mantuvo dispersa la escuadra conforme acabamos de ver y entregó a la "Monteagudo" y al "Orbegoso" a una expedición que con el general Freire a la cabeza iba a revolucionar a Chile para donde salieron el 7 de julio de 1836.

Largo sería enumerar los incidentes que trajeron como resultado la captura de esos buques en Chiloé por el gobierno chileno y, por otra parte, si bien el hecho de por sí no puede silenciarse,porque se vea cómo se fué incubando el inmerecido desastre de la marina y ademas, porqué fué un golpe fuerte para ésta, con el consiguiente refuerzo aportado a la chilena; no importa tanto a la narración pues la cosa pasó entre chilenos. Agregaremos sí, que la "Monteagudo" era uno de los mejores buques peruanos como que desplazaba 980 toneladas e iba armada con 20 cañones.

Conocedores los chilenos (por los datos que recojieron de los prisioneros, sus paisanos de la "Monteagudo" y "Orbegoso") del estado de dispersión en que quedaban los buques nuestros y sobre todo, del desarme de la división fondeada en el Callao, se decidieron a tentar un golpe de mano muy propio de su acostumbrada política. Zarparon con destino al Callao el "Aquiles" y la "Colocolo"; pero, para mejor ocultar sus designios, venia en esa flotilla el Coronel Victoriano Garrido con el caracter de "Comisionado" del Gobierno chileno. El "Aquiles" enderezó su rumbo a la isla de San Lorenzo y navegó sin novedad hasta el 17 de Agosto en que desarboló del mastelero de gavia y del sobre de proa. El 21 de Agosto en la mañana daba fondo en el Callao. Nada dejaba esperar que un buque con ministro diplomático a bordo fuera capaz de la felonía cometida a las 12 de la noche de ese mismo día.

A esa hora se desprendían de los costados del "Aquiles" cinco botes tripulados con ochenta marineros y soldados. Sin la menor resistencia como que los buques peruanos estaban en desarme y sin gente y uno de ellos (que por eso no lo llevaron) el "Congreso", desarbolado y sin cubierta; se los apropiaron y sacaron a fondear cerca del cabezo de San Lorenzo. Al día siguiente y con la natural sorpresa e indignación de nuestro gobierno, se recibió de Garrido la siguiente nota dirijida al Ministro de Guerra y Marina: "La inexplicable conducta del gobierno peruano, ha obligado al mío a tomar por su propia defensa las medidas de que V. S. tendrá noticias por otros conductos. La intención del gobierno de Chile es retener los buques de que me he apoderado como prenda de las disposiciones pacíficas de la República peruana y con la mira quizas de devolverlos en el momento en que se le den suficientes garantías de paz."

Con esta nota se terminaba un hecho del cual el historiador chileno Vicuña Mackenna dice en su obra "Diego Portales": "La sorpresa del 21 de Agosto de 1836, en plena paz, en el Callao, es uno de los actos mas odiosos que puedan practicar desleales vecinos. Deshonroso atentado que se calificó de proeza heroica."

El día 2 de Septiembre partían los chilenos con los buques capturados tan inicuamente; mas sea como fuere el hecho resultaba un duro golpe para nosotros que por imprevisión habíamos reforzado en esta vez como en la anterior a la despreciable marina enemiga.

El 19 de Octubre del mismo año zarparon del puerto de Valparaiso con destino al Callao cinco buques chilenos: la "Valparaiso", comandante Bynon (inglés) con la insignia del Almirante argentino Blanco Encalada, jefe de la expedición; "Aquiles" al mando del inglés Simpson; "Monteagudo", comandante Martínez; "Orbegoso", comandante Díaz y la "Colocolo". Quisieron recalar en son de paz al Callao, sin duda para intentar una nueva felonía; pero el General Santa Cruz les negó la entrada y se encendió de nuevo la guerra.

Hasta dónde pueden llegar el cinismo y la desver-

güenza en las relaciones de pueblo a pueblo, vamos a verlo ahora. Refiriéndose al rechazo antedicho, finjiendo olvidar la felonía del 21 de Agosto y en comunicación al general Herrera, gobernador del Callao, decía Blanco Encalada: "Negar la entrada a la Escuadra chilena a un puerto de un Estado amigo y al tiempo mismo de conducir un Ministro Plenipotenciario, me parece un acto positivo de hostilidad que no alcanzo a comprender....." Esto decía el almirante chileno cuando en la comunicación del gobierno Peruano se le notaba claramente que el motivo del rechazo debía verlo en lo ocurrido el 21 de Agosto.

Como antes dijimos, los chilenos sabían que la escuadra peruana estaba dispersa y con el fin de sorprenderla así debilitada salió la escuadra enemiga con destino a Guayaquil. El 12 de Noviembre fondeaba en la Puná, horas despues del arribo del bergantin peruano "Congreso" que iba a reunirse con el "Flor del Mar", el "Catalina" y la goleta "Limeña".

Intimaron los chilenos rendición a los nuestros en vista de su debilidad pero la pretensión fué rechazada. El 9 de Febrero salieron los buques peruanos y fondearon sin novedad en la boca de Chupadores a unas cinco millas de los chilenos. Los días subsiguientes hasta el 13 estuvieron los peruanos engañando al enemigo con falsas maniobras para despistarlos del verdadero sitio por donde pensaban salir y en el intervalo no se atrevió la fuerte escuadra enemiga a atacar a la nuestra. El 13 a la media noche se dieron a la vela los peruanos saliendo por la boca de Maquillana. Fué tan completa la sorpresa que los chilenos vinieron a darse cuenta de ella sólo el 15, y despechados se remontaron hasta Valparaiso. Aquí permítaseme una pequeña digresión: no he podido saber quién mandaba nuestra flotilla, ni los comandantes de cada buque, ni otros detalles importantes. Invito a mis compañeros a que me ayuden a aclarar este punto interesante de nuestra historia naval.

Mientras tanto Blanco Encalada había regresado con el "Aquiles" y la "Valparaiso al Callao en donde a la vez que el ministro Egaña entretenia con falsas negociacio-

nes al gobierno peruano, los buques chilenos estaban en son de bloqueo.

El 21 de Enero de 1837 y aprovechando de la neblina salieron del Callao varios balandros armados en guerra, atacaron y rechazaron a los chilenos despues de causarles algunos daños. Dos horas despues de este combate, la "Valparaíso" con Blanco Encalada a bordo, se dirijió a Huacho a tomar agua y de ahí a Valparaíso.

En el intervalo de los sucesos ya narrados, perdimos otro buque: la corbeta "Libertad" mandada por el ecuatoriano Gervasio Santillan y cuyo piloto era el holandés Leoncio Señoret a quien encontraremos mas adelante al servicio de la escuadra chilena; navegaba con rumbo a Guayaquil para reforzar a nuestra flotilla cuando una noche amarraron a Santillan y lo dejaron en Payta junto con los pocos peruanos que, desde luego, no quisieron plegarse al movimiento, aunque ejemplos no les faltaban. De Payta se dirijió la "Libertad" a Valparaíso a reforzar una vez mas a la escuadra enemiga.

IV

El día 15 de Septiembre de 1837 salía de Valparaíso una flota de transportes trayendo al ejército chileno mandado por Blanco Encalada, transformado ahora en General terrestre. Escoltaba a los transportes una escuadra compuesta por el "Aquiles" con el jefe de ella Capitán de Navío Robert Simpson, "Libertad" comandante Bynon; "Monteagudo" comandante Martínez, "Santa Cruz" comandante Boterin (peruano), "Valparaíso" comandante B. Martínez; "Arequipeño" comandante Diaz. Mandaba el convoy de transportes el Capitán de Navío Pablo Délano. Como se vé, de esta fuerte escuadra, cuatro buques, acaso los mejores, habían sido peruanos.

Despues de dos días de permanencia en Arica, puerto en donde habían tocado por víveres, aparejó esa gran flota con destino a Islay, punto elejido para desembarcar el

ejército y llegó el 22 de Septiembre. Despues de muchas vacilaciones resolvieron efectuar el desembarco en las caletas de Quilca y Aranta. La corbeta "Libertad" y los transportes que conducían caballos, se dirijieron entonces a Aranta y el "Aquiles" con el resto del convoy a Quilca. Al recalar, las fragatas "Carmen" y "Colcura" forzando de vela trataron de tomar el fondeadero antes que los demas buques, y al orzar para dar fondo, se varó y destrozó en las rocas de la playa el primero de los buques nombrados perdiendo la gran cantidad de provisiones y pertrechos que traía. La "Libertad" rompió sus cadenas en la noche y estuvo a punto de varar, pero al fin pudo dar la vela y dirijirse a Quilca.

El 17 de Noviembre de 1837 o sea a los 47 días del desembarque regresaba a su Patria el ejército chileno, embarcándose por la misma caleta de Quilca despues de ajustar el tratado de Paucarpata.

Veamos ahora qué había hecho mientras tanto la escuadra peruana. Si bien ignorante del paradero de la enemiga no estuvo inactiva.

Para hostilizar a las costas enemigas se preparó una escuadrilla compuesta de las siguientes naves: "Socabaya" al mando del Capitán de Fragata Don Juan José Panizo; "Confederación" comandante Jorge French y el bergantin "Congreso" a las órdenes del Capitán de Corbeta Domingo Valle Riestra. Estos dos últimos jefes tenían como segundos a los tenientes Rosendo Carreño y Ramón Azcárate respectivamente. Todos estos jefes y oficiales habían sido educados en la escuela de Guise el fundador de nuestra marina y Azcárate acababa de llegar de Chile en donde había sido Subdirector de la Escuela Naval y con el grado de Capitán de Fragata.

Acasó parecerá a algunos inútil esta larga digresión: no lo es sin embargo. Primero porque se sepa y se recuerde a los compañeros de quienes la nación entera tiene sobrados motivos de orgullo. Segundo para que se comprenda mejor la nueva torpeza cometida por el gobierno de entonces: a la cabeza de tal escuadra y tales marinos se puso al general Trinidad Moran convertido por obra y gra-

cia de Santa Cruz en Almirante. Si la expedición no fué un fracaso como vamos a ver, debido fué al buen tino de Moran que se dejó dirijir en todo por los marinos y muy especialmente por Panizo y Valle Riestra.

Reanudemos nuestra narración. Las instrucciones dadas a la escuadra eran amplias pues si bien se le señalaba como objetivo principal las operaciones de Corso tambien dejaban libertad para proceder en "otras operaciones que pudieren presentarse"

Con esto arrumbó la flotilla a las costas chilenas.

En la madrugada del 13 de Noviembre de 1837 se presentaron los buques peruanos delante de la isla Juan Fernandez; pero solo al día siguiente fondearon en el puerto Intimaron la rendición, fué aceptada, libertaron a los presos políticos chilenos internados allí y el día 15, llevando a los prisioneros, armas etc. se hizo de nuevo a la mar nuestra flotilla y se presentó el 23 en Talcahuano.

Dejando al "Congreso" en la isla Quiriquina avanzaron la "Confederación" y la "Socabaya" hácia el surjidero y al estar a distancia conveniente de tierra, destacaron cuatro botes con gente suficiente para hostilizar al pueblo. Trabaron combate con las fortalezas que no fueron obstáculo para impedir el desembarque de los nuestros. El Intendente de Concepción, General Bulnes, noticiado de lo que en Talcahuano sucedía, destacó fuerzas de esa ciudad con las que despues de un recio combate y siendo mas numerosas rechazaron a las nuestras que en el intervalo habían ya cumplido su objetivo dañando algunos edificios del gobierno. Perdimos un oficial y algunos marineros como así mismo los chilenos. Regresada la gente a bordo, los buques peruanos se mantuvieron por algún tiempo mas en el fondeadero y fueron despues a reunirse con el "Congreso" que ya había hecho buen acopio de las reses que en la Quiriquina abundaban.

Al día siguiente salió la escuadra mar afuera y cruzó ante el puerto a unas cuatro o cinco millas de distancia hasta que al ponerse el Sol arrumbó al puerto de San Antonio cerca de Valparaiso y llegó el 28 a las siete de la ma-

ñana. La "Confederación" y la "Socabaya" apresaron al bergantin chileno "Felix Inteligente" cargado de maderas.

A su vez el bergantin "Congreso" se había destacado del resto de la flotilla para voltejear cerca de Valparaiso por donde apresó a la barca "Fletes". El 31 de Noviembre se le avistaba desde el vijía de Valparaiso dando caza a otro buque que a toda vela se dirijía al puerto, y que persiguió audazmente hasta venir a distancia de dos tiros de cañón de la batería de "Playa Ancha" como literalmente dice "El Mercurio" que comentaba este suceso en su edición del 1o. de Enero de 1838.

Despues viró el bergantin y fué a reunirse con sus compañeras que iban ya con rumbo al Norte. El 5 de Diciembre recaló la "Confederación" en Huasco y destruyó la Aduana y el día siguiente, en compañía de la "Socabaya", entraron a Copiapó. De allí arrumbaron directamente al Callao.

Sabedor el General Santa Cruz del feliz resultado que con tan pobres medios obtuvieron nuestros marinos en esa campaña, expidió desde la Paz una proclama dando cuenta del éxito de la expedición.

Con el tratado de Paucarpata tuvo Santa Cruz una tregua que bien pudo aprovechar para reforzar y reoganizar su marina. Ya veremos si lo hizo y con qué resultados.

V

No bien pudieron los chilenos estar listos otra vez, cuando repudiaron el tratado antedicho en cuyo artículo 3o. se estipulaba la devolución de la "Santa Cruz", el "Arequipeño" y la goleta "Peruviana".

Esta con el bergantin transporte "Napoleón" había zarpado de Valparaíso el 14 de Septiembre, esto es, un día antes que el convoy que condujo a nuestras costas al ejército de Blanco Encalada. Segun las instrucciones del co-

mandante de la goleta Teniente 1º. Tomas Ruedas, debía tocar en Copiapó y despues en Cobija siguiendo al Norte en cumplimiento de instrucciones que en pliego cerrado se le dieron. El 6 de Octubre zarpaba de Cobija y el 17 tocaba en Islay continuando al Norte con el fin de hostilizar al comercio de cabotaje peruano.

El 15 de Noviembre recalaba la "Peruviana" al puerto de Santa en busca de leña y agua y perdió catorce hombres que en la lancha del buque abordaron a tierra y fueron aprisionados por las milicias del lugar. Volvió entonces al Sur con la intención de encontrarse con buques de comercio; pero aunque tuvo dos a su alcance no pudo apresarlos.

El 21 de Diciembre arribó a Pisco en busca de víveres y allí el gobernador, siguiendo instrucciones del comandante militar de Ica, le dió los suficientes para que fuera al Callao en donde fondeó el 31 a las 9 y 30 de la noche. El 1º. de Enero fué llamado a Lima el oficial chileno y el Ministro de Guerra y Marina le participó que en virtud del tratado de Paucarpata debía entregar su buque, lo que no entraba en las intenciones de Ruedas el cual se vino al Callao deseoso de partir cuanto antes; pero, a pesar de que estaba listo pues en esa misma mañana y rompiendo la neutralidad, le proporcionó víveres el comandante del bergantin de guerra frances "Bijou", la corbeta "Confederación" se le había puesto al costado resuelta a no dejarlo salir. Sin embargo, creyendo a los nuestros desprevenidos, largó la cadena por la mano y se hizo a la vela. Como el buque valía la pena de cogerlo entero, la "Confederación" no le hizo fuego sino que destacó botes a su alcance y despues de una pequeña resistencia en que los chilenos tuvieron cinco bajas y los nuestros dos, fué obligado a rendirse.

VI

Rechazado por los chilenos el tratado de Paucarpata;

en los primeros días de Enero de 1838 zarpaba de Valparaiso con destino a nuestras costas una escuadra chilena compuesta del "Aquiles" con la insignia de Simpson quien traía como segundo al Capitán de Corbeta peruano Dn. José de la Haza; la "Libertad" comandante Bynon, la "Valparaiso" al mando de Pedro Martínez Díaz; la "Monteagudo" comandante Pedro Martínez Arredondo; y el bergantín "Arequipeño" mandado por Buenaventura Martínez Díaz.

Al amanecer del día 13 de Enero, navegando al Sur de Islay avistaron dos velas que parecían ir en demanda del puerto. Reconocidas despues resultaron ser dos bergantines, uno de ellos mercante, el otro no pudieron precisarlo. Este era el bergatin "Junin" perteneciente a la escuadrilla de Panizo que estaba en Islay. Habíase destacado para ir a Cobija; pero como en el camino se enterara de que los chilenos venían al Norte se había apresurado a volver a Islay con el fin de prevenir a Panizo que con la "Socabaya" a sus inmediatas ordenes y el "Fundador" (antes "Congreso") a las de Valle Riestra había quedado en el puerto.

Avistados los buques enemigos, levó anclas la escuadrilla peruana y salió en demanda del "Junin" cuyo pesado andar no le bubiera permitido librarse fácilmente de la persecución del poderoso enemigo. A su vez los chilenos destacaron a la "Libertad" que era la mas velera con el objeto de reconocer a los nuestros, lo cual visto por Panizo se dirijió resueltamente sobre ella y la habría destruído a no ser por la pronta llegada del grueso de la escuadra enemiga.

Entonces la nuestra comenzó a batirse en retirada teniendo que acortar vela y detenerse a menudo para dar lugar a que el "Junin" se salvara por lo que la distancia entre las escuadras enemigas se estrechaba cada vez mas.

Los chilenos, con ganas de batirse dada su gran superioridad en buques y armamentos, venían con todas sus velas cazadas, en línea sus cinco buques y parecía iban al fin a cojer al "Junin".

"Comprendiolo así sin duda el jefe peruano, (parte del almirante Simpson) pues concibiendo de pronto una resolución feliz, viró sobre nosotros con la "Socabaya" y el "Fundador", a la vez que hacía señales al "Junin" para que siguiese su rumbo. Tres bordadas dieron de este modo los buques peruanos, dando y recibiendo fuego de vuelta encontrada".

Agrega el jefe anglo-chileno que no obtuvo la victoria "tanto por haber faltado la "Libertad" a tres viradas consecutivas, como por ser dueño el enemigo del barlovento, lo que dejaba a su arbitrio empeñarse o nó en un combate cerrado". A esto podemos decir nosotros que la "Libertad" manejada por marino tan experto como el inglés Bynon, falló sin duda las viradas por torpeza momentánea de su jefe o porque fué él quien no tuvo ganas de empeñarse en combate cerrado pues su buque "era tan manuable y dócil como un bote. Al virar por avante partía sobre el viento sin perder la velocidad adquirida, que conservaba al conformar el aparejo sobre la otra amura" como se había comprobado siempre en el tiempo que aquel buque perteneció a nuestra escuadra y muy principalmente cuando, mandada por Panizo, ganó el combate de Malpelo en 1829. En cuanto a lo segundo, podemos añadir que la maniobra de tomarse el barlovento o conservarlo era aquella en que se demostraba mas la pericia marinera de un Jefe de Escuadra.

Habiéndose perdido de vista el "Junin" reanudó su retirada el gran jefe peruano, batiéndose siempre y aunque la noche que siguió al dia del combate era extremadamente oscura las escuadras enemigas mantuvieron el contacto hasta las nueve; pero al amanecer ya se les había escurrido Panizo a los chilenos. Solo que estos jamás se imaginaron que nuestra escuadra se metiese de nuevo a Islay.

Las maniobras de Panizo no solo fueron coronadas por el éxito táctico mas cumplido, dada su gran inferioridad numérica, sino que tambien ganó la partida estratéjica ya que comprendiendo la desorientación de los chilenos, se metió, como hemos dicho, en Islay a muy corta distancia del lugar del combate mientras el experto in-

glés Simpson creyó que, a las sombras de la noche, su rumbo hubiera sido aquel que lo llevara a guarecerse al amparo de los cañones del Callao.

Esto se deduce facilmente puesto que si los chilenos supieran o imaginaran siquiera que Panizo quedaba en Islay hubiera sido imperdonable y fuera de toda lógica no atacar a una debil flotilla fondeada (aunque estuviera, como lo había probado, magistralmente mandada) contando con cinco poderosos buques; a no ser que lo de la tarde les hubiese robado lo cara que sería la victoria o que ésta era muy dudosa.

Pero no solo obtuvo Panizo el éxito dicho. El Almirante chileno llegó a la vista del Callao y como no encontró a la flotilla peruana temió que ésta se hubiese remontado a chile lo que hubiera sucedido a tener nuestro inteligente y bravo marino la debida autonomía.

Salió el chileno con todos sus buques en demanda de sus mares con lo cual, al menos momentaneamente, quedaba libre del bloqueo la costa de la capital.

Un mes despues del combate ligeramente reseñado, se presentó Panizo en el Callao. A pesar del poco tiempo que estuvo Simpson en este puerto se enteró por un pescador de la salida, el día 16, de la corbeta "Confederación" con el General boliviano Ballivian y su familia. Al poco tiempo de caza la "Libertad" se destacó de los demas buques y recibió la rendición que, por temor a los daños y sustos de su familia, ordenó el general efectuara la corbeta. Nuevamente, pues, caía del modo mas barato, otro buque de guerra peruano en poder del enemigo.

Aquí no podemos menos que permitirnos una nueva digresión: mientras se empleaba la buena corbeta en transportar a una familia por elevada que fuese su condición política y social se había restado a la débil división naval de Islay de una unidad que a haber asistido al combate en las afueras de ese puerto y dadas las condiciones que adornaban a los jefes de nuestra flotilla nos hubiera dado una brillante y completa victoria sobre los chilenos.

Debemos notar tambien que en esta larga guerra tan digna, en su parte naval, de ser estudiada y escrita por

MUSEO NAVAL DEL PERÚ
Biblioteca
Julio J. Elías Murguía

otra pluma que no la mía, los marinos peruanos lucharon contra ingleses en su mayoría secundados ademas por otros marinos peruanos enemigos de Santa Cruz.

VII

Mientras tanto éste que se preocuba mas de proclamas que de hechos y entregaba tan facilmente la escuadra a la ambición chilena; decretó un bloqueo risible de las costas enemigas al cual respondió el gobierno de ese país estableciendo de hecho el de nuestras costas, con una escuadra mandada por el Almirante peruano Carlos García del Postigo y en la que de cinco buques, tres eran mandados por los marinos ingleses Bynon, Henson y el holandés, traidor al Perú, Leoncio Señoret.

En el establecimiento del bloqueo hallaron los chilenos muchas dificultades de parte de las escuadras inglesa, francesa y yankee que a la vez que favorecían a aquellos en todo lo concerniente a darles datos, víveres etc., no permitían el bloqueo por librar su comercio y nada mas. Se dedicaron, pues, los chilenos a hostilizar los puertos indefensos cercanos al Callao.

El 10 de julio del mismo año salía de Valparaiso el General Bulnes con el ejército chileno y los peruanos opositores a Santa Cruz en una flota de 26 transportes escoltados por la escuadra de Simpson compuesta con la "Confederación", "Monteagudo", "Santa Cruz" y "Janequeo".

El 8 de Agosto desembarcaban tranquilamente en Ancón al ejército y la escuadra se dividía en dos divisiones de las cuales la primera vino a reforzar a Postigo frente al Callao.

El 17 se acercó Postigo a tiro de las baterías de la plaza y despues de reconocerlas así como a los buques fondeados: "A las once de la noche (dice Postigo en su parte escrito a bordo de la "Libertad"—Agosto 18 de 1838) se destacaron de la división las fuerzas mandadas por Señoret y Angulo con el fin de tomar a la corbeta "Socabaya"

y al bergantin "Fundador" que en estado de desarme yacían cerca del muelle". No obstante esto, la débil tripulación de nuestros buques se defendió tenazmente por mas de dos horas y solo pudieron los chilenos sacar a la corbeta pues el bergantin fué hundido por sus tripulantes

El 30 de Agosto llegó la "Valparaiso" a Pisco y su jefe Capitán de Corbeta Martínez Díaz con 30 marineros, el Teniente 2o. Goñi y el contador fueron apresados al saltar a tierra. Un bote que envió el segundo del buque a indagar por la suerte de sus compañeros, fué rechazado.

Aunque los chilenos habían organizado el gobierno de Gamarra en Lima, Orbegoso se encerró en los castillos del Callao y los chilenos decretaron y establecieron nuevamente el bloqueo de este puerto, bloqueo que tampoco quisieron reconocer los almirantes extrangeros. Por último el incidente Mc Lean obligó al Almirante inglés Ross a colocar sus buques "President" e "Incogene" a ambos costados del "Libertad" buque almirante chileno que estaba en el cabezo de la isla de San Lorenzo.

Dada la satisfacción interpuesta, se retiró el inglés.

Los acontecimientos que siguen despues, salvo la devolución, al gobierno de Gamarra, del bergantin "Arequipeño" por parte de los chilenos; no tienen mayor importancia.

VIII

Viendo Santa Cruz que los chilenos desocupaban el Callao para internarse en la sierra con el fin de seguirlo, se vino de allá y ocupó Lima y poco despues el Callao dedicándose, ya muy tarde por desgracia y despues de la experiencia de tres años de guerra, a la formación de una nueva escuadra. Felizmente el personal no escaseaba mucho y se hizo de los buques "Esmond", "Shamrock o "Smack" y "Perú" dándoles por jefe al Capitán de Navío Blanchet.

A los pocos días de quedar listos los buques antedi-

chos salió Blanchet en demanda de la escuadra enemiga que al mando de Bynon y compuesta del "Aquiles", "Colocolo" y "Janequeo" mantenía el bloqueo del Callao.

En las afueras de San Lorenzo se trabó el combate el 24 de Noviembre de 1838 y previo un cambio de balas que duró dos horas los buques peruanos regresaron a su fondeadero despues de rechazar a la escuadra bloqueadora y obligarla a desistir del bloqueo retirándose a Barranca.

Esta circunstancia fué aprovechada hábilmente por Blanchet, quien salió audazmente del puerto. Los chilenos supieron este acontecimiento el día 30 en que hallándose el "Aquiles" como a las cuatro de la mañana un poco al Sur del islote "El Pelado" habló con la corbeta americana "Falmouth" que había salido el día antes del Callao. Su comandante, metiéndose en lo que no debía, informó al inglés Simpson que mandaba el "Aquiles", no solo de la salida de los nuestros sino de su destino e instrucciones segun se decía en el Callao. Pero si criticamos la conducta del americano que, acaso por parentezco de raza, favoreció al jefe chileno no menos criticamos lo que ha sido siempre una de las características peruanas: la publicidad de las operaciones de mar y tierra.

Con tales noticias resolvieron los chilenos tomar la vuelta del Norte para proteger a sus transportes y en tal sentido navegaron el "Aquiles", Valparaiso", Colocolo" y "Santa Cruz".

Mientras tanto, tres días despues de la salida de la escuadrilla peruana, sorprendió en Supe al bergantin "Arequipeño" y sin darle tiempo para orientar sus velas lo rindió. Recuperábamos y a la luz del día como la vez anterior, otro de los buques peruanos tan inicuamente tomados por los chilenos.

Tripulada la presa eran ya cuatro nuestros buques y al día siguiente capturaron dos transportes chilenos el "Zaldivar" y el "San Antonio", que fueron incendiados por no haber gente con que tripularlos "Sin haber extraído nada útil de aquellos barcos en los que no se encon-

tró otra cosa que charqui fétido y miseria" dice el jefe peruano en su parte.

No se contentó con esto nuestro Almirante sino que siguió al Norte en busca de los buques de Bynon.

En Santa los encontró en superior número, reforzados por Simpson, entonces,a las 5 de la tarde arrumbaron los nuestros al Oeste y "la corbeta "Edmond" que era de superior andar se enfachaba a menudo en espera de los suyos, dando así lugar a que los nuestros acortasen la distancia" dice el parte chileno. En la noche se perdieron de vista ambas escuadras. La chilena volvió a Santa y la nuestra llegó al Callao el 15 de Diciembre.

En los primeros días de Enero de 1839 el infatigable Blanchet salía de nuevo en demanda de la escuadra chilena, esta vez al maudo de la corbeta "Edmond", bergantin "Arequipeño", barca "Mejicana" y goleta "Perú".

En tanto que esto acontecía, Simpson había arribado a Casma con las corbetas "Confederación" y "Valparaiso" la barca "Santa Cruz" y la barca transporte "Isabel" con el objeto de repostarse de víveres y servir de base al ejército chileno internado en Huaraz. Precautoriamente había apostado Simpson un vijía en la cumbre del Cerro Calvario. El 12 a medio día, mientras que las tripulaciones enemigas estaban acarreando leña, avisó el vijía la presencia de velas peruanas. Simpson hizo reembarcar a la gente en el acto y se aprestó a resistir la embestida.

Antes de la cinco de la tarde el "Arequipeño", sin disminuir de vela penetró audazmente a la bahía y reconoció la posición y número de los buques enemigos. Estos, fondeados a una ancla, aproaban en ese momento al S. S. W. formando una línea irregular en la cual la "Confederación" ocupaba el centro avanzada un cable hácia el Oeste; la "Santa Cruz" la cabeza y la "Valparaiso" la cola, presentando todos la banda de estribor hácia el mar.

Informados los nuestros por el "Arequipeño" penetraron a toda vela en la bahía acercándose a tiro de fusil de los chilenos. El "Arequipeño" y la "Edmond" a la cabeza y los otros dos a la cola.

Abrieron sus fuegos los nuestros: la "Mejicana" y la

"Perú", en facha su aparejo y batiéndose contra los poderosos "Valparaiso" y "Confederación". La "Edmond" y el "Arequipeño" persistiendo en su intento de ir al abordaje cayeron sobre la "Confederación" y el "Arequipeño" que traía gran arrancada la desarboló del baupres.

Se sigió un encarnizado combate en que de una y otra parte rayó el valor a gran altura, hásta que ya entrada la noche caía muerto el valiente Blanchet. En estos momentos la "Edmond" se zafó del buque almirante chileno y cayó sobre la "Santa Cruz" trabándose otro reñido combate a toca penoles hasta que el peruano amuró por babor y sin dejar de hacer fuego, al que respondía la "Santa Cruz" y por su banda de babor la "Valparaiso", pasó por la popa de la "Confederación" y salió fuera del puerto.

Mientras tanto el "Arequipeño" que al desarbolar a la "Confederación" se había averiado gravemente, muerto su comandante en el combate que siguió y trece hombres mas y con cuarenta y cinco heridos de los setenta restantes quedó en poder del enemigo.

Las pérdidas de los chilenos fueron fuertes tambien, tanto en hombres como en daños materiales. El buque almirante "Confederación" quedó tan maltrecho que hubieron de desarmarlo y los demás permanecieron hasta principios de febrero reparando sus serias averías.

Ambas naciones se disputan la victoria que desde luego para ninguno fué completa; pero la escuadra peruana consiguió su objetivo atacando y fijando en Casma al enemigo.

La escuadra enemiga quedó mas averiada que la nuestra y aunque no perdió buque en el momento del combate (y si de resultas de él) ni cedió el campo (porque no podía); no se movió tampoco de su fondeadero ni aun antes de empeñarse la acción cuando pudo hacerlo ganando inmensa ventaja por tener el viento en su favor.

En el resultado de este memorable combate debemos notar tambien la falta en nuestra escuadra de un segundo jefe que, compenetrado con el plan del Almirante Blanchet, hubiese asumido inmediatamente el mando y segui-

do la acción hasta decidirla. Indudablemente los nuestros se desconcertaron un tanto al morir su valeroso y atrevido jefe.

Tales fueron los hechos navales de esta larga guerra y de los que no supo sacar partido el por otra parte hábil y patriota Santa Cruz.

Los chilenos ganaron al fin lo que deseaban destruyendo para mucho tiempo el grandioso edificio de la Confederación tan debilmente levantado por el ilustre boliviano.

De la escuadra peruana quedó tan solo su brillante personal pues los pocos buques restantes fueron rematados. Los chilenos hicieron lo mismo a poco de llegar a Valparaiso.

Isla de San Lorenzo, Julio de 1917.

ASTROLABIO

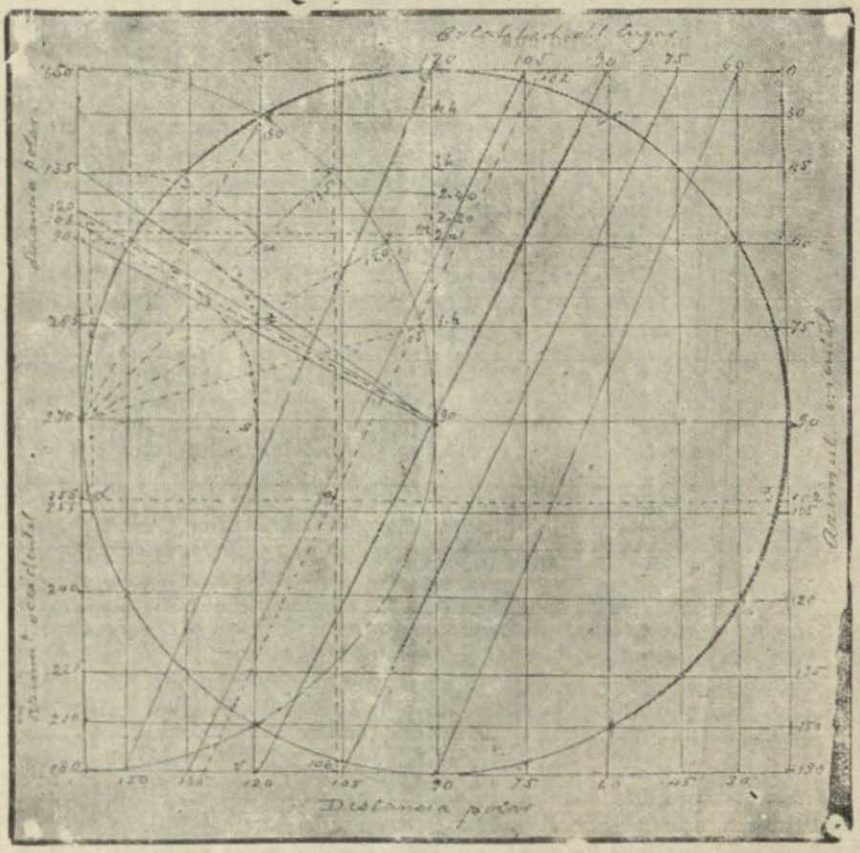
Por el doctor Federico Villareal
Decano de la Facultad de Ciencias
y Profesor de la Escuela Naval.

Hace algunos años que se emplea el Astrolabio de prisma, inventado por los señores Claude y Driencourt para determinar las coordenadas geográficas de un lugar, usando el método de alturas iguales de Gauss, o sea el de círculos de igual altura, que se reduce en la práctica al trazo de rectas de altura.

No nos vamos a ocupar de la teoría general del método, ni de la descripción del instrumento que sirve para determinar la hora en que una estrella dista treinta grados del cenit; tampoco indicaremos cómo se instala y orienta el aparato, ni menos cómo se ejecuta la observación, que consiste en fijar la hora en que coinciden las imágenes directa y refleja; nuestro objeto se limita a determinar el azimut aproximado en que debe dirigirse al anteojo y la hora también aproximada en que el observador se dedica a determinar, tanto el azimut, como la hora del reloj en que se verifica la coincidencia de las imágenes.

Conociendo la distancia polar de una estrella y la ascensión recta con la colatitud aproximada, mediante la Trigonometría esférica se puede determinar el azimut y el ángulo horario; pero para la observación de una serie de estrellas ese método numérico es largo y fastidioso y desde un principio se ha acudido a las tablas gráficas; pero el abaco propuesto por los señores Claude y Drien-

court consiste en una proyección plana de treinta grados a uno y otro lado del meridiano de la esfera celeste con paralelos de grado en grado y círculos horarios de cinco en cinco minutos y un transparente con una proyección a la misma escala con un círculo de treinta grados de distancia cenital con divisiones de grado en grado, estas curvas de los paralelos y de los meridianos, así como el



círculo deformado del transparente ejecutado por el Servicio Hidrográfico de la Marina francesa, nos proponemos sustituírlo por otro abaco construído con líneas rectas y sin ningún transparente.

Tanto en la Escuela de Ingenieros de Lima, como en el primer congreso Científico Latino Americano, reunido en Buenos Aires en 1898, he dado las reglas de la Nomografía o sea la construcción de

tablas gráficas; y empleando el método anamórfico he conseguido reemplazar el abaco francés, tan difícil de conseguir y de construír, por otro sencillo, que puede ejecutar fácilmente cualquiera persona sin necesidad de escala y del tamaño que se quiera, según la aproximación que se desee.

Determinación del azimut

1º. Con un radio cualquiera se traza un círculo y sus diámetros vertical y horizontal, en los extremos se dibujan las cuatro tangentes, formándose un cuadrado circunscrito al círculo.

2º. Se divide el círculo de grado en grado, o de cinco en cinco grados, o de diez en diez, o de quince en quince grados, se trazan las horizontales y se numeran sobre los lados del cuadrado; los números de la derecha indican el *azimut oriental*, los de la izquierda el *azimut occidental*.

3º. Se trazan las rectas verticales, que unen las divisiones del círculo y se numera el lado inferior del cuadrado, que serán las distancias polares.

4º. Se une el extremo superior de la vertical que lleva debajo 30 con el extremo inferior de la vertical que tiene el 90; esta recta representa la colatitud de 60º y se siguen uniendo las intersecciones de los lados superior e inferior del cuadrado, marcando en la parte superior la *colatitud del lugar*. Estas rectas no son paralelas, pues las intersecciones de los lados del cuadrado son las proyecciones de las divisiones de los arcos de círculo, que aunque iguales, están diversamente inclinados con aquellos lados.

Con esta simple construcción, se tiene el abaco sencillo, formado por rectas unas horizontales para el azimut, otras verticales para las *distancias polares*, y otras oblicuas para la *colatitud del lugar*, que pueden numerarse en ambos extremos; no lo hemos hecho, para simplificar la explicación de la manera como se construye esta sencilla tabla gráfica.

El manejo es muy fácil. Supongamos que se quiera tener el azimut aproximado de Sirio, cuya distancia polar es de 106º para Lima cuya colatitud es 102º. Se recorre la vertical 106, hasta que corte a la oblicua de colatitud 102 estas líneas se cortan en *a* por donde pasa una horizontal, que marca a la derecha el azimut oriental 102 y a la izquierda el azimut occidental 258, sumando 360. La construcción puede hacerse en papel cuadrillado y subdividir el círculo en grados según la aproximación que se desee.

He allí pues, resuelto el triángulo esférico, en que se da la distancia polar de una estrella, la colatitud aproximada del lugar y la distancia cenital de treinta grados para la cual está construído el Astrolabio.

Determinación del ángulo horario

1º. Haciendo centro en el 270. extremo izquierdo del diámetro horizontal, se traza un semicírculo de igual radio, que el círculo anterior. Ese semicírculo se gradúa de modo que el 90 esté en el centro del círculo primitivo, se trazan los radios de las divisiones del semicírculo.

2º. La vertical que tiene en el extremo inferior 120 y que pasa por la mitad del radio horizontal del círculo, divide a los radios del semicírculo en puntos, que son los medios de las cosecantes de la graduación del semicírculo, que representa las distancias polares.

3º. Estos puntos medios *s*, *t*, *u*, se llevan por medio de arcos de círculo sobre el lado izquierdo del cuadrado y se marcan con los mismos números, que llevan los radios y representan las distancias polares. El semicírculo y los radios marcados en elementos lineales, se pueden trazar con lápiz y después que se han llevado las partes de los radios sobre la tangente o lado del cuadrado se borran para no complicar el abaco, pues solamente son líneas de construcción auxiliar.

4º. Se unen los puntos de la tangente de la izquierda con el centro del círculo y se tienen las rectas concurrentes que marcan las distancias polares.

5º. El radio central superior se marca con horas en su intersección con las rectas horizontales a razón de 15 grados por hora.

Para manejar esta parte del abaco se procede de esta manera; donde la recta horizontal, que marca el azimut, corta al círculo, se sigue la vertical hasta que corte a la recta de distancia polar, que va al centro y por la intersección pasa una horizontal, que señala el ángulo horario sobre el radio superior del círculo primitivo.

Concluyamos el ejemplo anterior; la horizontal de azimut 258 corta al círculo en *d*, la vertical trazada en elementos lineales corta a la recta de distancia polar 106, en el punto *c*, por donde pasa la horizontal, que marca dos horas tres minutos, que es el ángulo horario y como la ascensión recta de Sirio es 6 horas 41 minutos se tiene sumando la hora sideral 8 horas 44 minutos.

Reduciendo la hora sideral a tiempo medio se tiene la hora aproximada en que se observará Sirio con el Astrolabio dirigiendo el anteojo al azimut 258º.

Advertiremos que el azimut occidental corresponde al ángulo horario marcado en el abaco y el azimut oriental pertenece al ángulo horario suplementario para 24 horas, de manera que para Sirio es 21^h 57 minutos que añadidos a la ascensión recta de 6 horas 41 minutos resultan 4^h 38 minutos, la hora sideral en que se observaría Sirio hacia el Este bajo el azimut de 102º.

Las rectas concurrentes para determinar el ángulo horario resultan muy juntas; pero puede disminuír el número de ellas,notando que son las mismas para las distancias polares suplementarias y se

pueden llevar unas sobre la tangente superior y otras sobre la tangente inferior, graduando las horas, tanto en el radio superior como en el inferior del diámetro vertical.

En el Perú solamente sirven para el uso del Astrolabio las estrellas, cuya distancia polar varía de 60 hasta 140 grados y como bastan las suplementarias, las rectas concurrentes serán de 90 a 140 grados y si se admiten de 5 en cinco grados bastan cinco rectas concurrentes que terminan encima de la tangente superior y cinco que terminan en la tangente inferior.

Esperamos que los astrónomos, geógrafos, ingenieros, marinos y militares, que emplean el Astrolabio para determinar las coordenadas geográficas de un lugar, encontrarán sumamente sencilla la construcción del abaco que proponemos, en que solamente hay que trazar rectas y círculos como auxiliares, sin tomar en cuenta la escala, ejecutando la tabla gráfica más o menos grande, más o menos detallada en la división de los grados, en lugar de los gráficos con líneas curvas que solamente los construyen especialistas y los graban a una escala determinada y son difíciles de conseguir.

Crónica Nacional

LA FRAGATA "SARMIENTO"

El 14 del mes próximo pasado fondeó en este puerto la fragata argentina "Sarmiento" en su viaje de instrucción con un grupo de Aspirantes de la Armada de aquel país, entre los cuales se hallan dos de los guardiamarinas de nuestra escuadra, señores Ernesto Gutiérrez y Edmundo Bermúdez.

Fué este un motivo para que el elemento oficial y nuestra sociedad manifestaran a la dotación de dicha nave el afecto no interrumpido que el Perú siente por su hermana del Plata, nacido en la epopeya de nuestra enmancipación política cuando San Martín y los suyos vinieron a nuestras playas a ayudarnos a sacudir el yugo de la metrópoli, y que se ha robustecido por mil motivos a través de los años que llevamos de República.

Entre los muchos agasajos con que se les demostró a los referidos marinos el cariño que aqui se siente por su patria, se contó el almuerzo ofrecido por el Director de la Escuela Naval, señor Capitán de Navío D. Ernesto Caballero y Lastres al señor Comandante de la "Sarmiento", y al que fueron especialmente invitados la oficialidad y aspirantes de dicha nave.

La mencionada fiesta resultó expléndida, no desmayando las notas de cordialidad y simpatía desde que los marinos de la "Sarmiento" desembarcaron en el muelle de la Escuela hasta el momento en que los simpáticos visitantes se despidieron.

El almuerzo se efectuó en el salon de gimnasia de la Escuela, en donde se había improvisado el comedor, engalanándolo con guirnaldas y banderas,en el centro de cuyos adornos se destacaban los escudos peruano y argentino entrelazados con las banderas de ambos paises.

En la mesa de honor tomaron asiento el capitán de navío, señor Ernesto Caballero y Lastres, quien tenía a su derecha al encargado de negocios de la República Argentina en el Perú, señor Agustín Garzón, y a su izquierda al comandante de la "Sarmiento", capitán de fragata, señor José I. Cross; ocupando los otros asientos el jefe del estado mayor general de marina, capitán de navío Numa Pompilio León; el director de la escuela militar, coronel La Fuente; el teniente de navío Jerónimo Costa Palma y el teniente de fragata Jorge Sichez, de la "Sarmiento"; el comandante del crucero "Coronel Bolognesi", capitán de navío César Bielich; y el intendente general de marina, capitán de navío Carlos A. García Rosell. En las dos mesas paralelas tomaron asiento los señores: capitán de puerto y comandante principal de las milicias navales, capitán de navío José M. Tirado; comandante de armas del Callao y jefe del regimiento de artillería de costa, teniente coronel Edgardo P. Mendiola; teniente de fragata, Adolfo E. Etchart; ingeniero de 1a. Manuel Diaz; teniente de fragata, Secundino Odriozola; ingeniero de 2a. Santiago F. Bassani, contador; Samuel V. Lavalle,de la "Sarmiento"; capitanes de corbeta, Juan Althaus, Aurelio de la Guerra, Manuel E. Sotil,Manuel F. Galdo, José R. Gálvez, Ernesto Salaverry, Manuel I. Vegas, Alejandro Vinces, Tomás Pizarro, Carlos Black; ingenieros, doctor Federico Villareal, Genaro Saavedra, Pedro Valladares; tenientes, Alejandro Valdivia, José G. Carrillo, E. Monje, Carlos Sáez, Víctor Escudero, Jorge Gutiérrez; tenientes de infantería, Torres y Ureta; alférez de fragata, José R. Alzamora; 3er. ingeniero

Carlos Fernández Dávila; los aspirantes de la "Sarmiento", alumnos de la Escuela alternados y otros que sentimos no recordar.

A la hora de los postres ofreció el almuerzo el señor Comandante Caballero y Lastres, pronunciando el siguiente discurso:

Señor Comandante:

Señores:

Hace poco, más de cuatro meses, que en la cámara de la fragata "Presidente Sarmiento", atracada a la dársena norte de Buenos Aires, gocé con la interesante e instructiva conversación que sostuve con vos, señor comandante, y con los altos jefes de la marina argentina congregados en ella para daros el adiós de despedida.

¡Con qué legítimo orgullo departí con esas eminencias de vuestra armada y qué satisfacción para mi patriotismo cuando oí al vicealmirante Domecq, evocar el recuerdo de su grata permanencia en el Callao!

La conversación fué recayendo sobre asuntos de la marina argentina, incidentes de viajes y particularidades del servicio, que esos prestigiosos jefes no cuidaban de tratar en mi presencia. No se me consideraba como extranjero y, eso me enorgulleció, pues comprendía la sinceridad del afecto para con nosotros.

Al despedirme os dije: hasta luego. Bien sabía que nos íbamos a separar por poco tiempo y que pronto tendría el placer de veros aquí, en este suelo del Perú, que es vuestra casa y en donde para la República Argentina no hay sino sentimientos de admiración y de sincero cariño para todos sus hijos.

Nada puede ser más grato para los oficiales de la marina peruana y para mí, en particular, que hayan llegado estos momentos en que un grupo de profesionales peruanos y argentinos, hermanos por los vínculos de raza y por la misma y noble carrera que abrazamos puedan exteriorizar el calor del afecto y de la camaradería, que los lazos de amistad que unen a nuestros dos países, forjados en los épicos días de la independencia, cuando San Martín y los suyos escribieron las primeras páginas de la gloriosa epopeya de nuestra libertad, se han robustecido cada vez más porque el alma colectiva de las dos naciones, formada por una misma civilización, modelada en iguales creencias, con el mismo carácter e idioma, surgió a la democracia inspirada en idénticos ideales que el tiempo trascurrido de la república ha vigorizado, cristalizándolos en sentimientos de justicia y americanismo, los que en la gran república del Plata se

cultivan en el más alto grado. Por esto es, Sr. comandante, que aquí todos consideramos a vuestra patria como la hermana predilecta, porque esos ideales de justicia y americanismo fueron siempre los ideales del Perú.

Agrándanse y embellécense a la distancia los hechos gloriosos que recuerdo, en los cuales nació la unión de ambos pueblos, cuando entre los resplandores del sol de la libertad que se iniciaba, en medio de los azares de la renovación social y política, los hombres de ayer, los inmortales de hoy, vislumbraron, entre las ilusiones de sus generosos esfuerzos, la transfiguración que el porvenir reservaba a aquellas incipientes nacionalidades en la senda del trabajo y de la evolución indefinida.

Para el que habla, que ha tenido ocasión de estar en vuestro gran país, que ha palpado la gentileza de sus habitantes y ha contemplado entusiasta el gigantezco desarrollo que ha alcanzado la gran metrópoli de Buenos Aires, únese al afecto la admiración, y siente un inefable gozo de haber visto confirmado lo que saben todos en el Perú y es que, en la vasta heredad de la América Meridional, la hermana bien querida, rompiendo barreras, compenetrando su raza y su cultura con los pueblos europeos, ha realizado por el trabajo un movimiento rápidamente ascendente que la ha llevado a ocupar uno de los primeros puestos entre las grandes naciones de la tierra.

Aparte de todo aquello que para mí ha sido una dulce evocación, para la marina del Perú existen motivos especiales de simpatía para con la gallarda fragata "Presidente Sarmiento". Es en ella en donde muchos de nuestros guardiamarinas, jefes actualmente, adquirieron su práctica profesional trayéndonos después el contingente de conocimientos y experiencias de la marina argentina, que en materia de instrucción y personal se encuentra a la altura de las más adelantadas.

Brindemos por ella, por la ventura personal del comandante Cross, por los oficiales que tan dignamente lo secundan y por ese núcleo de aspirantes que comienzan su carrera. Que vientos prósperos os lleven y que al regreso a vuestro hogar, consagréis de cuando en cuando un recuerdo a vuestros camaradas del Perú.

Una salva de aplausos coronó las últimas frases del oferente, escuchándose en este momento el himno nacional argentino que ejecutó la banda de la artillería de costa.

Contestó en seguida el comandante de la nave argentina con el siguiente discurso:

Señores:

No hay sensación más íntima para un oficial de marina, que trasponer los dinteles de la casa solariega, porque afluyen a su men-

te, recuerdos del pasado, de una juventud deslizada al amparo de esos grandes cerebros que dan normas para los destinos futuros de la escuadra, que como se sabe, es fuerza y es cátedra al mismo tiempo.

Es por eso, señores, que desde que hemos llegado a esta casa, los de la "Sarmiento" nos sentimos trasportados a aquella otra donde pasamos nuestros mejores años y donde hemos adquirido los fundamentos para el propio desarrollo a través de la profesión.

Hay entre nosotros tal comunidad de ideas, la finalidad es tan idéntica, que todo hombre de mar, cualquiera que sea el pabellón que lo cobije, es miembro de una misma familia donde la amistad tiene un santuario, y se exteriorizan con una misma palabra los sentimientos que anidan en el corazón.

Vosotros, como nosotros, no tenéis otra ambición que el engrandecimiento de nuestros países. Abnegación, sacrificio, es el lema que vemos surgir siempre a nuestro lado; nuestro objetivo no es otro que el total desarrollo de esas virtudes para entregarle íntegro su rendimiento a la patria.

Es aquí, bajo este techo afectuoso que se empieza a conocer el camino que conduce a esa meta. Por eso traspusimos confiados los umbrales de esta casa, persuadidos una vez más, de que veníamos a una escuela hermana, legítimo exponente de cultura de la marina de una nación hermana.

De aquí, ya han salido los reputados profesionales que honran la escuadra del Perú y de aquí saldrán futuras esperanzas destinadas a risueño porvenir, pues no en balde los destinos de esta casa están confiados a mente tan experta.

La escuadra peruana está llamada a grandes destinos.

Basta recordar su pasado; le basta recordar aquella figura que dió lustre a la historia del Perú, para no olvidar nunca que si el destino es adverso, no es tan poderoso que pueda eclipsar inmortales glorias. El cumplió con su deber y os ha dejado una enseñanza y un legado. A vosotros toca recoger esa herencia para luchar por su conservación y para enriquecerla.

Su espíritu palpita y protege esta escuela y quizás es por eso que nos sentimos tan unidos en estos gratos momentos en que nos dáis pruebas inequívocas de fraternal cordialidad que agradezco en nombre de la "Sarmiento" y que ocupará la primera página en el haber del recuerdo.

Señores:

Por que seamos siempre unos en ideas, sentimientos y propósitos; por los que cayeron un día en defensa de esta tierra; por el florecimiento de esta escuela y la grandeza futura de la escuadra del Perú.

Al terminar el comandante de la "Sarmiento" fué ca-

lurosamente aplaudido y pronunció un brindis por la prosperidad de las dos repúblicas y por sus mandatarios.

LOS BOY SCOUTS BOLIVIANOS

Una de las notas mas simpáticas de las últimas fiestas patrias fué la visita que hicieron a la Capital de la República los jovenes scouts bolivianos.

Durante cinco días fueron huéspedes de honor de la Nación en la ciudad de Lima aquellos exploradores, representantes distinguidos de la juventud paceña, y en ese corto tiempo nuestra sociedad procuró exteriorizar su simpatía hacia sus hermanos del otro lado del Titicaca en medio del mas sincero y entusiasta regocijo, en que el espíritu de la raza y de las tradiciones se revelaron en anhelos de confraternidad y de unión, y por que se haga cada vez mas estrecha la amistad que liga a las dos naciones para que puedan alcanzar un futuro digno de un glorioso pasado.

Los jovenes bolivianos que pudieron darse cuenta en esos días de la calida expresión de las simpatías del Perú entero, y que tocaron los nobles sentimientos que aquí guardamos para su Patria, serán los mas preciados heraldos que hemos de tener en aquel país que está ligado a nuestra historia, y a nuestras glorias, y con el cual por mil razones étnicas y políticas debemos unirnos aun mas en el futuro.

El pequeño espacio de que disponemos no nos permite relatar todas las calurosas manifestaciones que se sucedieron en honor de esa brillante porción de la juventud boliviana y con las cuales se les demostró el anhelo con que se les esperaba y lo bien querida que es aqui la nación vecina.

Como coronación de las fiestas realizadas en los cinco días que permanecieron entre nosotros se realizó el almuerzo que los alumnos de la Escuela Naval ofrecían en homenaje de nuestros amigos.

Este almuerzo fué el de despedida porque los jove-

nes bolivianos se embarcaron esa misma tarde a las tres de regreso a su patria.

Los tres carros del tranvía eléctrico que conducían a los exploradores hicieron su viaje directamente desde Lima hasta La Punta, desembarcándo y dirigiéndose inmediatamente en formación al local de la Escuela Naval en donde fueron recibidos por el Director de este instituto señor Capitán de Navio D. Ernesto Caballero y Lastres, por el cuerpo de profesores de este instituto y por los alumnos que formaban calle en el patio del establecimiento.

Despues que la brigada rompió filas, los scouts se unieron a los futuros oficiales de nuestra Armada, siendo atendidos con la mayor solicitud por éstos, recorriendo juntos todo el edificio.

El almuerzo dio comienzo a la 1 y 30 y se sirvió en el gran salón de gimnacia, en el cual se habían arreglado tres grandes mesas donde tomaron asiento los scouts, las comisiones que los acompañaban y los alumnos.

Ofreció el almuerzo el alumno de 5o. año Señor Ernesto Rodríguez.

Al terminar este alumno su discurso la banda de música que amenizaba la fiesta dejó oír los acordes del himno boliviano.

El jefe de los scouts bolivianos señor Hugo Montes, contestó este discurso con una improvisación que mereció por los sentimientos y por las frases vibrantes que expresara este caballero una gran ovación.

A las tres de la tarde terminó esta fiesta, la cual se deslizó en un ambiente de la mas grande cordialidad entre bolivianos y peruanos.

Momentos después en varios botes de los buques de la Armada se dirigieron los Scouts acompañados de los alumnos y comisiones a visitar el crucero "Coronel Bolognesi", el cazatorpedero "Rodríguez" y los sumergibles "Ferré" y "Palacios"; en donde fueron esmeradamente atendidos por las oficialidades de dichos buques.

Mas tarde a las 5 y 30, los scouts bolivianos se embarcarón en el "Iquitos" que el Supremo Gobierno había

puesto a su disposición para que los condujera hasta Mollendo de donde debían seguir viaje hasta La Paz. El citado buque se puso en movimiento después de las seis de la tarde, dando lugar los últimos momentos a que entre peruanos y bolivianos se exteriorizará, llena de la mas grande emoción, las mas sinceras de las despedidas.

EL NUEVO MINISTRO DE GUERRA Y MARINA

El 27 del mes próximo pasado prestó juramento con el ceremonial de estilo el nuevo Gabinete presidido por el Sr. Dr. Dn. Francisco Tudela y Varela.

Forma parte de este ministerio, como Ministro de Guerra y Marina, el Señor Coronel Dn. César de la Fuente, prestigioso jefe que venía desempeñando la dirección de la "Escuela Militar". La inteligencia y preparación, que el nuevo Ministro ha manifestado en su carrera profesional, hacen esperar que su labor sea benéfica para la organización y desarrollo de nuestra Marina de Guerra, cuyos miembros esperan mucho de talento e iniciativas.

MUSEO NAVAL

Debido al empeño que se toma por el mejoramiento profesional el Señor Capitán de Navío Dn. Ernesto Caballero y Lastres, Director de la "Escuela Naval", va a quedar organizado un museo naval en este establecimiento.

Muchos son los elementos con que cuenta ya esta obra llamada a ser de mucho provecho para el estudio de la historia de nuestra marina; así como por el efecto moral que objetivamente va a ofrecer a la juventud que aquí se educa y que en el futuro ha de formar la oficialidad de nuestra Armada.

Colaborando a esto ha venido la brillante idea del señor Capitán de Corbeta Dn. Manuel I. Vegas, quien extrajo de la corbeta "Unión" el mástil que hemos podido contemplar durante muchos años al norte de la bahía en el lugar en que hundieron sus tripulantes a dicha nave.

El referido mástil se ha montado sobre un pedestal de concreto en el patio de la escuela, y en él se va a fijar

una placa de bronce, costeada por suscripción del Cuerpo General de la Armada,en la que figurará la plana mayor de la histórica corbeta cuando rompió el bloqueo de Arica.

Entre los objetos que ha recibido el museo se encuentra un cuadro enviado por el Ministerio de Relaciones Exteriores representando el combate de Guayaquil, en el que encontró muerte heroica, el Vice Almirante Guisse; un mapa antiguo del Perú, cedido por el señor Comandante D. Ernesto Caballero y Lastres; el modelo del Crucero "Almirante Grau" con que fué obsequiado no hace mucho el comandante de dicha nave en su estadía en Guayaquil; y muchos otros objetos que sería largo enumerar.

La Revista de Marina cumple con hacer un llamamiento a los oficiales del Cuerpo General, a las familias de marinos y en general a todas las personas que se interesen por mantener invívitas nuestras glorias y hechos en el mar para que contribuyan con todos aquellos objetos y prendas que esten ligados a su recuerdo.

Necrología

En el puerto de Pacasmayo, lugar en donde acababa de hacerse cargo de la capitanía del puerto para la que había sido nombrado, en la plenitud de la vida y cuando menos lo esperaban sus compañeros y amigos, falleció subitamente el 29 del presente, a la edad de 34 años, el Capitán de Corbeta D. Guillermo Martínez Cabrera.

Entre las varias comisiones y destinos que desempeñó se cuentan el viaje de traída de los cruceros desde Inglaterra y trabajos hidrograficos. Fué además segundo comandante de los transportes "Iquitos" y "Chalaco".

Días antes, en momentos de partir al puerto donde acaba de fallecer, todos los miembros de esta redacción lo vimos y cambiamos con él la despedida en la que algunos hicimos revivir los recuerdos de nuestra estadía en los buques de la Armada; desfilando hechos y cosas que pasaron, y cuyas remembranzas vinieron a complementar el adios que nos dábamos y que estabamos muy lejos de pensar fuese eterno.

De trato afable, supo captarse el aprecio de sus compañeros de la Armada en la cual su fallecimiento ha dado lugar a un sincero pesar.

Paz en su tumba.

8 de Octubre

Cúmplenos rememorar en esta fecha, llenos de orgullo patriótico, el combate de "Angamos" en el cual la valerosa tripulación del legendario monitor "Huascar" selló con su sangre las páginas gloriosas e inolvidables, legadas a nuestra historia por sus hechos llenos de abnegación y heroísmo realizados durante medio año.

Al hacer este recuerdo se intensifica aun mas en nosotros el culto de aquellos héroes que supieron enaltecer hasta un grado inmarcesible la sagrada enseña que la patria había confiado a su custodia. Vuela nuestro espíritu, poseido de la mas patriótica emoción, hacia al sur en donde hacen 38 años se juntaron la Gloria y la Fama para inmortalizarlos.

En el tiempo trascurrido aquella acción naval ha venido a ocupar un lugar prominente en el alma nacional que palpita llena de orgullo ante aquellas glorias imperecederas: El 8 de Octubre es el día que todos los peruanos hacen la apoteosis de los héroes que en esa fecha cayeron gallardamente despues de realizar mil hechos excelsos e imponderables. Y al medir la trascendencia histórica que tuvo aquel combate, se recuerda que hubo un día que tuvimos el dominio del mar, se siente mas intensamente la necesidad de tener un poder naval respetable, porque sin

él no hay ni habrá poderío ni defensa posible dado el extenso litoral del país.

Al inclinarnos respetuosamente ante la memoria de los héroes que evocamos, no debemos cumplir únicamente con el deber del recuerdo ni quedarnos satisfechos porque ese recuerdo se agiganta hasta hacer la apoteosis de esos héroes, no, es preciso que estemos resueltos a seguir su ejemplo y a trabajar sin descanso hasta obtener una patria grande y fuerte.

Hagamos todos los peruanos un llamamiento a ese tesoro inagotable de sentimientos patrióticos, que brota aun mas, en días como este, de nuestros corazones; tomemos el sacrificio de Angamos, con su nimbo de gloria inmortal, como ejemplo desde el cual debe irradiar toda la energía que anime nuestra voluntad, para alcanzar sin errores y sin desfallecimientos todo lo que queremos y ambicionamos para el Perú. No lamentemos el pasado, hagamos a un lado todo lo que pueda traernos desfallecimientos y trabajemos para que el porvenir que será la obra de nuestros actos, sea digno de aquellos héroes.

P. V.



Revista de Marina

Año II Setiembre y Octubre de 191[illegible] 5

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
de M. Julio J. Elías Murguía

Operaciones navales

Traducido de la Revista Marítima Brazilera

Con satisfacción aprovechamos la oportunidad de hallarse de nuevo funcionando nuestra Escuela Naval de Guerra, para reproducir las interesantes conferencias que constituyen el curso de "Operaciones Navales", que desde la fundación de la Escuela, hace tres años, corre a cargo del Sr. Cap. de Fragata Domingos Rodríguez Marques de Azevedo.

Estas conferencias serán publicadas en el mismo orden en que fueron pronunciadas, de acuerdo con el programa de enseñanza adoptado.

En los términos expuestos, ofrece la Revista Marítima Brazileira el curso de Operaciones Navales, dictado en la Escuela Naval de Guerra. A nuestra vez, y mientras nos sea posible, prometemos a nuestros lectores publicarlas en la misma forma, con la aspiración: no de formar una *unidad de doctrina*, que aún no estamos preparados para alcanzar, pero sí de crear una unidad de pensamiento respecto a la premiosa necesidad de fundar una Escuela Superior de Guerra Naval, que será la llamada a establecer dicha unidad de doctrina en nuestra Marina.

EXORDIO

Señores:

Por la tercera vez, cábeme la honra de ser, en esta Escuela, el oficial encargado de presentaros, en una serie de temas profesionales, un compendio del conjunto de los medios de acción bélica marítima y del empleo de ellos para su fin exclusivo: la guerra naval.

El fin de esta Escuela precisa ser comprendido, al iniciarse el curso, por los que lo empiezan. Estudiamos aquí el "*arte del comando en la guerra*", con la preocupación de formar en la marina "*una unidad de doctrina*" sobre todos los asuntos que se relacionan con la "preparación para la guerra", cuya máxima expresión es el "Combate Naval".

Hoy es un axioma indiscutible, evidente como la verdad en si misma, que: "el Jefe ignorante de las cuestiones relativas al alto comando no podrá conducir a la victoria las fuerzas navales de una nación"; verdad ésta ya expresada, en otros términos, en una de las máximas de Napoleón Bonaparte.

Como se puede decir que, estudiar no es atributo particular de ninguno y que cualquiera ciencia está al alcance de las inteligencias humanas habituadas al estudio, nosotros procuramos un poco más: la convergencia de las aptitudes individuales, siguiendo una orientación preestablecida para el fin de conseguir resultados definitivos apoyados sobre sólidos fundamentos.

La vida es corta ademas para que pretendamos alcanzar la perfección en los variados asuntos que estamos obligados a tratar, aparte que, en los puestos subalternos, no tenemos el tiempo imprescindible para el estudio y ejercicio de las múltiples especialidades que se acumulan en el seno de las modernas máquinas de guerra naval.

Y también, cada cual, más o menos aficionado al objeto predilecto de su juventud profesional, conserva arraigadas preferencias por determinadas funciones técnicas.

Asi es que, muchas veces, el esfuerzo individual obedece a puntos de vista exclusivistas mantenidos con tanta más firmeza cuanto más inabordadas fueron las convicciones, nunca sujetas a controversia.

Pues bien, siendo la guerra marítima un conjunto de acciones morales y materiales, es claro que el máximo éxito dependerá de la cohesión perfecta entre los principios, voluntades y acciones. De otro modo no se puede comprender la guerra, sin enfrentarnos con la dispersión de actividades, lo que, por si sólo, es inconcebible como medio de acción colectiva.

El objetivo que pretendemos es pues la convergencia de nuestros estudios, pensamientos y actos para el fin único de nuestra vida militar, que es: "la guerra", "el combate".

Sin embargo, señores, carecemos, para tal designio, de una gran energía de carácter, que permita aún con el sacrificio de convicciones anteriores, juzgar las cuestiones desde un punto de vista superior, dando cabida en nuestro espíritu a las reflexiones juiciosas que resulten del examen de los hechos sometidos al análisis colectivo. Y solamente habituando el espíritu a una rígida disciplina moral, estudiando los problemas en un orden sistemático, minucioso y reflexivo, es que será posible, en algunos casos, llegar a conclusiones verdaderas, en tanto que en otros, en la generalidad, sólo se llegará a conclusiones próximas a la verdad.

El peligroso hábito de crítica no opinada, debe ceder el puesto a una madura reflexión, antes de proferir un juicio definitivo sobre cualquier tema expuesto a nuestra consideración. Otra costumbre igualmente peligrosa, muy común y que conviene evitar, es el de las *generalizaciones*. Nadie puede pretender que la guerra sea una ciencia regulada por leyes y principios inflexibles, aún haciendo abstracción de los factores morales. La variabilidad de las circunstancias, la multiplicidad de los medios materiales y artificios de combate, excluyen la idea de inmutabilidad de principios científicos reguladores de todas las situaciones. Por eso es imperativo que cada idea y ca-

da problema sean contemplados aisladamente, deduciéndose entonces, los principios que le conciernen y los que, en la práctica, fueren aplicables a casos idénticos. Es en este punto, en la aplicación de las enseñanzas recibidas en el curso de esta Escuela, que interviene la "endoctrinación".

La Escuela de Guerra servirá principalmente, para establecer en nuestra marina **una unidad de pensamiento,** *tendente a producir la unión de todas las iniciativas y aptitudes en torno de un conjunto de principios relativos al empleo de los medios bélicos, como arma de la Política Nacional y a las cuales, generalmente, se les denomina:* "DOCTRINA".

Ahora bien, Señores, es precisamente la doctrina el provecho esencial de esta Escuela para el futuro de nuestra Marina de Guerra. No es que se presuma de haber encontrado un sistema perfecto y universal que trasforme todos, indistintamente, en buenos jefes y buenos comandantes, sino la coordinación suficiente para aumentar la eficiencia técnica de cada individuo aisladamente y, como consecuencia, una elevación considerable del valor combatiente de la colectividad.

El método seguido entre nosotros, en lo que se refiere al régimen de los cursos, se aproxima mucho al empleado en los Estados Unidos, donde la Escuela de Guerra funciona hace cerca de 30 años.

El curso, tal como se sigue aquí, proporcionará a los alumnos aptitudes suficientes para ser, mas tarde, los responsables de la elaboración de nuestros planes de guerra y de todos los trabajos de naturaleza consultiva y deliberativa, en que sean llamados a colaborar en la preparación de la defensa nacional.

Es evidente que no corresponde a los oficiales, durante el año de instrucción, la confección de proyectos de altos estudios estratégicos, referentes no sólo a la estrategia de tiempo de paz, sino tambien a la de guerra. Esta tarea está muy por encima de las posibilidades de quien hace un curso que podríamos llamar de "*iniciación*".

De esta Escuela han de salir nuestros colegas para las funciones de Estado Mayor y para, en la escuadra activa, esparcir la simiente del fruto aqui cogido, atrayendo nuevos contingentes al estudio de las materias de nuestro curso, concurriendo con el ejemplo y conocimientos adquiridos a la preparación de la escuadra para la suprema prueba de eficiencia bélica.

Es evidente que los espíritus de cultura avanzada con el desarrollo obtenido por la continuación del estudio de las mas trascendentales cuestiones, que se descubren a medida que el espíritu es llevado mas lejos, serán los Jefes que, un día, conducirán a la victoria a nuestras escuadras.

Podríamos haber adoptado dos sistemas para el mejoramiento de nuestra potencia naval, en lo que se relaciona con el factor moral instructivo; uno de ellos, sería la admisión en esta Escuela de los oficiales cuya eficiencia fuese muy notoria; el otro, sería la obligatoriedad, para todos los puestos (oficiales superiores) del diploma escolar. Aún no se puede decir cuál de esos procedimientos traería mayores ventajas, mas es incontrastable que, aún como vamos, podemos tener la esperanza de ver, en futuro no muy remoto, mejoradas las condiciones de la flota de guerra, bajo todos sus aspectos.

Debe ser motivo de muy justo regocijo, que podamos seguir, en parte, la orientación de la Escuela de Guerra americana. A la eficiencia del comandante P. Williams, distinguido oficial de la Marina de aquella gran República y profesor de esta Escuela, debemos estar reconocidos por colocar a nuestro alcance una fuente inagotable de enseñanzas allí acumuladas durante largos años, producto del esfuerzo y dedicación a la vida militar de muchas promociones de brillantes oficiales de marina de aquella nación.

Para comprender mejor las miras que persigue la Escuela americana sería muy conveniente hicieseis la lectura íntegra del discurso del Almirante Knight, publicado en el Proceedings No. 158.

No puedo, mientras tanto, escapar al deseo de trans-

cribir un pasaje de su interesante discurso, refiriéndose a los trabajos escritos de los oficiales alumnos: "Debo decir que cualquiera que sea el beneficio que, para la Escuela, pueda derivarse, es secundario comparándolo con el que vosotros obteneis".

Nuestra Escuela está lejos de satisfacer a todas las aspiraciones y todavía más de contentar a todos. Nos olvidamos de que estamos en la iniciación de su existencia y que la americana, aunque con cerca de treinta años, y siendo la más antigua de todas, no obstante el grado de cultura profesional de los que por ella pasan, todavía es objeto de las mas acerbas críticas, en el propio medio a que pertenece. Por tanto a la nuestra debemos mirarla con complacencia; *de élla y solamente de élla, dependerá todo en nuestra Marina* y no está lejos el futuro en que se le haga justicia, mucho más, si se hicieran oir aquí otras voces mas autorizadas que la mía.

Repitiendo, una vez más, las palabras del Almirante Knight, puedo decir:

"Su contribución a la preparación debe comenzar por prepararse a si mismos. Esperamos que nos aparten de la idea de convertirnos en académicos y que, antes bien, se traiga a la Escuela el espíritu de la Escuadra como más tarde los veremos llevar a la escuadra el espíritu de la Escuela".

Pues bien, esta Escuela es el único medio de que podemos disponer para alcanzar tan elevados designios y precisamente de vosotros, más que de nosotros, dependerá el éxito ambicionado.

Yo no tengo la pretensión de poder, *justamente*, ocuparme de cada uno de los puntos comprendidos en mi programa. Sabeis que, en gran parte, sobre cada uno de esos tópicos, separadamente, existen muchos volúmenes publicados y cuya reunión constituiria una biblioteca bastante respetable.

Por consiguiente, lo que me propongo es presentaros un resúmen de la materia a que se refiera el tema que se trate, exponiendo el estado presente de la cuestión; eso,

en rasgos sintéticos y cuyo fin no será mas que el recordaros nociones que no pueden ser desconocidas, evitándoos el inmenso trabajo que tendrías, si en el corto espacio del año escolar, hubieseis de recorrer el mismo camino hecho por mí.

Antes de terminar, debo decir que conviene siempre tener presente que las imperfecciones que existan en mis trabajos, provienen también, de las propias fuentes de donde tomamos nuestras enseñanzas, con la circunstancia de estar las opiniones profesionales, en la mayoría de las cuestiones técnicas, muy lejos de la unanimidad. Por todos estos motivos espero el auxilio de vuestras aptitudes para que alcancemos resultados mas perfectos.

OPERACIONES NAVALES

Primera Conferencia

Navíos de combate. Auxiliares, etc.

El combate naval es la razón de ser y el único objetivo de las escuadras. Hacia esta orientación fundamental deben converger las atenciones de los que tengan intervención, por mínima que sea, en los asuntos relativos a la defensa del derecho o intereses nacionales.

La unidad de doctrina, reguladora de todos los problemas que interesan a la soberanía nacional, será la garantía del éxito en la guerra, por el motivo de haber una uniformidad de política naval presidiendo la elección del material mas adecuado a las condiciones nacionales.

La diversidad de opiniones ha conducido a los técnicos de algunos países de un modo incierto y vacilante, originando unos cuantos tipos de navíos de utilización práctica indefinida y dudosa. En la certidumbre del momento actual, todavía más se manifiestan, en los centros profesionales, las dudas sobre el resultado de las concepciones materializadas en los barcos modernos, que representan largos años de estudios, durante los cuales el juicio profesional fué guiado solamente por las deducciones de las maniobras navales y por la crítica, casi siempre apasionada, de los ejemplos de la guerra ruso-japonesa.

La consecuencia de este estado de cosas es la ansiedad expectante ante la guerra que presenciamos, para verificar cuál es la verdadera sanción de los hechos en el desarrollo de las operaciones navales de los beligerantes. ¿Y quién sabe si esa espectativa quedará satisfecha algún día?

En el estado presente de nuestros conocimientos y bajo el influjo de los principios mas generalmente aceptados, el tipo representativo, por excelencia, del *navío de combate* es *el "acorazado de línea"*; y con mucha propiedad, se podría decir que el combate naval es: "la lucha trabada en el océano, entre esas grandes unidades de bata-

lla". Existe actualmente, otra clase de buques designados con el nombre de "*cruceros de combate*" que, en rigor, no son mas que acorazados veloces, cuya aparición ha sido consecuencia de la necesidad de romper el equilibrio, casi alcanzado, entre los acorazados propiamente dichos.

No siendo posible llegar a un acuerdo internacional respecto a las dimensiones, siempre crecientes, de los acorazados modernos, recurrieron a la velocidad, las naciones de primer orden, como elemento capaz de asegurar ventajas de naturaleza estratégica o táctica a sus escuadras.

Esos buques, en cualquiera misión que se les encomiende, bien formen parte del núcleo de combate o de una división de maniobra, operando en las alas o como divisiones avanzadas, deben ser considerados como "acorazados", por lo menos para los fines de nuestro estudio.

La denominación de "acorazados de línea" se conserva en nuestra tecnología, pero no por la distinción que se pueda establecer, por sus caracteristicas, entre los buques acorazados, sino como un recuerdo del pasado, de los buques de línea de la formación clásica de Nelson para el combate, "la línea de fila". La distinción actual entre los buques a que aludimos, desaparecerá cuando todos hayan alcanzado las grandes velocidades, y la competencia vuelva a comenzar bajo cualquier otro aspecto.

Aunque el combate naval deba ser decidido por el choque de las grandes unidades, para que alcancen éstas su grado máximo de eficiencia, es necesario que entren en la constitución de las fuerzas de combate, otras clases de buques especiales, capaces de ser utilizados en la acción principal o, posteriormente, en acciones particulares, en una verdadera ofensiva contra las unidades enemigas.

Así pues, a las grandes unidades se agregan otros elementos de ataque; los *torpederos* y *submarinos*, buques que, por la naturaleza de los medios que utilizan, pueden, como hemos dicho, operar en el propio campo y momento del combate.

Rigurosamente, podríamos considerar las citadas como las clases esenciales a una flota, si contempláscmos el problema solamente en su fase final—"el combate"—, pe-

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
Julio J. Elías Murga

ro esta situación extrema, como muy bien sabemos, sólo ocurre despues del desarrollo de operaciones preliminares, mas o menos extensas, que nos obligan a unir, a los buques propiamente de combate, otros auxiliares importantísimos, indispensables a la escuadra en los períodos anteriores a los "*contactos tácticos*".

Estos buques son los "*exploradores*" o "*cruceros rápidos*", cuya clase puede ser compuesta de unidades especialmente construidas para ese fin, pertenecientes al cuadro de los buques de guerra, o de buques mercantes de gran velocidad y radio de acción, operando aislada o conjuntamente con los cruceros de la Armada. De esta manera procedieron los japoneses, estableciendo un cordón de exploradores, con el auxilio de vapores armados en guerra, que coadyuvaron en gran medida a la victoria de Tsushima.

A los cruceros propiamente dichos, "*de guerra*", cabe tambien la denominación de buques de combate, por que muchas veces pueden servir para operaciones contra buques de su categoría o unidades menores del adversario, para protejer las escuadrillas de torpederos o para combatir a los barcos que el enemigo hubiese armado en guerra.

La presencia de estos cruceros en el campo de la acción sólo se puede admitir en las escuadras deficientes, en combate con enemigos desprovistos de valor militar o en los finales de batalla.

Toda fuerza naval, inteligente y sistemáticamente organizada, de conformidad con las necesidades de una política externa bien definida, debe poseer, ademas de su grupo de barcos de combate, otro grupo de buques indispensables, que constituye la clase de los denominados "auxiliares".

La composición de esta parte de la escuadra y la diversidad de los buques que entran en ella dependen esencialmente de los fines de la política internacional del país, de su situación geográfica, de las posibilidades estratégicas y de la existencia de bases navales, situadas próximas a los enemigos probables.

Para claridad de lo expuesto, mencionaremos las cla-

ses de buques auxiliares de la escuadra americana, donde estos servicios son objeto de especial atención, por el hecho de que los EE. UU. no poseen bases navales en número suficiente en las zonas en que puedan tener que operar sus escuadras.

Actualmente ese grupo debe estar formado por mas de treinta carboneros de diversos tonelajes, adaptados al servicio de la marina, siendo los ultimamente construídos, especialmente para la escuadra, de un desplazamiento entre 11000 y 20000 toneladas, con capacidad hasta para 11000 toneladas de carbón; ocho trasportes de tropas; dos buques hospitales; varios buques talleres; algunos buques frigoríficos; cuatro depósitos de aceite; buques para agua; buques cárceles; un depósito de torpedos; dos depósitos de material; dos cruceros antiguos transformados en minadores de la escuadra y algunos barcos más destinados al servicio hidrográfico, completan la organización del material flotante sobre que reposa la eficiencia de la marina de los Estados Unidos.

VALOR MILITAR DE LOS BUQUES

"El buque se distingue de las demas obras del ingenio humano por una diferencia fundamental, que consiste en una cierta repercusión de sus cualidades, unas sobre las otras, de donde resulta que no puede realizar sino un compromiso entre condiciones contradictorias" (L. Bertin. La Marine Moderne).

"Muchas y muy opuestas son las opiniones emitidas por los expertos respecto a las condiciones que debe reunir el tipo ideal de acorazado; es decir, aquel que realice el mas justo medio entre los antagónicos elementos exigidos por los estrategas y los tácticos. (T. G. Owens Battle ship design).

Para darse idea del valor militar de un buque de guerra, en su mas eminente tipo representativo, *el acorazado de línea*, es necesario abstraerse enteramente del factor humano, que se relaciona con su utilización, y considerar solamente la máquina de guerra en si misma.

Dejando pues a un lado aquel aspecto, consideraremos el buque bajo el punto de vista a que se refieren los dos eminentes arquitectos navales cuyos conceptos acabamos de citar.

El valor militar del acorazado y, en general, de un buque, depende, ademas de su conjunto material, de una condición extraña al propio buque, que es la situación estratégica en la función que le estuviere destinada como instrumento de la política nacional.

Como ha dicho muy bien un escritor naval, "el acorazado" no es un artículo de *stock*, porque, aún satisfaciendo perfectamente las necesidades de una determinada política naval, puede dejar de representar idéntico valor militar en condiciones diferentes del teatro de guerra.

La influencia de la situación geográfica, con relación a enemigos probables, basta por si sola, para modificar los requisitos del buque, debido a la correlación íntima que los liga.

Tratándose sin embargo, de modo abstracto del valor militar del buque y suponiendo convenientemente atendidos los diversos factores, se comprende que sean de importancia capital la velocidad y el radio de acción, principalmente cuando no se dispone de bases de operaciones en número suficiente y de fuerzas proporcionadas a los elementos del adversario. No deben pues ser menospreciadas todas estas circunstancias, porque pueden ser decisivas de la suerte de una campaña naval.

A pesar de todas las dificultades e incertidumbres y del enorme costo de las unidades modernas, la tendencia actual de las grandes potencias navales, es construir acorazados de desplazamiento cada vez mayor, provistos de: un gran poder ofensivo de artillería de grueso calibre; corazas proporcionales a la artillería principal; artillería secundaria de calibre mediano, protegida de modo que pueda ser utilizada en cualquier momento; buen compartimentaje y protección de las obras vivas contra los efectos de las explosiones submarinas; todas estas condiciones unidas a la mayor velocidad y radio de acción compatibles con los otros requisitos, considerados preponderantes.

Será, sin duda alguna, de mucho interés para el estudio del acorazado, que entremos en el análisis de sus diversos caracteres esenciales, observándose la influencia de cada uno sobre los demás.

Del desplazamiento total de un acorazado, que alcanza ya a mas de 32000 toneladas, en las nuevas unidades americanas, una parte se destina al peso del casco y equipo, otra se utiliza para la máquina y combustible y una tercera se dedica al armamento, corazas, torpedos, municiones, etc.

Con una misma velocidad en desplazamientos diferentes, dos buques de 2000 toneladas absorven justamente, 15700 en armamento y protección, contra 18000 en un buque de 40000 toneladas. Si tomamos para comparación un barco de 30000 toneladas, haciéndole variar la velocidad, tendremos los siguientes guarismos para la distribución de los pesos:

Velocidad	Máquinas, Equipo Casco, Combustible	Armamento Protección
21 nudos	17155	12845
23 „	18180	11820
25 „	19540	10460
27 „	20930	9070

de modo que, un incremento de velocidad de 21 a 27 millas, corresponde a una reducción de cerca de 30% del armamento y corazas del buque de 21 millas. Los incrementos de peso de artillería, coraza y velocidad se deben, principalmente, a las exageradas dimensiones de los barcos.

En cuanto al casco, según las experiencias francesas, los acorazados de 15000 toneladas necesitan 3,78 tons. por una de artillería; los de 25000 emplean 3,05 para el mismo valor de la artillería.

Aumentándose la velocidad, el sacrificio de peso recae en la coraza; asi es como, en un buque de 10000 toneladas, correspondía a la coraza un tercio del desplazamiento (para una marcha de 15 a 18 millas) mientras que,

en los acorazados del tipo "Queen Elisabeth", de 25 nudos, la coraza representa una sexta parte del desplazamiento de 27,500 toneladas.

Planteada de este modo la cuestión, en sus líneas esenciales, se ve cuan difícil es conseguir un proyecto de buque, en que una de las cualidades no resulte demasiado perjudicada por las otras exigencias militares. Al equilibrio, entre esos factores casi antagónicos, establecido en el proyecto, se le denomina "el compromiso entre las características del navío".

En este punto es que las opiniones de los técnicos mas afamados no llegan a un acuerdo decisivo. Como ejemplo citaremos que, en una reciente reunión de competencias profesionales, se emitieron los mas vagos conceptos que es posible imaginar. Uno de los presentes era partidario de: "un número limitado de buques de alta velocidad, por parecer una necesidad absoluta"; mientras que otro decía: "se debe conservar una velocidad tal que no sea inferior a la de los posibles adversarios". Estas frases fueron realmente dichas y expresan la incertidumbre en que se debate la opinión, aún de los técnicos mas competentes, tanto oficiales de marina como constructores navales.

Por un lado, el precio de los barcos aumenta con los tonelajes, representando un mayor valor militar los buques grandes; por otro lado, la pérdida de una de esas unidades representa un golpe tanto mas fatal, cuanto mayor sea la importancia numérica en la constitución de la fuerza combatiente.

Si, en un mayor desplazamiento, la tonelada de peso cuesta menos que en dos buques de desplazamiento mitad del primero, es muy cierto también que la pérdida de uno de los buques menores es mucho menos grave que la de la unidad de desplazamiento doble. Si, en un buque único de gran tonelaje, se pueden colocar dos cañones por ejemplo, se puede tener, muy bien, mayor número de cañones en un número mayor de buques menores. En un caso, se consigue la concentración de la artillería, con ventaja para los servicios de "dirección del tiro"; en el

otro se puede obtener mayor volúmen de fuego, menores riesgos y la ventaja del número para determinadas combinaciones tácticas, como tendremos ocasión de ver en nuestro curso.

Es muy interesante, para el estudio que estamos haciendo, reproducir la argumentación del Almirante Custance, en la sesión a que nos referimos anteriormente. Decía el ilustrado Almirante inglés: "verificamos que el buque de 22000 toneladas tiene aproximadamente el mismo coeficiente de *fighting load*, para una velocidad de 21 nudos, que el de 30000, para la de 27 nudos"..... "llega ahora la cuestión realmente importante en la época actual: el autor dice que el cañón principal y su proyectil deben ser del calibre y peso mínimo necesario para llevar una carga explosiva al interior de un buque, a través de la mayor coraza de un enemigo probable y a la máxima distancia visual". "El autor parece insinuar que esto ya se ha conseguido, pues establece que el cañón de 14" perforará 14" de acero Krupp a distancias hasta de 12000 yardas y nosotros sabemos que ya hay en servicio cañones de 15" y que se estudian mayores todavía....

"En otro lugar dice el autor, de un modo definitivo que: "aún a la distancia máxima, los cañones actuales (12") son bastante poderosos para penetrar las corazas de los buques de todas las potencias navales, con excepción de los Estados Unidos".... "Me atrevo a afirmar que estamos obligados a admitir el hecho de ser perforadas todas esas corazas por los proyectiles, a determinadas distancias". "El autor dice 12000 yardas, pero no existe certidumbre de que la distancia no sea mucho menor. En mal tiempo, en tiempo brumoso, puede serlo ciertamente y aún en tiempo claro no se puede impedir que el enemigo se aproxime, si está decidido a hacerlo, sino tocándolo; y es muy dudoso, no obstante las consideraciones de Sir Trevor Davosn, que con medios actuales, a esa distancia, se pueda herir a un enemigo las veces necesarias para obligarlo a parar. Esto puede realizarse en los ejercicios, pero en la guerra es enteramente diferente y por consiguiente mucho mas difícil. Recordaré que generalmente se admite

que la coraza es penetrada por los proyectiles explosivos a ciertas distancias. En el buque que discutimos la coraza es de 13" en la línea de agua y en las partes principales. Este espesor parece que no es suficiente para detener los proyectiles de pequeña carga explosiva de los grandes cañones; no es bastante gruesa para eso, pero sí lo es, con exceso, para los proyectiles de gran capacidad; para este fin, puede servir una coraza menor. Aparte de lo dicho, la protección tiene una área tan restringida que el buque puede ser batido sin necesidad de perforar la coraza; por lo tanto, debemos establecer definitivamente si vale la pena de llevar esa coraza cuando no consigue, como dice Sir Cyprian Bridge, el fin a que esta destinado".

"Estoy de acuerdo con el autor cuando dice: "no se harán alteraciones hasta que el Servicio Naval se haya convencido, o una guerra haya demostrado, que es necesaria una mudanza; pero no existe razón de ningún género, para que este Instituto no llegue a una decisión sobre los principios que gobiernan estos asuntos"..... "Si no decidió las cuestiones que regulan el empleo de la coraza, durante el tiempo de paz, puede estallar una guerra repentinamente y la opinión profesional ser arrebatada por la ruda opinión de los ignorantes. Creedme, es de la mas absoluta necesidad exponer y discutir cuidadosamente los principios que deben presidir la distribución de la coraza y la artillería. La opinión pública y la profesional estarán, entonces, en condiciones de interpretar los hechos de la guerra". (Conferencia en el Instituto de los Constructores Navales en Londres, 1 de Abril de 1914).

Despues de tales consideraciones y no obstante la situación alarmante que resulta de ese estado de duda, entre tan eminentes profesionales, los buques continuaron contruyéndose, unos con mas coraza, mayor calibre de artillería y velocidad de 21 nudos y otros, con menos coraza, menos cañones de mayor calibre y velocidades elevadas.

De todos los elementos que entran en la composición del acorazado de línea, la velocidad es el que mas influye en sus dimensiones, para igual armamento. La fuerza de

máquinas y calderas y, por consiguiente, sus dimensiones y peso aumentan considerablemente. Para un mismo desplazamiento, la fuerza motriz es proporcional al cubo de la velocidad. Si la velocidad se conserva fija, la fuerza crece menos rapidamente que el desplazamiento, esto es, en proporción al exponente ⅔.

La velocidad de los buques está influenciada por las dimensiones y formas de las carenas, como tambien, por el rendimiento del propulsor. Para un determinado incremento del desplazamiento, precisa hallar cuál es la relación entre los elementos variables: eslora, manga, calado y forma de las obras muertas. Para no aumentar mucho la eslora y consiguientemente la superficie que hay que acorazar, ha sido limitada a cerca de cinco y media veces la manga, para velocidades próximas a 20 nudos.

En las experiencias de tanque, se determinan para cada buque las siguientes cualidades: sus dimensiones mas convenientes; su coeficiente de forma; las superficies de entrada y de salida del agua, no solamente con relación a las resistencias del casco sino, tambien, para el buen rendimiento del propulsor, de modo que éste pueda encontrar el líquido en las mejores condiciones de ataque, para lo cual se necesita que las curvas de la obra viva sean continuas; un achatamiento de esas líneas, en la parte central, produce un exceso de trabajo resistente, perjudicial al rendimiento del motor y perturba la salida de agua favorable al rendimiento de las hélices.

La influencia del conjunto de todas esas condiciones sobre una característica muy importante, el *radio de acción* del buque, se puede expresar, en resumen, de la manera siguiente: "A igualdad de desplazamiento, la fuerza en caballos es proporcional al cubo de la velocidad y para una misma cantidad de combustible e igual consumo por caballo hora, el radio de acción es inversamente proporcional al cuadrado de la velocidad empleada".

Se puede avaluar inmediatamente la magnitud de esos valores considerando que por ejemplo, un buque de 18000 tns. de desplazamiento debe desarrollar 22500 ca-

ballos, para una marcha de cerca de 20 nudos, mientras que solo necesita 3300 para una de 10 nudos.

En las experiencias de velocidad del acorazado americano "Texas" se obtuvieron las siguientes cifras:

Nudos	I. H. P.	Consumo de carbón Lbs. I. H. P.
21,05	28373	1,73
19	18779	1,53
12	4640	2,01

(Desplazamiento 27000 toneladas. Máquinas alternativas).

En algunas naciones, el problema de los grandes buques sufre ya una limitación, por lo menos, a consecuencia de las dimensiones de los canales navegables. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la manga no puede ser mayor de 98 piés, porque el canal de Panama, en las compuertas de las represas, tiene solamente una abertura de 110 piés. No podemos dejar de recordar, aunque solo sea incidentalmente, que el calado está alcanzando el máximo permitible para la facilidad de tráfico en los puertos, ríos, canales y diques secos y flotantes, de modo que, la única dimensión que todavía es susceptible de aumento, es la eslora. Los acorazados americanos, actualmente en construcción, tienen: 600 piés de eslora; 97,3 de manga; 30 de calado; 21 nudos; 12 cañones de 14 pulgadas; 22 cañones de 5"; 4 tubos lanzatorpedos sumergidos; 32000 toneladas de desplazamiento y 32000 H. P.

De esta rápida reseña de los elementos que forman el valor militar del buque, deducimos que, sin duda, la velocidad ha merecido menos importancia de la que en realidad tiene. Para los que pretenden establecer el equilibrio o la preponderancia en combate, con las ventajas de la posición, la influencia de la velocidad es incontestable. Sin embargo, para los partidarios del cañón, que constituyen la mayoría, la velocidad es la que debe sacrificarse, entre todos los demás factores, en favor del elemento ofensivo del armamento principal. Según éstos,

la coraza y la velocidad deben ceder el lugar al cañón y al proyectil, en la seguridad de que "*el fuego es la mejor protección contra el fuego del enemigo*".

En el número de estos partidarios se encuentra el Almirante Custance, quien es casi exclusivista en este importante asunto. Pero parece que, conforme a los fundamentos de la táctica naval, para la conquista de "posiciones ventajosas", "equilibrio de combate", etc. si algún factor puede ser sacrificado, debe ser el número de cañones, aumentándoles el calibre, o el espesor de la coraza, disminuyéndola en superficie. Este parece ser el criterio preponderante, según lo manifiestan los modernos acorazados-cruceros o acorazados rápidos. En los nuevos buques ingleses se ha aumentado el calibre de las piezas, reduciendo su número y se ha conservado una coraza casi igual a la de los dreadnoughts y a la de algunos barcos posteriores.

Nada tiene esto de extraordinario, porque las distancias de combate continúan siendo objeto de presunción. En las distancias, probables, de 6 a 8000 yardas los cañones perforan lo mismo las corazas de 9 y las de 13 pulgadas y la cuestión de perforaciones de corazas en combate todavía no está concluyentemente comprobada. En las distancias menores, hasta 3000 yardas, el cañón inglés de 12" y 45 calibres, proyectil de 850 libras, perforaba 17 pulgadas de acero Krupp. Respecto al resultado de combates entre acorazados a distancias superiores a 8000 yardas, vale más no aventurar opiniones, hasta que se tengan pruebas definitivas.

Como valor militar, un crucero de batalla es hoy muy superior a algunos de los acorazados de línea con que cuenta la marina inglesa para el combate, teniendo sobre ellos la ventaja de la velocidad, por ejemplo la del "Tiger" que desarrolló 28 nudos, durante muchas horas, en mar gruesa. Este buque tiene 28500 tns.; 660 piés de eslora; 90,5 de manga; 28 de calado; 100000 H. P.; 8 cañones de 13",5; 12 de 6"; dos tubos lanzatorpedos sumergidos.

Dada la naturaleza especial de nuestras conferencias, debemos evitar conclusiones, pero si alguna se pudiera sacar de esa variabilidad de criterio en la evolución de los grandes tonelajes, sería para justificarla por la necesidad de dotar a la defensa de un país de medios cada vez mas fuertes que los del adversario probable; así se concibe esa incertidumbre materializada en los grandes buques, (construídos en espacios de tiempo relativamente cortos) no solamente en el armamento, sinó también en las dimensiones, coraza etc.

Terminaremos este tema con la reproducción de las tablillas confeccionadas por el Sr. F. Owens, presentadas al Instituto de los Constructores Navales de Londres y que muestran de un modo comprensible y fácil, la influencia recíproca de los factores que concurren en un acorazado moderno.

TABLILLAS

A	B	C	D	E	F
18000	11120	6850	0,383	0,479	1,250
20000	12150	7850	0,392	0,486	1,240
22000	13170	8830	0,401	0,492	1,225
24000	14180	9820	0,409	0,497	1,215
26000	15190	10810	0,416	0,501	1,204
28000	16180	11820	0,422	0,510	1,191
30000	17155	12845	0,428	0,510	1,191
32000	18130	13870	0,434	0,513	1,181
34000	19110	14890	0,438	0,517	1,180
36000	20090	15910	0,442	0,520	1,175
38000	21065	16935	0,446	0,723	1,172
40000	21990	18010	0,450	0,525	1,165

Idem para acorazados de 27 nudos.

18000	13750	4250	0,236
20000	14960	5040	0,252
22000	16190	5810	0,264
24000	17400	6600	0,275
26000	18570	7430	0,286
28000	19750	8250	0,295
30000	20930	9070	0,303
32000	22060	9940	0,310
34000	23210	10790	0,317
36000	24340	11660	0,324
38000	25460	12540	0,330
40000	26580	13420	0,336

A) Desplazamiento.

B) Casco, equipo, máquinas, combustible, agua de alimentación.

C) Factor ofensivo y defensivo.

D) Relación del armamento y protección al desplazamiento.

E) Proporción de incremento de armamento con respecto al del desplazamiento.

F) Ventaja del aumento de desplazamiento comparado con el aumento en número de buques.

Proporciones de los pesos de armamento, coraza, protección, relativos a diferentes desplazamientos con diversas velocidades.

Dsplz.	21 nudos	23 nudos	25 nudos	27 nudos
18000	0,383	0,343	0,289	0,236
20000	0,392	0,354	0,302	0,252
22000	0,401	0,364	0,314	0,264
24000	0,409	0,372	0,324	0,275
26000	0,416	0,380	0,333	0,286
28000	0,422	0,388	0,341	0,295
30000	0,428	0,394	0,348	0,303
32000	0,434	0,400	0,356	0,310
34000	0,438	0,406	0,361	0,317
36000	0,442	0,411	0,367	0,324
40000	0,450	0,420	0,378	0,366

NOTA.—Finalmente, la proporción asignada al armamento puede determinarse siempre aproximadamente, multiplicando el valor que dan las tablillas para el factor ofensivo y defensivo, por un coeficiente igual a 0,375, para las velocidades entre 21 y 23 nudos y por el coeficiente 0,43 para las velocidades entre 25 y 27 nudos—(T. G. Owen. Battleship Design).



Sobre rectas de altura

Artículos traducidos libremente del "United States Naval Institute Proceedings"

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

I. — Rectas de altura por el método de las Tablas de Ball

Por el Teniente K. H. Donavin,
U. S. Navy

Las tablas de rectas de altura (Altitude and Position Line Tables) por Federico Ball, R. N., fueron publicadas hace varios años y consisten esencialmente en alturas calculadas para las latitudes de 0° a 60° *N* o *S*, declinaciones de 0° a 60° *N* o *S* y ángulos horarios de 0 a 6 horas. El método Marc. St. Hilaire ha sido, por consiguiente, simplificado con el uso de estas tablas hasta el extremo de que el cálculo de una recta de altura, se ha convertido en la práctica, en un asunto de pura inspección.

El Capellán Ball en su prefacio dice: "Estas tablas han sido calculadas con la esperanza de que puedan disminuír el trabajo del navegante práctico y aumentar también la probabilidad de obtener resultados suficientemente exactos de sus observaciones".

"El método con el que se han calculado es aquel que se conoce comunmente en Inglaterra con el nombre de *Nueva Navegación*, el cual está explicado en las siguientes páginas".

"Las ventajas que se obtienen con estas tablas son:

"I. Todas las alturas, cualquiera que sea el ángulo horario, se trabajan de una manera uniforme".

"II. En ningún caso, dentro de los límites de las tablas para la latitud y la declinación, es necesario resolver un triángulo esférico".

"III. Solamente una corrección debe aplicarse a la altura tomada de las Tablas.

"IV. El trabajo de números se halla disminuído.

"V. Se llega a alcanzar una gran probabilidad de exactitud.

Extendiéndonos más, diremos: "Se supone que para alturas menores de 70° el error no excederá en ningún caso de 0', 2 o sea 112", pero sobre este valor de la altura el error vá en aumento llegando a ser alrededor de 1' para una altura de 85°.

"El método es simple,rápido y exacto, como la siguiente discusión nos indicará, obteniéndose grandes ventajas del hecho de que no importa cualquiera que sea la situación que se adopte y que llamaremos "punto supuesto",tanto que suponiéndola a una distancia de 30 o 40 millas de la situación estimada, la recta de altura será en todos los casos la misma. La altura puede ser obtenida para cualquier instante de tiempo, en un punto dado de la tierra, interpolando por la latitud, declinación y ángulo horario, pero el valor práctico del método descansa en el hecho de que el "punto supuesto" puede ser rápidamente adoptado, de modo que la interpolación por la latitud y por el ángulo horario se halla elimidada y la corrección por la declinación puede ser obtenida directamente o por el uso de una segunda tabla adjunta".

"Esto se hace del modo siguiente: Supóngase el grado entero más próximo de latitud como la latitud del "punto supuesto" y conviértase la longitud aproximada en tiempo. Después, hallándose el ángulo horario local del astro observado, escójase una longitud, tan cerca como sea posible a la longitud aproximada, tal que el ángulo horario local que resulte sea múltiplo exacto de cuatro minutos, por ejemplo, 4^h36^m o 3^h52^m. Conviértase la longitud empleada en arco, lo que dará la longitud del "punto supuesto" que servirá para trazar el azimut".

"Desde este punto trácese la diferencia de alturas, obtenida de las tablas y dibújese la recta de altura, habiendo previamente obtenido el azimut por las Tablas de Weir, por cualquiera otra o, también, por los métodos que indican las mismas tablas de Ball, los cuales son muy simples y rápidos".

"Durante el verano de 1915 las rectas de altura que yo calculé mediante el uso de estas tablas, fueron trazadas en considerablemente menos tiempo que el que se requiere trabajando directamente el método St. Hilaire; el tiempo empleado y los resultados obtenidos por el método St. Hilaire se compararon cuidadosamente con los obtenidos por medio de las tablas de Ball, y los resultados que dieron las tablas fueron practicamente idénticos a los del método indicado".

"Para todos los objetos de la navegación práctica, el error que

produce el que el punto que sirve para trazar la recta o "punto supuesto" esté a 30 o 40 millas de la posición del buque, es despreciable.

Las Tablas para calcular azimutes son muy fáciles de usar, y los azimutes pueden ser hallados practicamente por inspección. Los argumentos para una Tabla son "diferencia de altura por cada ocho minutos" y "latitud" y para la otra tabla solo se requiere un argumento: "diferencia de altura por dos grados de latitud". Los detalles para usar estas tablas se comprenderán en muy pocos minutos leyendo las notas explicatorias que las anteceden.

Un ahorro considerable de tiempo se obtiene con este método, desde que solamente de ocho a diez minutos se requiere para calcular y trazar completamente la recta de altura. Como hay muy poco que hacer con las tablas, la posibilidad de error se encuentra reducida proporcionalmente. El presente método es más simple que otros que se refieran a rectas de altura y será muy conveniente su empleo para los oficiales que no quieran trabajar con logaritmos.

Los problemas siguientes servirán para ilustrar el uso de las tablas. Han sido trabajados por tres métodos: St. Hilaire; Tablas de Ball, interpolando por la latitud, declinación y ángulo horario; y por las Tablas de Ball usadas propiamente.

PROBLEMA I

A 7 h. a. m. del 12 de Febrero de 1916 el punto estimado del buque fué: $l_e = 38°—06',8 S$; $L_e = 163°—54',9 E$. Se observó altura instrumental del sol, limbo inferior $= 16°—28'$; corrección de índice $+1'—00''$; elevación del observador $= 12$ metros; $H_s = 7^h–00^m–37^s$; $C = 1^h—02^m—31^s$; EA $—5^m—12^s$.

El siguiente cálculo preparatorio se necesita para todos los métodos

$H_s = 7^h–00^m–37^s$	a_1 ☉ $= 16°–28'.0$	$dec. = 14°—15'.2$ S	
$C = 1—02—31$	$C = +\ 7.9$	$L_e = 10^h–55^m–39^s.6 E$	
$H_c = 8—03—08$	a_1 ☉ $= 16—35—9$		
$EA = —\ 5—12$			
$Hm_1 = 7—57—56$			
$et. = —\ 14—24.1$			
$Hc_1 = 7—43—31.9$			

Por el método St. Hilaire y las Tablas de Azimutes

$Hv_1 = 7^h-43^m-31^s,9$
$L_e = 10—55—39.6\ E$
$HcL = 18—39—11.5$
$h = 5—20—48.5\ E$
$log\ cos\ h = \overline{1}.23091$
$log\ cos\ l = \overline{1}.89586$ $\quad log\ sen\ l = \overline{1}.79044$
$log\ cos\ d = \overline{1}.98640$ $\quad log\ sen\ d = \overline{1}.39131$
$log\ (b) = 1.11317$ $\quad log\ (a) = 1.18175$
$(b) = 0.12976+$ $\quad (a) = 0.15197+$
$(a) = 0.15197+$
$sen\ a_e = 0.28173+$
$a_e = 16^o-21'.8$
$a_1 = 16—35.9$
$\triangle a = 14.1+$ (hacia el astro)

con $l = 38^o\ S$ $\quad p' = 0.25+$
„ $d = 14^o\ S$ $\quad p'' = 0.14—$
„ $h = 5^h-20^m$ $\quad p = 0.11+$
$Z = S\,85^o\,E$

Por las Tablas de Ball (interpolando por l, d y h) y Tablas de azimutes.

$Hv_1 = 7^h-43^m-31^s,9$
$L_e = 10—55—39.6\ E$
$HcL = 18—39—11.5$
$h = 5—20—48.5\ E$

Con $l = 38^o S$, $d = 14^o S$ y $h = 18^h-40^m\ W = 5^h-20^m\ E$
$a = 16^o—21'.8$ Correc. por $l = 0'.6+$
Z por las Tablas Correc. $= 0.3—$ Correc. por $d = 8.6+$
$Z = S\,85^o\,E$ $\quad a_e = 16—21.5$ „ „ $h = 9.5—$
$a_1 = 16—35.9$ $\quad 3.0—$
$\triangle a = 14.4+$

Por las tablas de Ball usadas propiamente

$Hv_1 = 7^h-43^m-31.9$
$L_e = 10—56—28.1\ E$ (longitud supuesta)
$HcL = 18—40—00$

Para $l = 38^{o}\ S$ $d = 14^{o} S$ y $h = 18^{h}40^{m}$

a (tablas de Ball) $= 16^{o}—21'.8$

Z por las tablas de Ball.

$Z = S\ 85\ E$

Correc. por d = 8.8 +

$a_e = 16—30.6$

$a_v = 16—35.9$

$\triangle a$ = 5.3 +

Longitud supuesta $= 10^{h}—56^{m}—28^{s}.1 = 164^{o}—07'—01''.5\ E$

Latitud supuesta $= 38^{o}\ S$

Trazando las rectas que resultan de los tres cálculos, veremos que coinciden:

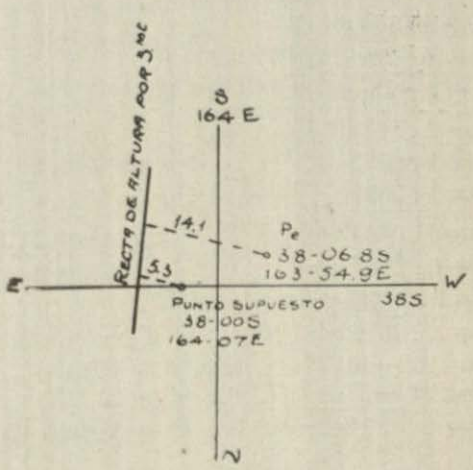


Fig. 1

2o. PROBLEMA

A $5^{h}15^{m}$ a. m. del 26 de Febrero de 1916 el punto estimado fué $l_e = 36^{o}—17'.6\ N$, $L_e = 67^{o}—20'.5\ W$. Se observó altura instrumental de la estrella α Leonis (Régulus) al $W = 14^{o}—06'$; $c.\ i. = +\ 1' — 00''$; Elevación $= 12^{m}$; $H_a = 5^{h} — 14^{m} — 52^{s}$; $G = 4^{h}—29^{m}—05^{s}$; $EA = — 2^{m}—40^{s}$.

Los cálculos que siguen son necesarios para todos los métodos:

H_s = 5—14—52^s $a_{i\,*}$ = 14°—06' $d_{\,*}$ = 12°—22'.5 N
C = 4—29—05 Correc. = — 9
H_c = 9—43—57 $a_{t\,*}$ = 13 —57
EA = — 2—40
Hm_t = 21—41—17 Feb. 25
T.S. ♑ O^h = 22—16—06.8
Correc. = 3—33.8
Hs_t = 20—00—57.6
$AR_{\,*}$ = 10—03—56.8
h_t = 9—57—00.8

Por la fórmula y las Tablas de Azimutes.

h_t = 9^h-57^m-00^s.8
L_e = 4—29—22.0 W
h = 5—27—38.8

$\log \cos h = \overline{1}.14829$
$\log \cos l = \overline{1}.90634$
$\log \cos d = \overline{1}.98979$
$\log (b) = \overline{1}.04442$
$(b) = 0.11077+$
$(a) = 0.12685+$
$\text{sen } a_s = 0.23762+$
a_s = 13°—44'.7
a_t = 13 —57 .0
$\triangle a$ = 12 .3+

$\log \text{sen } l = \overline{1}.77226$
$\log \text{sen } d = \overline{1}.33104$
$\log (a) = \overline{1}.10330$
$(a) = 0.12685+$

Z por las Tablas

con l = 36° N — p' = 0.21+
„ d = 12 N — p'' = 0.10—
„ h = 5^h-28^m — p = 0.11+
Z = N 85° W

Por las Tablas de Ball (interpolando por l, d, y h) y las Tablas de Azimutes.

h_t = 9^h—57^m—00^s.8
L_e = 4—29—22.0 W
h = 5—27—38.8 W

Para l = 36° N, d = 12° N y h = 5^h—28^m

Z por las Tablas. Z = N 85° W

a = 13°—26'.1 Correc. por l = + 1.5
Correc. = + 17.5 „ „ d = +12.8
a_s = 13 —43.6 „ „ h = + 3.2
a_t = 13 —57.0 Correc. = +17.5
$\triangle a$ = 13.4+

Por las Tablas de Ball propiamente usadas

$h_t = 9^h—57^m—00^s.8$
$L_s = 4\ —29\ —00\ .8\ W$ (longitud supuesta)
$h = 5\ —28\ —00\ .0$

Z por las Tablas. Con $l = 36^o\ N$, $d = 12^o\ N$ y $h = 5^h—28^m$
$Z = N\ 85^o\ W$ $a = 13^o—26'.1$
Correc. por $d = +\ 12.8$
$a_c = 13\ —38.9$
$a_t = 13\ —57.0$
$\triangle a = 18.1+$

Longitud supuesta $= 4^h—29^m—00^s.8$. $W = 67^o—15'.2\ W$
Latitud supuesta $= 36^o\ .\ N$

Trazando las rectas que resultan de los tres cálculos, veremos que coinciden:

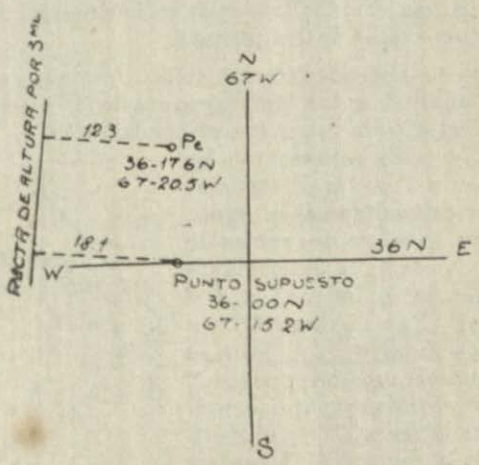


Fig. 2

II.—Método para calcular el punto de intersección de las rectas de altura Marc St. Hilaire

Por Ernesto K. Roden

Con la ayuda de los pliegos cuadriculados que proporciona la Oficina Hidrográfica, el trazado de las rectas de altura ha llegado

a ser un asunto de fácil solución y, al mismo tiempo, teniendo en cuenta la gran escala a que estos pliegos están rayados, la exactitud del punto de intersección ha sido aumentada. Pero prevaleciendo la opinión de que el punto de intersección de dos rectas de altura debe ser calculado analíticamente mejor que geométricamente, vamos a mencionar aquí un método que consideramos útil para ello.

En el caso de hallar por el cálculo el punto de intersección de las rectas de altura, calculadas por el método Marc. St. Hilaire se ha ideado tres o cuatro métodos. Entre ellos debe mencionarse los del doctor Fulst y del profesor Goodwin por ser los más simples y tal vez los menos complicados.

El método del doctor Fulst fué explicado completamente en el número de Setiembre de 1913 del United States Naval Institute Proceedings, por el Teniente Comandante De Aquino de la Marina Brasilera, mientras que el método del profesor Goodwin y sus tablas fueron publicadas en los números de Enero y Febrero de 1913 del Nautical Magazine. En el presente artículo nos referimos a un método para calcular la intersección de dos rectas, que, en la opinión del autor, ofrece más ventajas y mayor facilidad que los métodos referidos. Además de las Tablas de estima corrientes solo se necesita una pequeña tabla de dos páginas.

El método consiste en determinar la diferencia en latitud y diferencia en Longitud entre las posiciones de la "intersección" y la "posición supuesta" o la "posición estimada". Así en la figura 1 si los ángulos Z_1 y Z_2 representan los azimutes y $\triangle a_1$ y $\triangle a_2$ las diferencias de alturas correspondientes, el punto de intersección P de las dos rectas de altura EP y CP se halla determinando BD (diferencia en latitud), y DP (apartamiento). Para hallar BD y DP, conocidos Z_1, Z_2 y $\triangle a_1$, $\triangle a_2$, es conveniente hacer uso del triángulo auxiliar RPF, formado por las prolongaciones de la recta CP y el meridiano BF con la recta EP. Se notará que si en este triángulo auxiliar se baja una perpendicular desde P sobre el meridiano el ángulo $RPD = Z_2$ y el ángulo $DPF = Z_1$, de donde se deduce que la suma de estos ángulos o sea el ángulo RPF es igual al ángulo A o sea la suma de azimutes.

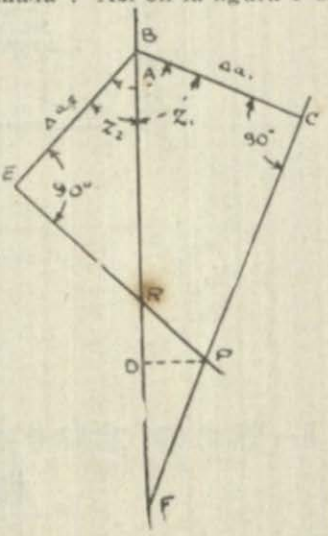


Fig. 1

El procedimiento para hallar la diferencia en latitud y el apartamiento puede deducirse como sigue:

En el triángulo rectángulo BCF (fig. 1) tenemos:

$$BF = \triangle a_1 \; sec \; Z_1$$

En el triángulo rectángulo BER tenemos:

$$BR = \triangle a_2 \; sec \; Z_2$$

De donde:

$$FR = BF - BR = \triangle a_1 \; sec \; Z_1 - \triangle a_2 \; sec \; Z_2$$

en el triángulo RPF se tiene:

$$\frac{RP}{FR} = \frac{sen \; RFP}{sen \; FPR}$$

Ahora el ángulo

$$RFP = (90^o - Z_1)$$

y el ángulo

$$FPR = Z_1 + Z_2 = A$$

Por consiguiente:

$$\frac{RP}{FR} = \frac{sen \; (90^o - Z_1)}{sen \; A}$$

De donde:

$$RP = \frac{FR \; sen \; (90^o - Z_1)}{sen \; A} = \frac{FR \; cos \; Z_1}{sen \; A}$$

Sustituyendo en esta ecuación el valor de FR previamente obtenido, se tiene:

$$RP = \frac{(\triangle a_1 \; sec \; Z_1 - \triangle a_2 \; sec \; Z_2) \; cos \; Z_1}{sen \; A}$$

Pero $sec\ Z_1\ cos\ Z_1 = 1;$ de donde:

$$RP = \frac{\wedge a_1 - \wedge a_2\ sec\ Z_2\ cos\ Z_1}{sen\ A}$$

Para hallar el apartamiento DP, tracemos la perpendicular desde P hacia RF. En el triángulo rectángulo RDP

$$DP = RP\ cos\ Z_2$$

Sustituyendo en esta ecuación el valor de RP hallado arriba tenemos:

$$DP = \frac{cos\ Z_2\ (\wedge a_1 - \wedge a_2\ sec\ Z_2\ cos\ Z_1)}{sen\ A}$$

Pero $cos\ Z_2\ sec\ Z_2 = 1;$ de donde:

$$DP = \frac{\wedge a_1\ cos\ Z_2 - \wedge a_2\ cos\ Z_1}{sen\ A}$$

de donde:

$$DP = cosec\ A\ [\wedge a_1\ cos\ Z_2 - \wedge a_2\ cos\ Z_1]$$

Para hallar la diferencia en latitud BD (Fig. 1) tenemos que en los triángulos rectángulos BER y RDP

$$\begin{array}{r} BR = \wedge a_2\ sec\ Z_2 \\ RD = RP\ sen\ Z_2 \\ \hline BR + RD = \wedge a_2\ sec\ Z_2 + RP\ sen\ Z_2 \end{array}$$

o

$$BD = \wedge a_2\ sec\ Z_2 + RP\ sen\ Z_2$$

sustituyendo el valor de RP previamente hallado se tiene:

$$BD = \wedge a_2\ sec\ Z_2 + \frac{[\wedge a_1 - \wedge a_2\ sec\ Z_2\ cos\ Z_1]\ sen\ Z_2}{sen\ A}$$

multiplicando se tendrá:

$$BD = \triangle a_2 \, sec \, Z_2 + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2 - \triangle a_2 \, tg \, Z_2 \, cos \, Z_1}{sen \, A}$$

o sea:

$$BD = \triangle a_2 \, sec \, Z_2 - \frac{\triangle a_2 \, tg \, Z_2 \, cos \, Z_1}{sen \, A} + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2}{sen \, A}$$

ahora $sec \, Z_2 = \frac{1}{cos \, Z_2}$; de donde:

$$BD = \frac{\triangle a_2}{cos \, Z_2} - \frac{\triangle a_2 \, tg \, Z_2 \, cos \, Z_1}{sen \, A} + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2}{sen \, A}$$

desde que $tg \, Z_2 = \frac{sen \, Z_2}{cos \, Z_2}$, sustituyendo este valor y poniendo en evidencia el factor común se obtendrá

$$BD = \triangle a_2 \left(\frac{1}{cos \, Z_2} - \frac{sen \, Z_2 \, cos \, Z_1}{cos \, Z_2 \, sen \, A} \right) + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2}{sen \, A}$$

colocando los términos dentro de paréntesis, con un denominador común, la ecuación se convierte en:

$$BD = \triangle a_2 \, \frac{sen \, A - sen \, Z_2 \, cos \, Z_1}{cos \, Z_2 \, sen \, A} + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2}{sen \, A}$$

pero el ángulo $A = (Z_1 + Z_2)$; de donde:

$$BD = \triangle a_2 \, \frac{sen \, (Z_1 + Z_2) - sen \, Z_2 \, cos \, Z_1}{cos \, Z_2 \, sen \, A} + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2}{sen \, A}$$

también, $sen \, (Z_1 + Z_2) = sen \, Z_1 \, cos \, Z_2 + cos \, Z_1 \, sen \, Z_2$; de donde:

$$BD = \triangle a_2 \frac{sen \, Z_1 \, cos \, Z_2 + sen \, Z_2 \, cos \, Z_1 - sen \, Z_2 \, cos \, Z_1}{cos \, Z_2 \, sen \, A} + \frac{\triangle a_1 \, sen \, Z_2}{sen \, A}$$

simplificando se tendrá:

$$BD = \frac{\wedge a_2 \; sen \; Z_1}{sen \; A} + \frac{\wedge a_1 \; sen \; Z_2}{sen \; A}$$

de aquí:

$$BD = cosec \; A \; (\wedge a_2 \; sen \; Z_1 + \wedge a_1 \; sen \; Z_2)$$

las fórmulas ahora halladas pueden usarse para calcular las diferencias en latitud y apartamiento del punto de intersección de dos rectas de altura cualesquiera calculadas por el método Marc St. Hilaire. Suponiendo que Z_1 y $\triangle a_1$ representen, respectivamente, el primer azimut y la primera diferencia de alturas, Z_2 y $\triangle a_2$ el segundo azimut y segunda diferencia de alturas, las fórmulas serán:

$$\text{Dif. en lat.} = cosec \; A \; [\triangle a_1 \; sen \; Z_2 + \triangle a_2 \; sen \; Z_1]$$

$$\text{Apartamiento} = cosec \; A \; [\triangle a_1 \; cos \; Z_2 - \triangle a_2 \; cos \; Z_1]$$

Ya que las fórmulas aparecen de fácil empleo debemos seguir ciertas reglas para hallar y emplear los términos que ellas comprenden. Así, examinando las dos fórmulas que anteceden se notará que cada diferencia de alturas se halla multiplicada por el seno o coseno del azimut que le corresponde a la otra.

Para reunir estas condiciones es necesario intercambiar las diferencias de alturas antes de multiplicarlas considerando $\wedge a_1$ con Z_2 y $\wedge a_2$ con Z_1.

Con el uso de la tabla 1 la cual da el producto de las cosecantes de los ángulos de 20 a 90° por diferenciass de alturas de 1 a 18 millas, se determinan los valores numéricos de la diferencia en latitud y apartamiento ayudándose también con las tablas de estima. Pero con el objeto de que estos valores puedan recibir correctamente su signo es necesario trasportar los azimutes a cuadrantes adyacentes. La trasposición de los azimutes y el intercambio de las diferencias de alturas puede ser llevado al cabo como una sola operación, teniendo cuidado de, al trasponer cada uno de los azimutes, referir su valor numérico a uno de los puntos cardinales N o S y de trasponer los azimutes opuestos por el camino más corto.

Ejemplo I. — La posición supuesta fué $l = 50° - 14'$ N, y $L = 27° - 19'$ W. El azimut y diferencia de altura de la primera observación son respectivamente, $Z_1 = S\ 30°\ E$, $\wedge a_1 = 9$ millas (+); para la segunda observación $Z_2 = S\ 42°\ W$, $\wedge a_2 = 7$ millas (+). Hallar la latitud y la longitud del punto de intersección.

Procédase del siguiente modo: Primero traspóngase los azimutes a cuadrantes adyacentes como se indica por la flecha en la figura 2. En este caso el primer azimut es $S\ 30°\ E$ y al trasponerlo se hace $S\ 30°\ W$. El segundo azimut $S\ 42°\ W$ y al trasponerlo se hace $S\ 42°\ E$. Luego

Para diferencia de alturas 9 millas, el azimut es $S\ 42^{o}\ E$
„ „ „ „ 7 „ „ „ „ $S\ 30^{o}\ W$

en este caso la suma de azimutes que llamamos A es $42^{o}+30^{o}=72^{o}$. Si A excede de 90° se le toma entonces el suplemento.

Cada diferencia de altura se multiplica entonces por la cosecante de A. Para facilitar esta multiplicación se usa la Tabla I entrando con la diferencia de altura como argumento horizontal y con el ángulo A como argumento vertical. Así:

Para diferencia de altura 9 y 72° el producto es 9,5
„ „ „ „ 7 y 72° „ „ „ 7,4

Con estos factores se entra a la *tabla de estima* como distancias y los azimutes como rumbos:

Azimutes	Factores	$\triangle l$		$Ap.$	
		N	S	E	W
$S\ 42^{o}\ E$	9.5	—	6.4	7.1	—
$S\ 40\ W$	7.4	—	3.7	—	6.4

$$\triangle l = 10.1\,S \qquad Ap. = 0.7\,E$$

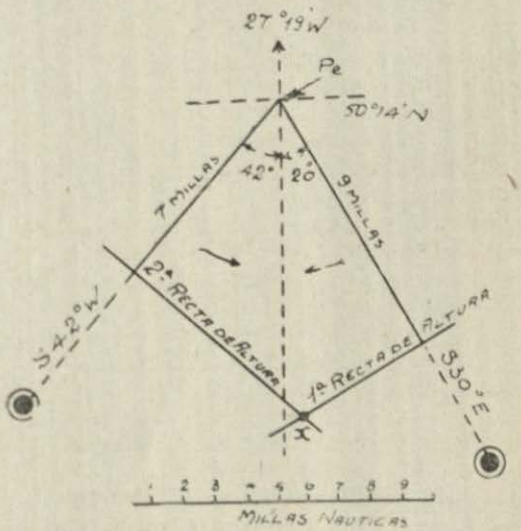


Fig. 2

Al obtener la diferencia de latitud y apartamiento de una tabla de estima ordinaria, inviértanse los datos buscando la diferencia en latitud como apartamiento. Esto se hace necesario teniendo en cuenta el cambio realizado en el nombre de los azimutes originales.

La diferencia en latitud y el apartamiento se aplica entonces a la posición supuesta o a la posición estimada del como conocido:

$l_s = 50°—14'.0\,N$ $\quad$ $L_s = 27°—19'.0\,W$

$\wedge l = \underline{\quad 10\,.1\,S \quad}$ $\quad$ $\wedge L = \underline{\quad 0\,.9\,E \quad}$

$l_o = 50\ -03\,.9N$ $\quad$ $L_o = 27\ -18\,.1\,W$

Ejemplo II. — La posición supuesta fué $l = 34° - 27'\ S$, $L = 8°—51'\ W$. El primer azimut y la primera diferencia de alturas $S\ 28°\ W$; 9,5 millas (—). El segundo azimut y segunda diferencia de alturas $N\ 48°\ W$; 5 millas (—). Hallar el punto de intersección.

En este caso ambas diferencias de alturas son negativas. Transpónganse los azimutes a cuadrantes adyacentes lo que dá $S\ 28°\ E$, para diferencia de alturas 5, y $N\ 48°\ E$ para diferencia de alturas 9,5 (véase la fig. 3).

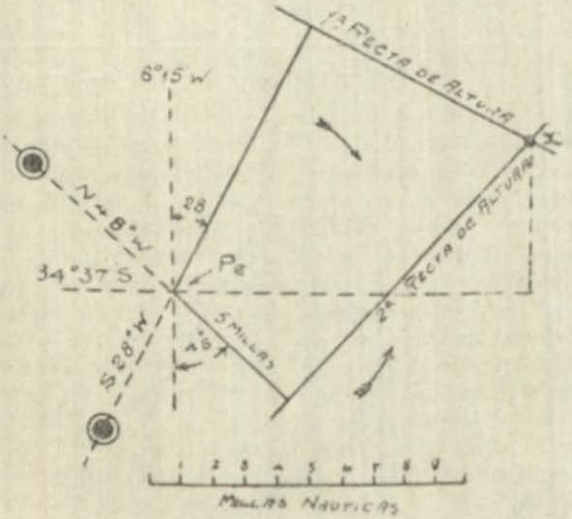


Fig. 3

$A = 180° - (62° + 42°) = 76°$

Para $\wedge a = 5.0$ y $Z = 76°$, la Tabla 1 dá 5,2

„ $\wedge a = 9.5$ y $Z = 76°$, „ „ „ „ 9,8

Azimutes	Factores	$\triangle l$		$Ap.$	
		N	S	E	W
$S\,28^{\circ}\,E$	5.2	—	2.4	4.6	—
$N\,48^{\circ}\,W$	9.8	7.3	—	6.6	—

$$\triangle l = 4.9N \qquad Ap. = 11.2E$$
$$\triangle L = 13.6E$$

l supuesta	$34^{\circ}-37'.0\,S$	L supuesta	$8^{\circ}-51'.0\,W$
$\triangle l$	$4.9N$	$\triangle L$	$13.6E$
l_0	$34\ -32.1\,S$	L_0	$8\ -37.4\,W$

Se notará que la Tabla I puede ser usada también para obtener la diferencia de longitud correspondiente a un apartamiento. Esto se hace entrando con apartamiento como argumento horizontal y con latitud como argumento vertical de la derecha.

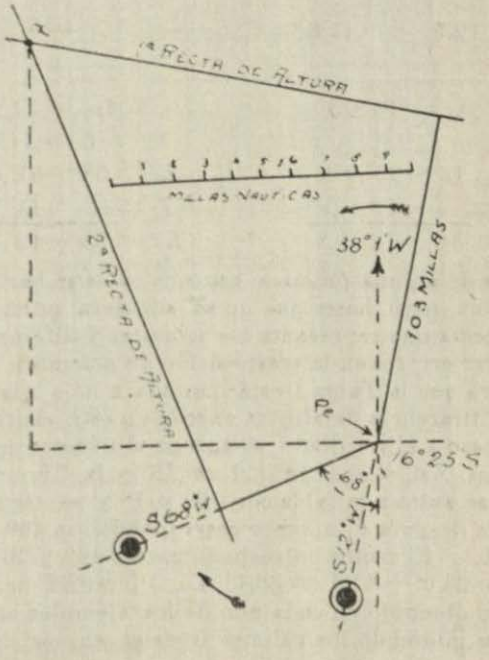


Fig. 4

Ejemplo III.—El punto estimado fué $l = 16^{o}—25'S$, $L = 38^{o}01'W$. El azimut y diferencia de altura para la primera observación: $S\ 12^{o}\ W$; 10,3 millas (—); para la segunda observación: $S\ 68^{o}\ W$; 5,5 millas (+). Hallar la latitud y longitud del punto de intersección.

En este caso una diferencia de altura es positiva y la otra negativa. Esta última se trazará pues en opuesta dirección o $N\ 12^{o}\ E$ como muestra la figura 4. Como anteriormente cada azimut se trasporte al cuadrante adyacente más cercano así:

Para diferencia de alturas 5,5 millas el azimut es $N\ 12^{o}\ W$
" " " " 10,3 " " " " $N\ 68^{o}\ W$

$$A = 68^{o} - 12^{o} = 56$$

entonces:

para diferencia de altura 5,5 millas y 56°, el producto es 6,6
" " " " 10,3 " y 56° " " " 12,5

Azimutes	Factores	$\triangle l$		$Ap.$	
		N	S	E	W
$N\ 12^{o}\ W$	6.6	1.4	—	—	6.5
$N\ 68\ W$	12.5	11.6	—	—	4.7

$\triangle l = 13'.0\ N$

$l_1 = 16^{o}—25'.0\ S$
$\triangle l = \underline{13\ .0\ N}$
$l_2 = 16\ —12\ .0\ S$

$Ap. = 11.2\ W$
$\triangle L = 11.7\ W$

$L_1 = 38^{o}—01'.0\ W$
$\triangle L = \underline{11\ .7\ W}$
$L_2 = 38\ —12\ .7\ W$

Después de alguna práctica estos cálculos se harán sin la ayuda de diagrama, pero hasta que no se adquiera práctica es mejor usar un esquema que represente los azimutes y diferencias de alturas para evitar errores en la trasposición de azimutes.

Se notará que la Tabla I está limitada a una distancia de 18 millas. Si la diferencia de alturas excede en esta cantidad se entrará con el exceso y el resultado se agrega al número correspondiente a 18 millas. Así, si el ángulo A es 46° y la diferencia de altura es 26 millas se entra a la tabla con 46° y 18 y se tiene el número 25,0; se busca después el número correspondiente 46° y 8 millas el el cual es 11,1. El factor correspondiente a 46° y 26 millas es por consiguiente 25,0 + 11,1 = 36,1. La diferencia de latitud y el apartamiento obtenido en cada uno de los ejemplos anteriores puede verificarse midiendo los valores lineales en los diagramas que acompañan.

TABLA I

Dif. de Azimut	Dif. de alt. también Apartamiento																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Lat.
90°	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	0°
86	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	4
84	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	6
82	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.2	17.2	18.2	8
80	1.0	2.0	3.0	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.3	18.3	10
78	1.0	2.0	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2	8.2	9.2	10.2	11.2	12.3	13.3	14.3	15.3	16.4	17.4	18.4	12
76	1.0	2.1	3.1	4.1	5.2	6.2	7.2	8.2	9.3	10.3	11.3	12.4	13.4	14.4	15.5	16.5	17.5	18.6	14
74	1.0	2.1	3.1	4.2	5.2	6.2	7.3	8.3	9.4	10.4	11.4	12.5	13.5	14.6	15.6	16.6	17.7	18.7	16
72	1.1	2.1	3.2	4.2	5.3	6.3	7.4	8.4	9.5	10.5	11.6	12.6	13.7	14.7	15.8	16.8	17.9	18.9	18
70	1.1	2.1	3.2	4.3	5.3	6.4	7.4	8.5	9.6	10.6	11.7	12.8	13.8	14.9	16.0	17.0	18.1	19.2	20
69	1.1	2.1	3.2	4.3	5.4	6.4	7.5	8.6	9.6	10.7	11.8	12.9	13.9	15.0	16.1	17.1	18.2	19.3	21
68	1.1	2.2	3.2	4.3	5.4	6.5	7.5	8.6	9.7	10.8	11.9	12.9	14.0	15.1	16.2	17.3	18.3	19.4	22
67	1.1	2.2	3.3	4.3	5.4	6.5	7.6	8.7	9.8	10.9	12.0	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.6	23
66	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	10.9	12.0	13.1	14.2	15.3	16.4	17.5	18.6	19.7	24
65	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11.0	12.1	13.2	14.3	15.4	16.6	17.7	18.8	19.9	25
64	1.1	2.2	3.3	4.5	5.6	6.7	7.8	8.9	10.0	11.1	12.2	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	18.9	20.0	26
63	1.1	2.2	3.4	4.5	5.6	6.7	7.9	9.0	10.1	11.2	12.3	13.5	14.6	15.7	16.8	18.0	19.1	20.2	27
62	1.1	2.3	3.4	4.5	5.7	6.8	7.9	9.1	10.2	11.3	12.5	13.6	14.7	15.9	17.0	18.1	19.3	20.4	28
61	1.1	2.3	3.4	4.6	5.7	6.9	8.0	9.1	10.3	11.4	12.6	13.7	14.9	16.0	17.2	18.3	19.4	20.6	29
60	1.2	2.3	3.5	4.6	5.8	6.9	8.1	9.2	10.4	11.5	12.7	13.9	15.0	16.2	17.3	18.5	19.6	20.8	30
59	1.2	2.3	3.5	4.7	5.8	7.0	8.2	9.3	10.5	11.7	12.8	14.0	15.2	16.3	17.5	18.7	19.8	21.0	31
58	1.2	2.4	3.5	4.7	5.9	7.1	8.3	9.4	10.6	11.8	13.0	14.2	15.3	16.5	17.7	18.9	20.0	21.2	32
57	1.2	2.4	3.6	4.8	5.0	7.2	8.3	9.5	10.7	11.9	13.1	14.3	15.5	16.7	17.9	19.1	20.3	21.5	33
56	1.2	2.4	3.6	4.8	5.0	7.2	8.4	9.6	10.9	12.1	13.3	14.5	15.7	16.9	18.1	19.3	20.5	21.7	34
55	1.2	2.4	3.7	4.9	6.1	7.3	8.5	9.8	11.0	12.2	13.4	14.6	15.9	17.1	18.3	19.5	20.8	22.0	35
54	1.2	2.5	3.7	4.9	6.2	7.4	8.7	9.9	11.1	12.4	13.6	14.8	16.1	17.3	18.5	19.8	21.0	22.2	36
53	1.3	2.5	3.8	5.0	6.3	7.5	8.8	1.0	11.3	12.5	13.8	15.0	16.3	17.5	18.8	20.0	21.3	22.5	37
52	1.3	2.5	3.8	5.1	6.3	7.6	8.9	1.2	11.4	12.7	14.0	15.2	16.5	17.8	19.0	20.3	21.6	22.8	38
51	1.3	2.6	3.9	5.1	6.4	7.7	9.0	1.3	11.6	12.9	14.2	15.4	16.7	18.0	19.3	20.6	21.9	23.2	39
50	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	1.4	11.7	13.1	14.4	15.7	17.0	18.3	19.6	20.9	22.2	23.5	40

TABLA I—CONTINUACION

Dif. de Azimut	Dif. de alt. también Apartamiento																	Lat.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
49°	1.3	2.7	4.0	5.3	6.6	8.0	9.3	10.6	11.9	13.3	14.6	15.9	17.2	18.6	19.9	21.2	22.5	23.9	41°
48	1.3	2.7	4.0	5.4	6.7	8.1	9.4	10.8	12.1	13.5	14.8	16.1	17.5	18.8	20.2	21.5	22.9	24.2	42
47	1.4	2.7	4.1	5.5	6.8	8.2	9.6	10.9	12.3	13.7	15.0	16.4	17.8	19.1	20.5	21.9	23.2	24.6	43
46	1.4	2.8	4.2	5.6	7.0	8.3	9.7	11.1	12.5	13.9	15.3	16.7	18.1	19.5	20.9	22.2	23.6	25.0	44
45	1.4	2.8	4.2	5.7	7.1	8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	15.6	17.0	18.4	19.8	21.2	22.6	24.0	25.5	45
44	1.4	2.9	4.3	5.8	7.2	8.6	10.1	11.5	13.0	14.4	15.8	17.3	18.7	20.2	21.6	23.0	24.5	25.9	46
43	1.5	2.9	4.4	5.9	7.3	8.8	10.3	11.7	13.2	14.7	16.1	17.6	19.1	20.5	22.0	23.5	24.9	26.4	47
42	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	14.9	16.4	17.9	19.4	20.9	22.4	23.9	25.4	26.9	48
41	1.5	3.0	4.6	6.1	7.6	9.1	10.7	12.2	13.7	15.2	16.8	18.3	19.8	21.3	22.9	24.4	25.9	27.4	49
40	1.6	3.1	4.7	6.2	7.8	9.3	10.9	12.4	14.0	15.6	17.1	18.7	20.2	21.8	23.3	24.9	26.4	28.0	50
39	1.6	3.2	4.8	6.4	7.9	9.5	11.1	12.7	14.3	15.9	17.5	19.1	20.7	22.2	23.8	25.4	27.0	28.6	51
38	1.6	3.2	4.9	6.5	8.1	9.7	11.4	13.0	14.6	16.2	17.9	19.5	21.1	22.7	24.4	26.0	27.6	29.2	52
37	1.7	3.3	5.0	6.6	8.3	10.0	11.6	13.3	15.0	16.6	18.3	19.9	21.6	23.3	24.9	26.6	28.2	29.9	53
36	1.7	3.4	5.1	6.8	8.5	10.2	11.9	13.6	15.3	17.0	18.7	20.4	22.1	23.8	25.5	27.2	28.9	30.6	54
35	1.7	3.5	5.2	7.0	8.7	10.5	12.2	13.9	15.7	17.4	19.2	20.9	22.7	24.4	26.2	27.9	29.6	31.4	55
34	1.8	3.6	5.4	7.2	8.9	10.7	12.5	14.3	16.1	17.9	19.7	21.5	23.2	25.0	26.8	28.6	30.4	32.2	56
33	1.8	3.7	5.5	7.3	9.2	11.0	12.9	14.7	16.5	18.4	20.2	22.0	23.9	25.7	27.5	29.4	31.2	33.0	57
32	1.9	3.8	5.7	7.5	9.4	11.3	13.2	15.1	17.0	18.9	20.8	22.6	24.5	26.4	28.3	30.2	32.1	34.0	58
31	1.9	3.9	5.8	7.8	9.7	11.6	13.6	15.5	17.5	19.4	21.4	23.3	25.2	27.2	29.1	31.1	33.0	34.9	59
30	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	60
29	2.1	4.1	6.2	8.3	10.3	12.4	14.4	16.5	18.6	20.6	22.7	24.8	26.8	28.9	30.9	33.0	35.1	37.1	61
28	2.1	4.3	6.4	8.5	10.7	12.8	14.9	17.0	19.2	21.3	23.4	25.6	27.7	29.8	32.0	34.1	36.2	38.3	62
27	2.2	4.4	6.6	8.8	11.0	13.2	15.4	17.6	19.8	22.0	24.2	26.4	28.6	30.8	33.0	35.2	37.4	39.6	63
26	2.3	4.6	6.8	9.1	11.4	13.7	16.0	18.2	20.5	22.8	25.1	27.4	29.7	31.9	34.2	36.5	38.8	41.1	64
25	2.4	4.7	7.1	9.5	11.8	14.2	16.6	18.9	21.3	23.7	26.0	28.4	30.8	33.1	35.5	37.9	40.2	42.6	65
24	2.5	4.9	7.4	9.8	12.3	14.8	17.2	19.7	22.1	24.6	27.0	29.5	32.0	34.4	36.9	39.3	41.8	44.3	66
23	2.6	5.1	7.7	10.2	12.8	15.4	17.9	20.5	23.0	25.6	28.2	30.7	33.3	35.8	38.4	40.9	43.5	46.1	67
22	2.7	5.3	8.0	10.7	13.3	16.0	18.7	21.4	24.0	26.7	29.4	32.0	34.7	37.4	40.0	42.7	45.4	48.1	68
21	2.8	5.6	8.4	11.2	14.0	16.7	19.5	22.3	25.1	27.9	30.7	33.5	36.3	39.1	41.9	44.6	47.4	50.2	69
20	2.9	5.8	8.8	11.7	14.6	17.5	20.5	23.4	26.3	29.2	32.2	35.1	38.0	40.9	43.9	46.8	49.7	50.6	70

Discusión del estudio anterior por el Comandante J. F. Hines U. S. N.

La regla de *pasar los azimutes a cuadrantes adyacentes*, y de *invertir las columnas de las tablas de estima*, puede ser una regla que conduzca al resultado deseado, pero no muestra la razón de ello.

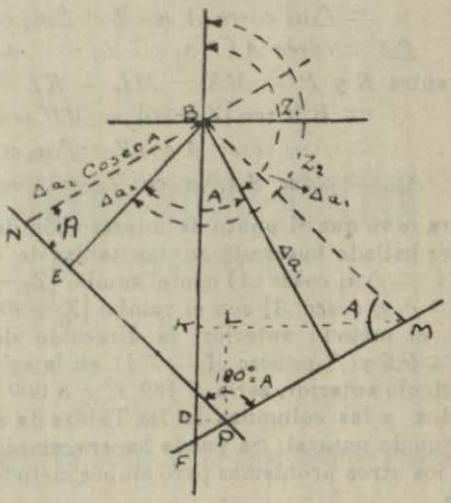


Fig. 5

De la figura anterior las deducciones de las mismas fórmulas son más claras y más simples y al mismo tiempo las razones de la operación saltan a la vista.

Después de haber hallado los azimutes y por consiguiente las direcciones (Z_1 y Z_2) de las diferencias de altura, y sus valores ($\triangle a_1$ y $\triangle a_2$) y de haber dibujado las rectas de altura, trácese por el punto supuesto B, las líneas BM y BN, paralelas a las rectas de altura. Se formará así el paralelógramo $BMPN$.

El cuadrilatero $BCPE$ está formado por las diferencias de alturas y las rectas de altura.

En él se tiene:

ángulo CBE = diferencia de dirección de $\triangle a_2$ y $\triangle a_1$
ángulo $CPE = 180^o - A$
En el paralelógramo $BMPN$
ángulo $MPN = 180^o - A$

ángulo $BMP = BNP = A$

lado $BM = \triangle a_1 \; cosec \; A$

lado $MP =$ lado $BN = \triangle a_2 \; cosec \; A$

Dirección de $MB = Z_2 - 90^o$

„ „ $MP = Z_1 + 90^o$

$\triangle l$ entre B y $P = BK + KD$

$= BM \; cos \; (Z_2 - 90) + MP \; cos \; (Z_1 + 90)$

$= \triangle a_1 \; cosec \; A \; sen \; Z_2 + \triangle a_2 \; cosec \; A \; sen \; Z_1$

$\triangle l = cosec \; A \; (\wedge a_1 \; sen \; Z_2 + \wedge a_2 \; sen \; Z_1)$

Apartamiento entre B y $P = MK - ML = KL = DP$

$= BM \; sen \; [Z_2 - 90] - MP \; sen \; [Z_1 + 90]$

$= \wedge a_2 \; cosec \; A \; cos \; Z_2 - \wedge a_2 \; cosec \; A \; cos \; Z_1$

Ap. $= cosec \; A \; [\wedge a_1 \; cos \; Z_2 - \wedge a_2 \; cos \; Z_1]$

De la figura se ve que el punto de intersección de dos rectas de altura puede ser hallado buscando en las tablas de estima para la distancia $BM \; (= \wedge a_1 \; cosec \; A)$ con el rumbo $[Z_2 - 90]$, y la distancia $MP \; [= \wedge a_2 \; cosec \; A]$ con el rumbo $[Z_1 + 90]$.

Siguiendo el método anterior, la dirección de los factores ($\wedge a \; cosec \; A = 9.5$ y $\wedge a \; cosec \; A = 7.4$), en la solución del problema 1 del artículo anterior, sería $S \; 48^o \; E$ y $S \; 60^o \; W$ en lugar de los valores dados, y las columnas de las Tablas de estima podrían ser usadas del modo natural. Se puede hacer cambios similares en la solución de los otros problemas pero ambos métodos dan los mismos resultados.



TETRA-NITRO-ANILINA (1)

(T. N. A.)

Por el Teniente W. W. Bradley
U. S. N.

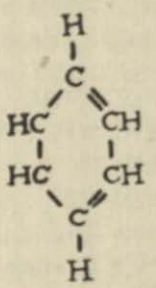
Traducido del United States Naval Institute Proceedings

La tetra-nitro-anilina (abreviadamente designada T. N. A.) es el último explosivo que ha llamado marcadamente la atención en el campo de los explosivos militares. El término T. N. A. es probablemente familiar a casi todos los oficiales de marina, pero desde que es escaso lo que se ha escrito respecto a esta substancia, fijándonos en lo difícil que es encontrar lo poco que al respecto se ha dicho y teniendo en cuenta la forma técnica en que ello está escrito, nos vemos inducidos a presentar claramente algunas de las mas importantes propiedades y usos probables de este explosivo de gran porvenir.

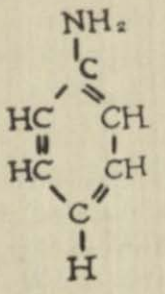
La tetra-nitro-anilina es un explosivo compuesto, sólido y el mas poderoso de los hasta hoy conocidos, tanto que debe llamar la atención y las mas minuciosas consideraciones de una profesión que tiene mucho que confiar de la potencia de sus substancias explosivas.

Es un derivado tetranitrado de la anilina, la cual es

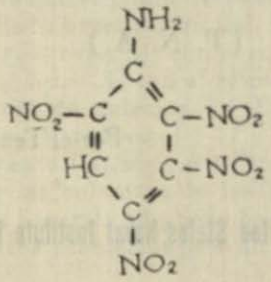
a su vez un derivado simple de la bencina tal como se demuestra en las fórmulas gráficas que siguen:



BENCINA (C_6H_6)

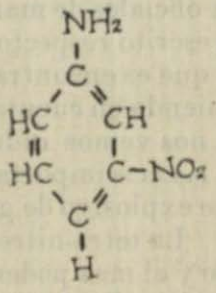


ANILINA ($C_6H_5NH_2$)



TETRA-NITRO-ANILINA ($C_6H\,NH_2(NO_2)_4$)

La tetra-nitro-anilina se prepara por la acción de una mezcla de ácido nitritico y ácido sulfúrico sobre la meta-nitro-anilina, (2) cuya fórmula gráfica es la que sigue. La ortho-nitro anilina y la para-nitro-anilina, aunque tienen la misma fórmula que la meta-nitro-anilina ($C^6H^4HH^2NO^2$), no producen tetra-nitro-anilina cuando se sujetan al mismo tratamiento.



META-NITRO-ANILINA ($C_6H_4NH_2NO_2$)

La tetra-nitro-anilina se forma

en cristales amarillos cuyo tamaño exacto y matiz varían con el método usado en la preparación. El punto de fusión es 216°–217° centígrados, a cuya temperatura se funde con descomposición (3). Si se calienta rápidamente, se descompondrá a temperatura menor que la indicada arriba, pero esta descomposición debida al calor solamente no dá lugar a explosión. Su punto de inflamación es 220° centígrados, resultando ventaja al compararlo con el del tetril el cual es 186° centígrados bajo las mismas condiciones. Su gravedad específica es 1.867.

Es practicamente insoluble en el agua a temperaturas ordinarias; pero ligeramente soluble en la bencina, cloroformo o ligroína; es mas soluble en el ácido acético, nitro-bencina, acetona, etc.

Su deficiencia de oxígeno es menor que la de los explosivos nitratos aromáticos anteriormente conocidos, como se demuestra por la siguiente tabla. La deficiencia de oxígeno está considerada bajo la suposición de que no existiría tal deficiencia si el explosivo contuviera la suficiente cantidad de oxígeno para producir la combustión completa.

	%N	Gramos de oxígeno que faltan por 100 gramos de explosivo para producir la combustión completa.
Dinitrotolueno	15.4	114
Dinitrobencina	16.7	95
Trinitrotolueno	18.5	74
Trinitoanisol	17.3	63
Hexanitrodiphenilamina	22.3	53
Tetril	24.4	47
Acido pícrico	18.3	45
Tetranitroanilina	25.6	32

Esta tabla muestra también que el porcentaje de nitrogeno en la tetranitroanilina es mayor que en cualquiera otro de los explosivos enumerados. Desde que el oxí-

geno, en los explosivos puros nitrados, se halla presente casi enteramente en los grupos nitrados, un alto contenido de nitrogeno indicará necesariamente un alto contenido de oxígeno. Por razones que está de mas decir, es lógico que un alto contenido de oxígeno indicará una baja deficiencia del mismo cuerpo. La inversa de este razonamiento no siempre es exacto puesto que hay casos (el ácido pícrico es uno de ellos) en los cuales la deficiencia de oxígeno es pequeña al par que el contenido de nitrogeno no es grande. En el caso del ácido pícrico, esto es debido al hecho de que tiene una molécula de oxígeno en el grupo OH, incrementando así su oxígeno, sin incrementar correspondientemente el contenido de nitrogeno.

La tetranitroanilina es el primero de los explosivos nitrados en el cual cuatro grupos nitrados se unen directamente al núcleo carbono (como se muestra en la fórmula gráfica), habiendo fallado todos los esfuerzos que tendían a alcanzar este resultado en los demás. En el tetril [tetra-nitro-metil-anilina] hay cuatro grupos nitrados pero uno de ellos se halla en la rama lateral [4] dejando solamente tres unidos al núcleo. Debido a esta construcción, el tetril tiene menor porcentaje de nitrogeno que la tetra-nitro-anilina.

La tetra-nitro-anilina es un compuesto neutro [5] y no debería tener por consiguiente acción alguna sobre los metales. Experiencias de comparación han sido llevadas a cabo colocando 0,2 gm. de tetra-nitro-anilina, tetril y ácido pícrico sobre láminas de varios metales. Cada uno de los compuestos se humedeció con agua una vez cada 24 horas durante 14 días. Se hizo simultaneamente experiencias de coloración en los cuales sólo el metal estaba humedecido con agua. Los resultados se dan en la siguiente tabla: [6]

	Acero	Fierro	Estaño	Cobre	Bronce	Plomo	Aluminio	Zinc
Agua sólo	Moreno obscuro	Moreno	Invariable	Menos que el Tetril	Invariable	Manchas blancas	Invariable	Moreno muy claro
Tetril	Moreno	Moreno	Invariable	Ligeramente obscuro	Invariable	Invariable	Invariable	Invariable
T. N. A.	Moreno obscuro	Moreno obscuro	Ligeramente gris	Ligeramente obscuro	Invariable	Invariable	Invariable	Moreno muy claro
Acido Pícrico	Moreno obscuro	Negro	Atacó el metal	Moreno amarillento	Moreno amarillento	Moreno obscuro	Moreno	Moreno obscuro

La higroscopicidad de la tetra-nitro-anilina es muy pequeña, tan pequeña que puede ser considerada como practicamente no hidroscópica. Los fabricantes dicen que cuando se le expone a atmósfera de 85% de saturación a la temperatura ordinaria, durante una semana, muestra un incremento de peso de solamente 0,12%. La recristalización de la tetra-nitro-anilina, bajo las mismas condiciones, muestra un incremento de peso de solamente 0,023%

La estabilidad del compuesto puro es excelente [7]. Las pruebas de calor han dado los siguientes resultados. Después de haber sido almacenada por tres meses a la temperatura atmosférica, se realizó por 50 minutos una prueba a 65o,5 ctgs. Una pequeña muestra habia sido almacenada por tres meses a la temperatura atmosférica, y fue probada a 100o ctgs, y mantenida asi durante 15 minutos dando entonces la prueba regular al KI. Esta muestra resistió todavia una prueba de 50 minutos a 65o ctgs. (8)

El doctor Flurscheim dice en su patente [9] que la tetra-nitro-anilina "Está caracterizada por la notable facilidad con que su grupo nitrado, en las tres posiciones, puede ser reemplazado por otros grupos". Hasta el presente las investigaciones de este hecho particular no han progresado lo suficientemente para que se pueda expresar

una opinión respecto a si esta facil'dad de reemplazo puede afectar el uso de este explosivo para fines militares.

Como se ha dicho anteriormente, la tetra-nitro-anilina es el mas fuerte de los compuestos explosivos sólidos conocidos. La siguiente tabla de pruebas de potencia [10] fue obtenida usando 10 gramos del explosivo en cuestión. Un detonador de fulminato Nº. 8 fue el empleado (11)

Block de plomo (patrón internacional)	Trinitroto-lueno	Acido Pícrico	Tetril	Algodón pólvora	Tetra-nitro-anilina	Dinamita patrón (75 o/o de N. G. y 25 o/o de Guhr)
Expansión neta en cm³ por 10 gms...	254	297	375	290	430	300
Péndulo balístico pies lbs. por 10 gms...	719	808	951	923	1.056	900

Estas pruebas pueden ser suplementadas por las comparativas de la tetra-nitro-anilina y tri-nitro-tolueno dadas a continuación (12)

Block de plomo (Patrón internacional)	Trinitrotolueno (promedio)	Tetra-nitro-anilina (promedio)
Expansión neta en cm³ por 10 gms.....	216	315

Aunque a primera vista, parece que hay una gran diferencia entre los valores de las potencias de la tetra-nitro-anilina dadas en estas dos tablas, esta diferencia disminuirá mucho si se comparan las cifras dadas para la tetra-nitro-anilina y el tri-nitro-tolueno en cada caso. En el primer caso tenemos que la potencia de la tetra-nitro-anilina es 1,693 veces mayor que la del tri-nitro-tolueno, mientras que en el segundo caso es sólo 1,458 veces mayor. Se notará que esta discrepancia no es tal que pueda recibir el calificativo de irrazonable.

Se recordará que la prueba del bloque de plomo es solamente de comparación, y que el alargamiento obtenido de la cavidad, en una serie de pruebas, para un dado explosivo, puede difícilmente estar de acuerdo con los resultados del mismo explosivo obtenidos en otra serie de pruebas. La relación existente entre las potencias de dos explosivos en una serie de pruebas, es sin embargo, comparable a la relación existente entre las potencias de los dos explosivos en otra serie.

Al considerar lo que antecede se puede suponer que la potencia de la tetra-nitro-anilina es al rededor de una vez y media de la del tri-nitro-tolueno.

Con el objeto de que el lector no obtenga una falsa impresión sobre el valor de los datos dados arriba, expondremos las siguientes opiniones de eminentes autoridades en la materia: Brunswig (13) dice: "No es todavia cuestión clara hasta que punto se deban tener en cuenta estos y otros métodos empíricos similares para medir el poder de los varios explosivos". Gutmann (14) dice: Aunque estos aparatos (15) y el de Gutmann proporcionan una valiosa ayuda al examinar los explosivos, el lector debe prevenirse de confiar completamente en ellos para deducir conclusiones absolutas, respecto a la conveniencia de los varios explosivos para cualquier objeto especial"

La sensibilidad de la tetra-nitro-anilina al choque ha sido establecida por pruebas comparativas. Los resultados obtenidos en algunas de estas pruebas se dan abajo. La caida en cada caso se refiere a un martillo de dos kilogramos.

TABLA I[16]

	1a. Serie	2a. Serie	3a. Serie	Promedios
Tetril.....	25 cm.	50 cm.	35 cm.	36.66
Tetra-nitro-anilina	45 cm.	60 cm.	50 cm.	51.66
Acido pícrico.....	.....	35 cm.	.....	35.00

TABLA II[17]

Tetra-nitro-anilina.....	7 pulgadas (17.78 cm.)
Trinitrotolueno.....	11 pulgadas (27.94 cm.)

TABLA III[18]

Acido Pícrico.....	35—95 cm.
Tetril.....	40—65 cm.
Trinitrotolueno.....	57—90 cm.

Estas tres tablas fueron por supuesto obtenidas bajo diferentes condiciones y no se puede esperar que siempre se obtenga lo mismo. Ellas proporcionan los medios de obtener una comparación aproximada de la tetra-nitro-anilina con otro de los explosivos hoy en común uso. De un estudio de ellos, el escritor deduce la conclusión de que la sensibilidad de la tetra-nitro-anilina al choque es del mismo grado que la del tetril; algo mayor que la del tri-nitro-tolueno y algo menor que la del ácido pícrico.

Desde que el tetril, ácido pícrico y tri-nitro-tolueno han sido aceptados como explosivos militares por algún tiempo, nos parece que la tetra-nitro-anilina es lo suficientemente insensible al choque para poder servir a las necesidades militares ordinarias. Su sensibilidad puede ser grandemente reducida usándola en combinación con parafina como se hará notar después.

Hasta el presente no ha sido posible hacer detonar la tetra-nitro-anilina por fricción.

Cuidadosas pruebas (hechas para establecer la conveniencia del empleo de la tetra-nitro-anilina como carga para usos militares (han mostrado que es muy sensible a los detonadores de fulminato. Su grado de sensibilidad para tales detonadores es próximamente el mismo que el del tetril, el cual, como se sabe, se desempeña muy bien como carga.

La potencia y la sensibilidad al choque de ciertas mezclas de tetra-nitro-anilina con otras substancias se dan en seguida (19)

Composición	Bloque de plomo (Patrón internacional) Expansión neta por 10 gm.	Prueba de choque; en pulgadas; martillo de dos kg.
25% T. N. A. / 75% D. N. B.	221	
33% T. N. A. / 67% D. N. B.	240	
40% T. N. A. / 60% D. N. B.	255	
50% T. N. A. / 50% D. N. B.	277	
95% T. N. A. / 5% Parafina	290	No detonó en cinco golpes. Límite 28 pulgadas.
90% T. N. A. / 10% Parafina	215	
T. N. A. (puro)	315	7
T. N. T. (puro)	216	11

T. N. A., tetra-nitro-anilina; T. N. T., tri-nitro-tolueno; D. N. B., di-nitro-bencina. Las mezclas de tetra-nitro-anilina y di-nitro-bencina fueron preparadas mezclando la tetra-nitro-anilina con la di-nitro-bencina fundida. Las composiciones de parafina, mezclando proporcionalmente tetra-nitro-anilina con parafina disuelta en varnolina, con la consiguiente evaporación del disolvente.

APLICACIONES MILITARES[20]

Es intención del autor mencionar meramente algunos de los varios usos militares en que este explosivo puede ser útil. Solamente por experiencias llevadas a cabo con este explosivo bajo las condiciones tan próximas como sea posible a las de servicio, se puede determinar bien si se obtiene o no ventaja al sustituir la tetra-nitro-anilina por los explosivos ahora en uso.

Cargas explosivas de los proyectiles.—El autor considera que la tetra-nitro-anilina es demasiado sensible al

choque para que pueda ser usada como carga interna de las granadas. Usando una proporción de parafina, (95% de tetra-nitro-anilina, 5% de parafina) su sensibilidad al choque disminuye mucho y conserva siempre una potencia considerablemente mayor que la del tri-nitro-tolueno, ácido pícrico y picrato de amoniaco. Es verdad que no puede ser fundida y vertida en seguida dentro la cavidad del proyectil (para que allí pueda enfriarse y solidificarse) sino que el trinitrotolueno es el único alto explosivo militar con el cual esto puede ser hecho con seguridad. Podemos también decir que el trinitrotolueno fundido es tan sensible al choque como la tetra-nitro-anilina pura.

Cargas para minas y torpedos.—La tetra-nitro-anilina servirá particularmente como carga explosiva de una mina o de un torpedo. En esta clase de usos militares el explosivo no está sujeto a grandes choques como en el caso de los proyectiles. Se verá que su gran potencia unida a su inercia respecto a los metales, a su relativa insensibilidad hacia al choque, y facilidad de detonación, la harán favorable para esta clase de empleos.

Bombas de aeroplano.—Las propiedades de la tetra-nitro-anilina nos indican su gran conveniencia para bombas de aeroplano. El uso de tales bombas con un peso total de 22 libras cada una y llevando 12 libras de tetra-nitro-anilina por bomba ha sido recientemente mencionado por la prensa europea [21]

Espoletas y detonadores.—El empleo de la tetra-nitro-anilina para las cargas de espoletas y detonadores eximirá de la necesidad de usar una carga iniciadora ya sea de tetril o de ácido pícrico, para producir la detonación de la carga principal de una espoleta o detonador, como es actualmente necesario en muchas espoletas.

En conclusión podemos deducir que del empleo de la tetra-nitro-anilina se reportará ventajas en muchos otros servicios además de los arriba mencionados. Considerando todo esto, nos parece prudente que se hagan estudios para determinar hasta que punto conviene al servicio naval este explosivo de gran porvenir.

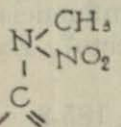
Notas del Presente Capítulo

1.–Desde que este artículo se escribió, el Departamento de Artillería ha realizado una serie de experiencias con la tetra-nitro-anilina para determinar la conveniencia de su adopción como un explosivo de servicio. La T. N. A., en un estado sin modificar, ha parecido tener una seria tendencia a descomponerse en contacto con la humedad, aún a temperaturas ordinarias. Aunque esta desventaja pueda desaparecer en cierta cantidad por pruebas de agua, la fuerza explosiva del material no ha sido encontrada superior al T. N. T., la conveniencia del cual como explosivo militar es bien conocida.

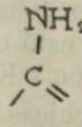
2.–U. S. Patent No. 1.045.011, fechada Noviembre 19 de 1912. Berhard Jacques Flurscheim, inventor.

3.–El punto de fusión es para una elevación de temperatura de 5° C. por minuto para el producto puro. El punto de fusión dado por el Dr. Flurscheim en su patente es 210°.-212° C.

4.–La colocación de uno de los grupos nitrados en la rama lateral en el caso del tetril, se halla ilustrado por el uso de las fórmulas gráficas para las ramas laterales, en la primera posición del tetril y de la tetra-nitro-anilina mostradas a continuación.



TETRIL



TETRA-NITRO-ANILINA

5.–Z. ges. Schiess-Sprengstoffw 8, 185-8. Datos químicos 7 [1913], 2685.

6.–De un folleto de la Compañía química de Verona. La acción química del ácido pícrico sobre algunos metales es bien conocida. Esta tabla muestra lo que se puede esperar del ácido pícrico y bajo condiciones favorables

para tal acción. Sería mas interesante si el T. N. T hubiera sido incluido en la tabla con el objeto de que su bien conocida inercia hubiera podido servir como término de comparación.

7.–Las polvoras y explosivos. [L. Vennuir y G. Chesneau, 1914] dice de este explosivo: "Es un explosivo muy notable que parece muy interesante".

Los primeros lotes de este material probados en este país [por reconocidas competencias del Gobierno] dieron resultados muy poco satisfactorios en las pruebas de estabilidad. La T. N. A. recibida posteriormente ha dado resultados que confirman plenamente lo dicho mas arriba.

8.–De las pruebas hechas en el Arsenal de Picatinny. Publicadas con autorización.

9.–U. S. Patent No. 1.045.011 página 2-líneas 83-85.

10.–Nos referimos a la potencia de la reacción del explosivo cuando las substancias inertes que lo rodean, pierden su forma completamente, y son despedidas en fragmentos por efecto de una presión [de la explosión] que incrementando lentamente las hubiese hecho mover hacia adelante en la dirección prescrita, ya sea como si fuera un conjunto o en piezas separadas longitudinales. .... La magnitud de los efectos de la potencia se supone confinada completamente a las vencindades de la explosión, ejerciendo por lo tanto una gran influencia sobre el medio con el cual está en contacto directo". Explosivos, Brunswig (Monroe y Kivler) pg. 111.

11.–Z. ges. Schiess-Sprengstoffw 8, 185-8.

12.–De las pruebas en el Arsenal de Picatinny.

13.–Explosivos, Brugswig [Monroe y Kivler] pg. 116.

14.–La manufactura de explosivos, Guttmann vol. II, pg. 368.

15.–Referente a la prueba del bloque de plomo de Trauzl.

16.–De la Compañía Química de Verona, North Newark, N. J.

17.--De las pruebas hechas en el Arsenal de Picatinny.

18.-Explosivos, Brunswig [Monroe y Kivler], pg. 27. Resultados obtenidos bajo diferentes condiciones experimentales, tales como humedad o sequedad, en forma de polvo o comprimido, etc.

19.--De las pruebas hechas en el Arsenal de Picatinny.

20.--Sobre el folleto y fórmulas del inventor, véase U. S. Patent No. 1.045.011, fechada en Diciembre 19 de 1912.

21.-The London Illustrated New, Diciembre 26 de 1914.



Algunas consideraciones sobre la manera como actúan las turbinas a vapor.

Por el Ier. Ingeniero Doctor
D. Pedro Valladares.

1.—Consideraciones históricas.—Cuando se hace el estudio de las máquinas a vapor alternativas o de émbolo, puede verse que éste último está siempre animado de una velocidad relativamente débil, pues opone a cada instante una resistencia igual a la presión del vapor,obteniéndose así para él,merced al distribuidor, un movimiento rectilíneo alternativo que luego es transformado en circular por intermedio de la biela y de la manivela. Pero no es este el único medio de obtener la rotación del árbol motor, pues existen otros aparatos, que sin realizar ninguna transformación de movimiento, permiten efectuar directamente el movimiento circular. Las máquinas así establecidas suprimen todos los órganos de trasmisión, los enfriamientos y condensaciones debidos a las entradas y salidas del vástago en el cilindro, las vibraciones y los puntos muertos; pudiéndose clasificar éstas en máquinas *rotativas* y *turbinas a vapor*; siendo de estas últimas de las que nos vamos a ocupar.

El principio en que se fundan las turbinas a vapor es uno de los más antiguos que conoce el mundo industrial. Herón de Alejandría, 120 años antes de Jesucristo, fué el que primero pensó utilizar la reacción del vapor para mover un aparato. En un tratado escrito por este matemático y mecánico, titulado *Spiritalia*, este sa-

bio describe, entre algunos destinados a manifestar ciertos efectos curiosos del aire y del agua, un aparato al que llama *bola de Eolo* o *eolípile*, el cual se compone de una esfera hueca de cobre *E*, que puede girar en torno de un eje comprendido entre los soportes *S* como se ve en la fig. 1. Esta contiene cierta cantidad de agua y lleva dos pequeños tubos acodados *T*, colocados en las extremidades de un mismo diámetro, y cuyas aberturas exteriores están dirigidas en sentido inverso. Al calentarse el agua, el vapor llena la esfera y se escapa por las dos tubuluras, provocando en ella un movimiento de rotación debido a la reacción del vapor; constituyendo algo en todo semejante al molinete hidráulico.

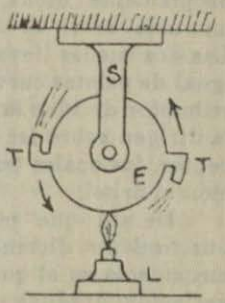


Fig. 1

Diez y nueve siglos más tardo, Watt, el genial perfeccionador del motor de émbolo, obtuvo en 1.784 un privilegio para una turbina a vapor, de reacción, inventada por él. Diversos mecánicos contemporáneos suyos también obtuvieron patentes para esta clase de motores; pero la gran velocidad que estas máquinas llegan a tener, fué entonces un obstáculo para su construcción y aplicación en la industria.

Estas circunstancias retardaron la solución práctica del problema apesar de los trabajos de algunos inventores, hasta 1884 en que Carlos Parsons y en 1886 Gustavo de Laval, cada uno por su parte, encontraron soluciones prácticas genialísimas a problemas que solo ha resuelto la teoría; el primero construyendo su turbina de acción y *reacción* y el otro la de *acción*.

Posteriormente a la fecha indicada han sido patentadas otros tipos de turbinas, entre los cuales figuran las Rateau. Curtis, Zoelly, etc. Estas numerosas patentes han desalojado considerablemente a la máquina a vapor alternativa, viniendo a ser los motores industriales más generalizados.

2.—Disposición de principio de una turbina; definiciones.—La disposición para el funcionamiento de una turbina a vapor es idéntica al de una turbina hidráulica, que como se sabe, teóricamente al menos, no es sino una rueda hidráulica en la cual se realiza lo siguiente: 1º la masa en ella está subdividida, fraccionada por decirlo así; 2º las venas líquidas así constituídas no están jamás sujetas como en las ruedas hidráulicas a cambiar de dirección lo que es una causa de choques y pérdidas, muy por el contrario, ellas no cesan de obrar durante todo el tiempo de su pasaje sobre la misma aleta de la turbina y en el mismo sentido.

Si ahora tenemos en cuenta la disposición general de una turbina hidráulica, veremos que esta se compone de una rueda fija *B*, como se ve en la fig. 2, llamada *distribuídor* y de una rueda móvil *A* llamada *rotor* que es la turbina propiamente dicha, la cual está montada sobre el árbol motor *O*. Las dos ruedas llevan un número igual de paletas curvas; las del distribuídor dividen la vena líquida y la dirigen sobre las aletas del receptor, las cuales trasmiten la acción al árbol.



Fig. 2

De ahí que podamos definir una *turbina* diciendo que es un mecanismo en el que se realiza la variación gradual de la *cantidad de movimiento* de un fluído utilizándose para producir la rotación de un receptor móvil.

El fluído puesto en juego en las máquinas térmicas llamadas turbinas puede ser el vapor de agua o un gas; pero debemos tener en cuenta,que solo las primeras se han perfeccionado hasta hacerse dignos de generalizarse en la industria.

3.—Condiciones de trabajo máximo en una turbina a vapor.—Si volvemos a considerar a la turbina hidráulica en su funcionamiento, veremos que su potencia depende de la caída de agua que la alimenta, pudiendo entonces expresarse por $P = p.a$, igualdad cuyo segundo miembro es el producto de la cantidad de líquido p que pasa en un segundo, por la altura misma de la caída o la velocidad a de la salida. De estos dos elementos puede considerarse el primero como independiente de las condiciones de la instalación de la turbina, cosa que no debe admitirse con respecto al segundo de estos factores, pues para asegurarle un valor máximo, será preciso colocar a la turbina en el punto más bajo de esta caída y no dejar que el agua salga del aparato sino a una velocidad muy reducida, lo suficiente justamente para asegurar su desprendimiento.

El mismo principio domina en la construcción e instalación de las turbinas a vapor; pero la aplicación eso sí, resulta mucho más difícil. Y puesto que la cantidad de movimiento es debida al vapor su valor dependerá del producto $M.v$ de su masa por su velocidad, debiéndose tener en cuenta, según la definición que antes hemos hecho, que en una turbina no es necesario considerar la presión del vapor.

4.—Clasificación de las turbinas según el modo

como actúa el motor.—Para explicarnos el funcionamiento de una turbina a vapor imaginémosla semejante a una turbina hidráulica, tal como indica la fig. 2, formada por un distribuídor y un receptor, reconociendo bien pronto que hay una desproporción saltante entre la velocidad de salida del vapor y la magnitud de la paleta que va a encontrar en su camino; la acción del vapor en este caso es bastante fugaz, viniendo entonces a salir dicho fluído de la rueda así considerada, después de haberse utilizado en ella apenas una débil fracción de su energía. El inconveniente que presentaría una turbina a vapor dispuesta de la misma manera que la hidráulica ha hecho que los constructores resuelvan esta cuestión de dos maneras bien distintas: una multiplicando las turbinas sobre el mismo árbol, haciendo que el vapor pase sucesivamente de una a otra, y de este modo se recoge en cada sección receptriz, una cantidad de potencia cuya suma constituye el poder total del aparato; y la otra no poseyendo sino una sola receptriz, obliga, para poder utilizar toda la energía disponible del vapor al paso de una sola aleta, a emplear en vez de su presión toda su fuerza viva.

Cuando se considera de una manera general las máquinas a que estamos refiriéndonos se puede ver que pueden clasificarse según la disposición del rotor y del distribuídor en *radiales* y *axiales*. Las primeras son como las que indica la fig. 2, y entonces, como se puede hacer que el fluído vaya del centro a la periferia o también en sentido contrario, admiten subdividirse los tipos en *centrífugos* y *centrípetos*. En cuanto a las segundas se llaman así por que su disposición es tal como indica la fig. 3, es decir, porque entonces el fluído puede decirse que sigue un camino paralelo al eje motor.

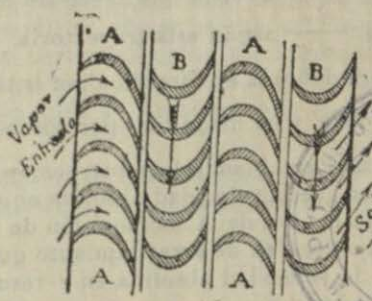


Fig. 3

Pero cuando se trata de las turbinas a vapor se puede establecer entre ellas una clasificación más importante refiriéndonos a la presión existente en el espacio comprendido entre el distribuídor y el rotor. Entonces se les puede dividir en *turbinas de acción* y *turbinas de reacción*. Las primeras son aquellas en las cuales la presión no varía y permanece igual a la salida; las segundas son aquellas en que la presión de entrada es mayor que la de salida.

Las turbinas pueden estar formadas por *un solo par* esto es de un distribuídor y una rueda móvil, o sea que utilizan el salto completo de presión con una sola rueda; y también por *varios pa-*

NAVAL DEL PERÚ
Biblioteca
Julio J. Elías Murgia

res, cada uno de los cuales utiliza una caída de presión que es solo una parte del salto total.

En esta última clase de turbinas se puede obtener también otro tipo combinando la de acción con las de reacción.

Además se pueden clasificar en *turbinas parciales* y *turbinas límites*; según que la admisión periférica sea parcial o total.

5.—Trayectoria del fluído.—Como sabemos la trayectoria es la línea engendrada por un móvil en su movimiento. La trayectoria puede ser *absoluta* o *relativa*. La primera se determina refiriendo el espacio recorrido a un plano fijo de una manera absoluta o supuesto tal. En cuanto a la trayectoria relativa, es el espacio que parece recorrido por un móvil cuando el plano de comparación está también en movimiento. Así, para un observador colocado en la superficie de la tierra, el movimiento absoluto de una molécula líquida *a* que actúa sobre una paleta impulsada con una velocidad *e*, es, como se ve en la fig. 4; y tiene entonces por trayectoria *abc*. En cambio para un expectador fijo en la paleta la trayectoria relativa sería *a'b'c'* a la que también se le dá el nombre de *trayectoria aparente*.

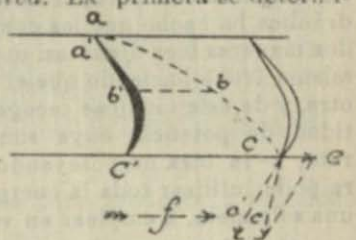


Fig. 4

De esta manera la velocidad absoluta será definida en dirección por la tangente a la trayectoria *abc* y en magnitud por los valores $\frac{de}{dt}$ según esta trayectoria. A su vez la velocidad relativa será definida en dirección por la tangente a la trayectoria relativa *a'b'c'* y en magnitud por los valores $\frac{de}{dt}$ según esta trayectoria. Examinando la construcción que acabamos de hacer es fácil ver que la velocidad absoluta en el punto *b* de la trayectoria absoluta resulta de la composición de la velocidad relativa en *b'* y de la velocidad de arrastramiento que llamaremos *e*. Del mismo modo, la velocidad absoluta en *c* resulta de la composición de las velocidades *c'* y *e*.

Lo mismo es a la entrada de las paletas; por consiguiente, estando dadas *r* y *e*, se deduce *a* sin trabajo; se puede también determinar *v* en magnitud y dirección si *a* y *e* son conocidas.

Los dos ejemplos precedentes muestran que la velocidad absoluta puede ser más grande o más pequeña que la velocidad relativa; y que la velocidad relativa puede variar según la trayectoria *ab'c'*, lo que sucede con un líquido cuando las secciones de entrada y de salida de las paletas es diferente.

Cuando el fluído es el vapor, la igualdad de las secciones es insuficiente para conservar la constancia de la velocidad relativa; de modo que cuando el vapor se dilata en las paletas, su volumen crece y su velocidad debe aumentar a igualdad de sección.

6.—Energía transformada en una turbina.—Conviene que tengamos en cuenta que la presión es para el vapor lo que la altura es para el chorro de agua que acciona una turbina hidráulica; una columna de agua al bajar de un nivel a otro originará un trabajo, tanto más grande, cuanto más grande sea la diferencia que existe entre ambos; igual cosa sucede con el vapor, con la única diferencia que entonces la altura está sustituída por la presión.

En este caso, como sabemos, el resultado de poner en libertad la energía potencial o sea la energía almacenada por el vapor mientras que no lo hacemos pasar de un medio a otro para que realice un trabajo, constituye lo que se llama la energía cinética.

La energía cinética de cada kilogramo de vapor que entra en la turbina se emplea en ejercer un esfuerzo de tensión sobre el eje, el cual produce la rotación. Así, pues, en las calderas se genera energía potencial en el vapor, y en los cilindros de una máquina ordinaria, o en la caja de una turbina, se pone en libertad dicha energía potencial y se transforma en energía cinética, empleándose un cierto número de kilogrametros en hacer girar el eje.

La condición de rendimiento se impone averiguarla en una máquina a turbina así como se ha hecho con una máquina de émbolo, encontrándose en ella lo mismo que se ha encontrado para ésta, que solo una pequeñísima parte del calor total suministrado viene a transformarse en trabajo útil. El cálculo del rendimiento es entonces aplicable a una máquina de émbolo como a una turbina.

Si el consumo es una máquina de émbolo de kg. 0.685 de carbón por caballo-hora su rendimiento, como sabemos estará expresado por:

$$p = \frac{60.60.75}{0.685.8080.425} = \text{——} = 14.3\%$$

La misma operación haríamos si en lugar de corresponder este consumo a una máquina de émbolo lo fuera a una turbina.

De idéntica manera supongamos que un kilogramo de vapor al evolucionar en una turbina cede en la transformación 90 calorías la energía puesta en juego será pues:

$$90.425 = 38250 \text{ kilogrametros}$$

y si admitimos que el calor total de vaporización de kilogramo de vapor es 640 calorías la expresión del rendimiento será:

$$p = \frac{90}{640} = 14\% \text{ aproximadamente}$$

7.—Energía puesta en juego por un peso dado de vapor.—La cantidad de energía medida en kilogrametros y contenida en un peso dado de vapor, está expresada por

$$W = \frac{P.V^2}{2.g}$$

Expresión que conocemos por el estudio de mecánica y en la cual P es el peso del fluído, V su velocidad y g la aceleración de la gravedad.

La transformación de parte de esta energía en energía cinética, o en una palabra el trabajo hecho entre las paletas por el vapor puede expresarse del modo siguiente, cuando se desprecia la fricción y otras pérdidas tales como el escape del vapor entre el huelgo y espacios muertos por

$$T = \frac{[V^2 - v^2]\ P}{2g}$$

Expresión en la cual V y v expresan la velocidad en el borde de la entrada y en el borde de salida de las paletas respectivamente.

Así si V es igual a 180 metros por segundo y v es igual a 120 metros por segundo, siendo $P = 1$ kg. de vapor; tendremos que la energía cinética producida al pasar de una fila de paletas a otra estará expresada por

$$T = \frac{[180^2 - 120^2]}{2 \times 9.78} = 920.^{m}2$$

8.—Medida de la acción de un fluído. — Cuando se estudia el funcionamiento de las turbinas a vapor, puede verse que las leyes y fórmulas de hidráulica contienen los datos siguientes muy útiles en el estudio de estas máquinas.

La presión P en kilogramos ejercida sobre un plano indefinido y en reposo por el choque de un chorro de fluído de velocidad v, de densidad δ, de sección s, cuyo gasto en peso es $s.v.\delta$ por segundo, es igual a:

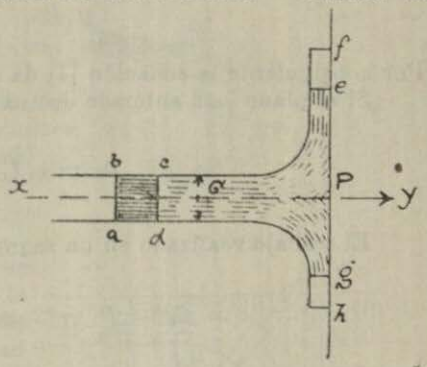


Fig. 5

$$P = \frac{s\,v\,\delta\,.\,v}{g} = m\,v.$$

siendo

$$m = \frac{s\,.\,v\,\delta}{g}$$

En efecto, supongamos que la vena líquida de densidad δ ha llegado a tener un régimen de escape permanente y consideremos en el tiempo t el volúmen del líquido $abeg$. Después del tiempo dt este volúmen se convierte en uno $cd^{e}h$ tal que $abcd$ sea equivalente al volúmen anular $ef^{g}gh$.

La variación de la cantidad de movimiento según el eje xy es:

$$\frac{abcd\,.\,\delta}{g} \times v = \frac{s\,d\,x\,\delta}{g} \times v$$

La ecuación conocida: $mv = Ft$ se convierte:

$$\frac{s\,dx\,\delta}{g} \times v = P.\,dt \qquad [1]$$

puesto que la proyección sobre xy de la cantidad de movimiento según el eje ^{e}h es nulo.

Ahora: $\frac{s\,\delta}{g}\,dx$ es la masa suministrada durante dt y la masa suministrada por segundo vale:

$$\frac{s \cdot \delta \, dx}{g \, dt} = m$$

Por consiguiente la ecuación [1] da $P = mv$

Si el plano está animado de una velocidad $v_1 < v$

$$P_1 = m\,(v - v_1)$$

El trabajo realizado en un segundo es entonces:

$$\tilde{e}_s = P_1 \, v_1 = m \, v_1 \, (v - v_1)$$

Este trabajo es nulo para $v = v_1$

El rendimiento del mecanismo es igual a

$$\rho = \frac{\tilde{e}_s}{\tilde{e}} = \frac{m \, v_1 \, (v - v_1)}{\frac{m \, v^2}{2}} = \frac{2 \, v_1 \, (v - v_1)}{v^2}$$

El máximo de esta expresión tiene lugar para

$$v_1 = v - v_1 \qquad o \qquad v_1 = \frac{v}{2}$$

Cuando el chorro choca con un plano inclinado a su dirección, la presión total permanece constante e igual a mv.

Pero la presión ejercida normalmente al plano es igual a $mv \operatorname{sen} \theta$, como se ve en la fig. 5. Si v es la velocidad absoluta del plano; la velocidad relativa del chorro con relación al plano será $PB = v''$, la presión $P = mv''$ $\operatorname{sen} \theta'$ según la normal al plano se convierte según la dirección v' del movimiento en

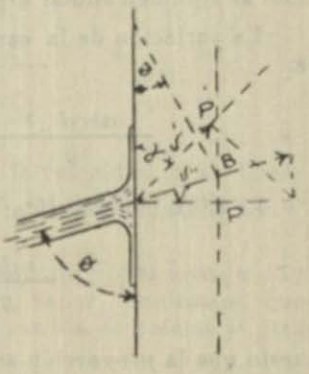


Fig. 5

$$P_1 = P \operatorname{sen} \alpha = mv'' \operatorname{sen} \theta \operatorname{sen} \alpha$$

y el trabajo producido por segundo será

$$P_1 \, v' = mv' \, v'' \operatorname{sen} \theta \operatorname{sen} \alpha$$

Consideremos ahora el caso de un chorro líquido penetrando tangencialmente en un canal circular y que escapa según una dirección haciendo un ángulo θ con la dirección inicial, como se ve en la fig. 6, la presión P está dada entonces como lo vamos a demostrar, por:

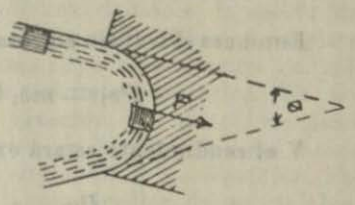


Fig. 6

$$P = mv\,(1 + \cos\theta)$$

En efecto, sea, como se ve en la fig. 7, s la sección de la vena, v, la velocidad, supuestas ambas constantes, δ, la densidad y m la masa suministrada por segundo, la cual será igual, como sabemos, a $m = \frac{s\,v\,\delta}{g}$

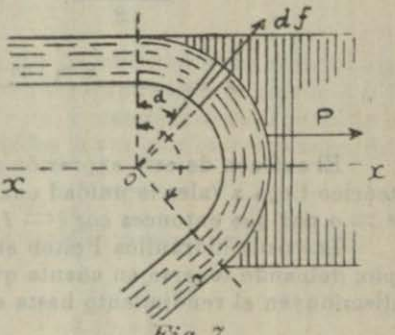


Fig. 7

La acción centrífuga df de un elemento de líquido de masa dm, comprendido entre dos planos distantes da, es

$$df = \frac{dm.\,v^2}{r} \qquad \text{pero;} \qquad dm = \frac{s\,.\,r\,d\,a\,.\,\delta}{g}$$

puesto que la longitud de un arco dx será $r.da$, de donde se tendrá:

$$df = \frac{s.\,d\,a\,\delta}{g}\,.\,v^2$$

La componente de df según el eje xx' es: $df\ sen\ a$, y la resultante que es la suma de todos estos esfuerzos elementales será:

$$P = \Sigma\ df.\ sen\ a = \Sigma\ \frac{s\,r^2}{g}\,\delta\ sen\ a\,d\,a$$

Y como todos estos esfuerzos elementales se realizan en un contorno comprendido entre un ángulo o y otro que vale $\pi - \theta$, se tendrá que la suma que habrá que realizar se halla comprendida entre estos dos límites y tendremos:

$$P = mv\int_{o}^{\pi-\theta} sen\ a.\ da = mv\ \Big(-\cos a\Big)_{o}^{\pi-\theta} = mv\,(1+\cos\theta)$$

Si el canal está animado de una velocidad v_1 paralela a v, el valor de P será

$$P = m\,[v - v_1]\,[1 + \cos\theta]$$

Entonces el trabajo efectuado estará medido por:

$$Pv_1 = mv_1\,(v - v_1)(1 + \cos\theta)$$

Y el rendimiento estará expresado por

$$\rho = \frac{Pv_1}{\frac{mv^2}{2}} = \frac{mv_1\,(v - v_1)\,(1 + \cos\theta)}{\frac{mv^2}{2}} \quad \text{o}$$

$$\rho = \frac{2\,v_1\,(v - v_1)\,(1 + \cos\theta)}{v^2}$$

El exámen de esta expresión nos hace ver que el rendimiento teórico llega a valer la unidad cuando $v_1 = \frac{1}{2}\,v$ siendo el ángulo $\theta = o$ por que entonces $\cos\theta = 1$.

La rueda hidráulica Pelton está construída según este principio; debiendo tenerse en cuenta que el frotamiento y los remolinos disminuyen el rendimiento hasta el 75%.

9.—Reacción.—Vamos a considerar ahora el efecto de una masa m de un fluído que escapa por segundo con la velocidad v a través de un orificio agujereado en la pared de un vaso fijo, en este caso, el vaso experimenta una reacción $P = mv$, precisamente igual a la acción que sería ejercida por el chorro contra un plano indefinido.

Si el vaso es móvil toma un movimiento de traslación o rotación, como nos lo puede explicar la fig. 1, supuesta la esfera que ella indica, llena de agua en vez de vapor. La velocidad relativa v de salida del líquido, resulta de la carga estática $H = \frac{v^2}{2g}$ en el interior del vaso, aumentada al final con la carga debida al esfuerzo centrífugo $\frac{v'^2}{2g}$.

Entonces la velocidad absoluta de salida es $v - v'$ y el trabajo efectuado $mv\,(v - v')$.

Examinando *a priori* los efectos indicados entre la acción y la reacción; puede observarse, que en la acción tangencial, la velocidad del fluído es engendrada en el ajuste exterior y que ella existe totalmente antes de su entrada en éste. Al contrario, en un aparato de reacción la velocidad se produce en el ajuste mismo. Por otra parte, la presión del fluído, casi constante en la canal, varía considerablemente en una turbina de reacción.

Algunas veces en la manera como actúa el fluído en el canal

que hemos estudiado se distinguen dos fenómenos distintos, el uno de acción y el otro de reacción, siendo esto debido a la salida del líquido del canal; pero este efecto de reacción difiere completamente del que acabamos de considerar, cuyo tipo clasico ha sido estudiado en física con el nombre de molinete hidráulico. Es por esto que entenderemos siempre por reacción, el efecto mecánico producido en un canal *por la variación de la velocidad del fluído*, y por acción el efecto resultante de la *variación de su dirección*. Por lo demás, toda discusión relativa a la significación de las palabras acción y reacción son de sutil importancia para el estudio de las turbinas.

10.—Efecto mecánico de la acción y la reacción. —Si ahora examinamos un líquido que escapa según la paleta AKD de una rueda que gira en torno de yy' y reemplazamos el perfil de la paleta por el de las tangentes trazadas a sus dos extremidades, midiendo v la velocidad relativa de entrada ao y v' la velocidad relativa de salida, podemos considerar los dos efectos siguientes: 1º impulsión debida a la velocidad v; 2º reacción debida a la variación de velocidad

$$v' - v$$

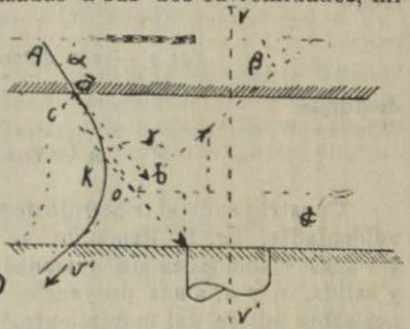


Fig. 8

Ahora, puesto que OX es paralela a AB y es el eje del movimiento de la rueda, si consideramos la vena líquida, cuyo gasto por segundo es la masa m, animada de las dos velocidades ab y ac, componentes de la velocidad ao; siendo

$$ab = v \operatorname{sen} \gamma \quad \text{y} \quad ac = v \cos \gamma ;$$

ab dará lugar sobre el plano BO a una presión normal

$$f = m \times ab = m\, v \operatorname{sen} \gamma$$

cuya proyección según el eje del movimiento es

$$f_1 = f \cos (XOf) = f \operatorname{sen} \beta = m\, v \operatorname{sen} \gamma \operatorname{sen} \beta$$

Entonces la variación de velocidad con relación a un plano normal a BO que pase por ab será:

$$v' - ac = v' - v \cos \gamma$$

Y el esfuerzo de reacción a que dará lugar será $m\,(v'-v\cos\gamma)$, siendo dirigido según OB normal a ab; valiendo su componente según el eje:

$$f_2 = m\,(v' - v\cos\gamma)\cos\beta$$

$$= m\,v'\cos\beta - m\,v\cos\gamma\cos\beta$$

La suma $f_1 + f_2$ o fuerza motriz será:

$$F = f_1 + f_2 = m\,v\,(\operatorname{sen}\gamma\operatorname{sen}\beta - \cos\gamma\cos\beta) + m\,v'\cos\beta$$

ahora

$$\cos\alpha = \cos[\pi - (\beta+\gamma)] = \cos\pi\cos\beta\cos\gamma - \cos\pi\operatorname{sen}\beta\operatorname{sen}\gamma$$

luego

$$\cos\alpha = \operatorname{sen}\beta\operatorname{sen}\gamma - \cos\beta\cos\gamma$$

de donde

$$F = m\,(v\cos\alpha + v'\cos\beta)$$

Construyendo el triángulo de velocidades, fig. 9, llamando v_2 y v'_2 las velocidades de entrada y salida, a_1 y a_2 a sus proyecciones sobre el eje del movimiento, y puesto que v es la velocidad relativa que resulta de la composición de v_2 con la velocidad periférica u que es la horizontal de la figura y v'_2 la velocidad relativa de v'_2 y u, se tiene:

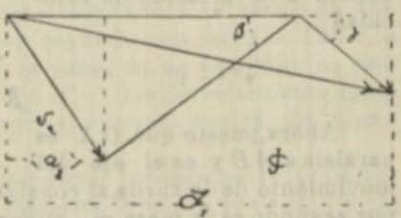


Fig. 9

$$v\cos\alpha + v\cos\beta = a_1 - a_2$$

De este modo el esfuerzo circunferencial F debido al escape de la masa m es igual a

$$F = m\,(a_1 - a_2)\ \textit{kilogramos}$$

Valor de que nos ocuparemos más adelante en una fórmula general.

En suma, todo el estudio de la acción mecánica de un fluído se reune en el teorema de las cantidades de movimiento y en la aplicación de la fórmula $Ft = mv$ o $F = mv$ cuando se considera el escape por segundo de una masa fluída.

11.—Transformación adiabática del vapor recalentado.—Vamos ahora a considerar al vapor escapando por un conducto mal conductor del calor, no experimentando sino una pérdida muy pequeña por la fricción y los remolinos, y realizando por lo tanto un cambio reversible, adiabático, en su estado.

Según Zeuner, como se ha visto en Termodinámica, la ecuación de la adiabática del vapor sobre recalentado, es de la misma forma que la hallada para los gases perfectos y para los vapores que son saturados, que como sabemos es

$$p_o \, v_o^{\gamma} = p \, v^{\gamma} = cte.$$

Unicamente, que en este caso $\gamma = 1'333$ en lugar de valer 1'41 que corresponde a los gases perfectos o 1'135 que es el del vapor saturado seco.

El ciclo representativo de esta evolución será una politrópica por que responde a la condición $p \, v^n = cost.$ puesto que n entonces es igual a γ.

Hay que tener en cuenta, que el valor de la constante específica R es entonces 46'7, y que la temperatura absoluta T para una presión p y un volumen v puede hallarse de la ecuación de condición de Battelli-Fumlirz:

$$p \, (v + a) = RT$$

siendo entonces $a = 0.0084$, por supuesto cuando p se mide en kilogramos por metro cuadrado.

El vapor recalentado presenta un estado que puede considerarse como un intermediario entre los gases perfectos y los vapores saturados; puesto que como los gases sigue sensiblemente las leyes de Mariote y Gay-Lussac, es decir puede sufrir un descenso de temperatura o una compresión sin licuarse.

Hay que tener en cuenta que el empleo del vapor recalentado es muy importante en las máquinas y aún más en las turbinas; porque propende a mejorar las condiciones del coeficiente económico.

12.—Valor de la energía cinética del vapor.—Ya hemos dicho que la energía cinética del vapor es el resultado de poner en libertad la energía potencial del vapor cuando pasa de un medio a otro realizando un trabajo. Su equivalencia térmica es el calor disponible en el vapor.

Para podernos explicar su valor conviene que recordemos lo que hemos estudiado en Termodinámica y que vamos ahora a recordar.

Se sabe que el calor total de vaporización a una temperatura $t^o C$ es el número de calorías que se deben suministrar a un líqui-

do para transformarlo completamente en vapor a dicha temperatura; cuando el líquido en cuestión es el agua y se le considera formando vapor saturado entre las temperaturas de 0° a 195° centígrados su valor en grandes calorías es:

$$\lambda = 606'5 + 0{,}305\ t.$$

que es la expresión debida a Regnauld.

El calor a que nos estamos refiriendo y que es el empleado en vaporizar un kilogramo de agua supuesta a $0^{o}\,C$, se suministra del modo siguiente: 1° en la elevación de la temperatura del agua hasta la temperatura t de ebullición; 2° en el trabajo exterior realizado por el agua al dilatarse; 3° en el trabajo exterior realizado por el aumento de volumen desde el que tiene el agua en la ebullición hasta el que llega a ocupar el vapor y 4° en el que se suministra para realizar el trabajo de disgregación molecular al efectuarse el cambio de estado.

La cantidad de calor gastada en elevar la temperatura del agua $t^{o}\,C$, que se designa generalmente por q tiene como valor aproximado el de dicha temperatura, supuesto que el calor específico del agua es la unidad.

La porción de calor que se gasta en la dilatación del agua, por el paso de su volumen v_o a 0° hasta v a t^{o} se determina por la expresión $\frac{(v - v_o)\,p}{425}$ y como es tan pequeña su valor queda incluído en el valor q.

En cuanto a la energía gastada en el aumento de volumen al pasar el líquido al estado de vapor, que es un trabajo exterior, está dada, llamando e ese calor externo y siendo v el volumen del agua a la temperatura t y u el volumen específico que ocupa esa agua convertida en vapor, por

$$e = \frac{p\,(u - v)}{E}$$

Por último, el calor de vaporización propiamente dicho o sea el de disgregación molecular para producir el cambio de estado se le designa por ρ.

Generalmente los valores e y ρ se agrupan y se hacen

$$r = e + \rho$$

y tienen como valor según Regnault

$$r = 606'5 - 0{,}695t - 0{,}0000t^{2} - 0{,}000000t^{3}$$

que aproximadamente se puede tomar

$$r = 606'5 - 0.695t$$

De esta manera el calor total λ, si se incluye en q el calor gastado en la dilatación del agua, será:

$$\lambda = q + \rho + e$$

Ahora tengamos en cuenta que el calor sensible q y el calor de disgregación ρ representan la variación de la energía interior del agua vaporizada; y haciendo esta suma igual a

$$U = q + \rho$$

mientras que el trabajo externo que está expresado por $\frac{p}{E}\int dv$, se podrá escribir

$$\lambda = U + \frac{p}{E}\int dv$$

De esta manera la energía cinética que puede disponerse en el vapor será la diferencia entre el calor de vaporización total disminuído del calor de vaporización externo y llamándola W tendremos

$$W = E(\lambda - e) = E(q + r - e) = E(q + \rho)$$

Hay que recordar que ρ es según Zeuner

$$\rho = 575'4 - 0.791t$$

y recordando el valor que hemos asignado a r se tiene:

$$e = r - \rho = (606'5 - 0'695t) - (575'4 - 0'791) = 31'1 + 0'106t$$

Entonces

$$W = E(\lambda - e) = E(606'5 + 0.305t) - (31'1 + 0.106t) = [575.4 + 0.199t]E$$

13.—Acción mecánica del vapor en una turbina. —Sea una canal $ABCD$ dispuesta sobre la superficie del cilindro de radio OR, en el cual se escapa un peso de vapor de M kgs. por segundo, experimentando a lo largo de éste variaciones de velocidad.

Consideremos una masa infinitamente pequeña dm de vapor comprendida entre los planos a y b normales al eje de la rueda.

Sea $C_u = v_u$ la velocidad circunferencial o componente periférica de la velocidad absoluta. La acción dF ejercida por el elemento dm sobre las paredes del canal según el eje del movimiento es

$$dF = dm \,.\, j = dm \,.\, \frac{dv_u}{dt}$$

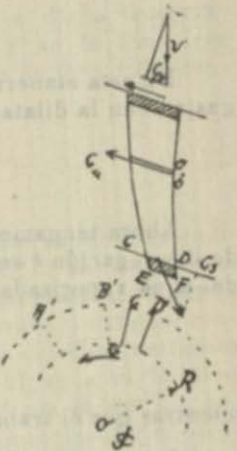


Fig. 10

Recordando que $F = m j$., y que la aceleración es

$$j = \frac{d^2e}{dt^2} = \frac{dv}{dt}$$

y para todo el canal

$$F = \Sigma\ dm\ \frac{dv_u}{dt} \qquad \text{o}$$

$$F\,dt = \Sigma\, dm.\ d.v_u$$

El segundo miembro no es otra cosa que la variación de la cantidad de movimiento del fluído durante dt, según el eje del movimiento periférico.

Ahora, durante el tiempo dt, el volumen $ABCD$ del vapor contenido en el canal se escapa y se convierte en $GHEF$, y por consecuencia del volumen común $GHCD$, la suma $\Sigma\ dm.\ dv_u$ de la cantidad de movimiento es igual a la diferencia de los productos mv y mv_1 en los cuales m corresponde al volumen $ABGH$, que es el espacio rayado en la parte superior del canal, es decir a la masa $\frac{M\,dt}{g}$ y donde v_1 y v son los componentes periféricas C_u y C_1 de las velocidades de entrada y de salida; de donde:

$$F.\ dt = \frac{M\,dt}{g}\,[v - v_1]; \qquad \text{y} \qquad F = \frac{M}{g}\,.\,[v - v_1]$$

Siendo la velocidad periférica del canal igual a u, el trabajo efectuado por segundo es igual a

$$\tilde{e} = \frac{M}{g}\,.\,u\,.\,(v - v_1)$$

Crónica Nacional

EL ANIVERSARIO DE ANGAMOS

Conmemorando el 38 aniversario del glorioso combate de Angamos, se realizó en este puerto, en la mañana del 8 del presente, la ceremonia cívica que el Comité "8 de Octubre" organiza todos los años en homenaje a los que lucharon en aquella épica jornada.

La alta significación patriótica que tenía la ceremonia, hizo que se adhirieran las instituciones, sociedades, centros de enseñanza y numerosos particulares de la capital; el número de expectadores cuyos corazones palpitaban al unísono, llenos de entusiasmo patriótico y de admiración hacia los héroes, hizo que tuviera el desfile hasta el monumento de Grau, todos los carácteres de una apoteosis.

Mucho antes de organizar el desfile, a las 9 de la mañana, se reunieron en el local del Instituto Chalaco, situado en la segunda cuadra de la avenida Saenz Peña, los sobrevivientes del "Huascar", las brigadas de boys scout de dicho instituto y del Barranco y los colegios oficiales y particulares de este puerto y de la capital, con sus respectivos estandartes y de allí, precedidos de una banda de músicos, se dirigió toda la comitiva al templo de Santa Rosa,

en donde el cura doctor Acisclo Castro ofreció una misa solemne.

Terminada la ceremonia religiosa, todos los colegios e instituciones que habían concurrido se dirigieron al punto de reunión que era la 10a cuadra de la avenida Saenz Peña para tomar parte en el desfile organizado por el Comité "8 de Octubre".

Por tren de las 10 y 30 a. m. del ferrocarril central vinieron de la capital, la Asociación en Pro de la Marina Nacional, presidida por el capitán de navío señor Ontaneda; las comisiones de la Unión Labor Nacionalista, del Concejo Provincial de Lima, de la sociedad Fundadores de la Independencia y vencedores del 2 de Mayo, del Estado Mayor del Ejército, de los cuerpos de la guarnición de Lima, de la Escuela Militar, Confederación de Artesanos Unión Universal, de la Asamblea de las Sociedades Unidas, de las compañías de bomberos y de las diversas sociedades humanitarias y de obreros que hay en dicha ciudad, con sus respectivos estandartes.

Todas estas comisiones se dirigieron al lugar de reunión en donde se encontraban ya, ocupando su correspondiente lugar designado por los miembros del Comité "8 de Octubre", las de la Municipalidad, Junta Departamental, Beneficencia, los jefes y oficiales francos de los buques de la armada, el regimiento de artillería de costa, la Escuela Naval, tripulantes de la "Unión" y colegios e instituciones que antes hemos mencionado.

En el local de la Junta Departamental situado en la misma avenida se habian reunido a su vez, el comité "8 de Octubre, el contralmirante Villavicencio, el prefecto de la provincia, el alcalde municipal, el director de beneficencia, el presidente de la junta departamental, el jefe de estado mayor de marina, jefes y oficiales de marina y del ejército.

A las 11 a. m. se inició el desfile encabezado por la banda del regimiento gendarmes, cerrando la marcha la artillería de costa.

Daban mas realce a esta procesión cívica formada por todas las instituciones que antes hemos mencionado,

un inmenso gentío de Lima y Callao y los carros alegóricos del colegio de la señorita Bozano que era una alegoría patriótica,el del Instituto Chalaco y los dos de la "Escuela Naval", uno representando al sumergible Ferré y el otro un hidroplano.

A esto debe agregarse que el municipio chalaco había mandado adornar con guirnaldas de flores el monumento Grau, al pie del cual se habían colocado numerosos aparatos florales enviados por los distintos buques y dependencias del Ejército y de la Armada, asi como las instituciones oficiales y particulares.

Cuando la comitiva después de haber recorrido la Avenida Saenz Peña y la calle de Adolfo King, llegó a la Plaza Grau, paso a ocupar sus respectivos emplazamientos, las bandas de música ejecutaron el himno nacional y después el presidente del Comité "8 de Octubre", Capitán de Navío señor Ernesto Caballero y Lastres, pronunció el siguiente discurso:

"Señores:

"En nombre del "Comité 8 de Octubre" tengo la honra de dirigiros la palabra, en este día, conmemorativo del glorioso combate, en que culminaron las heroicas y épicas hazañas del Contralmirante Miguel Grau y del puñado de valientes que lo acompañó en el fantástico monitor "Huáscar".

Después de seis meses, en que la débil y misteriosa nave, dominó en las aguas del Pacífico, burlando a la poderosa flota enemiga, llegó el instante en que ésta, en masa y en convoy, la sorprendiera y la retara.

El espíritu patriótico que animaba al Jefe, a los oficiales y tripulantes del "Huascar" creció ante la fatalidad y el peligro y cubriéndose con el emblema sagrado de la patria, pelearon sin esperanza, anonadando a los enemigos y asombrando al mundo.

Congregados alrededor de este monumento, que recuerda tan heroico sacrificio, y perpetúa la gratitud de la Nación, debemos jurar que trabajaremos sin tregua ni desaliento, por la grandeza del Perú.

Recordemos, los pasados tiempos de nuestra preponderancia naval y esforcémonos en recuperarla, pues en ella descansa principalmente, la defensa de nuestro territorio.

Recojamos, las enseñanzas que nos ofrece la formidable lucha que hoy abruma y ensangrienta a la humanidad y ácumulemos elementos que nos den dominio en el aire, defensa en el suelo y poder en el mar.

Eduquemos a nuestras masas; enseñémosles el arte moderno de la guerra y entonces podremos dedicarnos serenos y tranquilos, a la explotación de nuestras riquezas, al desarrollo de nuestras industrias y al crecimiento de nuestro comercio; sólidas bases de progreso, de properidad y bienestar.

Si la fuerza se impone en la tierra y ante ella, nada valen los principios, el derecho ni la justicia, estamos en la obligación de hacernos fuertes, para no dejarnos nuevamente sorprender, ni permitir que se repita el desastre de no lejanos tiempos, consecuencia de la debilidad, la inexperiencia, la imprevisión y la confianza.

La mejor ofrenda, que podemos hacer a los legendarios combatientes del Huascar, la más práctica forma en que debemos corresponder a su hermoso ejemplo y noble sacrificio, es manteniéndonos siempre unidos ante el pabellón sagrado de la Patria, resueltos a levantarlo en triunfo, circundado de la gloria imperecedera con que flameó sobre la nave refulgente, inolvidable y eterna".

A continuación del discurso del comandante Caballero y Lastres que fue muy aplaudido, tomaron la palabra el señor Juan L. Rospigliosi a nombre de la asociación en Pro de la Marina y el señor José Augusto Izcue, a nombre de la Unión Labor Nacionalista; terminando con este último discurso la ceremonia.

Debemos anotar, con sumo agrado, que durante esta fiesta patriótica, en la glorieta de la Plaza Grau, se instaló la delegación de Pro Marina, cuyo tesorero en el Callao es el distinguido caballero señor José Boy, con el objeto de recibir las erogaciones para la adquisición de elementos navales; secundándola comisión en esta obra, comisio-

nes de señoritas y boy scout chalacos que distribuían banderitas nacionales entre los concurrentes.

LA FIESTA DE LA RAZA

El doce del presente realizose la Fiesta de la Raza, con un entusiasmo sin precedente en todo el país.

Contribuyó y contribuirá de hoy en más a que este glorioso aniversario tenga la celebración que se merece, el hecho de que el Congreso de la República haya dado una ley declarando que dicha fecha sea por siempre una fiesta nacional.

La juventud limeña organizó un desfile de carros alegóricos al cual concurrieron los alumnos de la "Escuela Naval" en un carro automóvil que era una reproducción exacta del sumergible "Ferré"

El inmenso gentío que concurrió a esa ceremonia constituyó la expresión mas amplia de los sentimientos de confraternidad Ibero-americana que animan a todo el Perú.

Fué una evocación de aquel acontecimiento grandioso realizado por el puñado de intrépidos tripulantes de las tres carabelas que guiaba el genio de Colón.



Concurso de la "Revista de Marina"

La Dirección de la Revista de Marina; con el objeto de estimular a sus colaboradores a la producción de artículos originales, ha acordado abrir un concurso entre los suscritores de la Armada Nacional para el 1o. de Enero de 1918 con las bases siguientes.

El tema debe ser sobre cualquier asunto profesional.

La extensión del artículo debe estar comprendida entre diez y cincuenta páginas de nuestra Revista.

Los artículos se dirigirán a la Dirección de la Revista y solo se recibirán hasta el 31 de Diciembre del presente año. Han de ser firmados con seudónimo y acompañados de un sobre cerrado, en el cual vengan la firma del autor y su seudónimo y en la cubierta el título o lema del artículo.

No tendrá preferencia sobre otro ninguno de los ramos de la profesión.

La Redacción de la Revista, juzgará el mérito de los artículos, determinará el mejor en votación secreta y en seguida resolverá si tiene mérito suficiente para otorgársele el premio; en cuyo caso se abrirá el sobre correspondiente.

Los artículos que, a juicio de la misma Redacción, merezcan mención honrosa, serán tambien publicados en la Revista con el consentimiento de sus autores. Todos los demás sobres serán quemados sin abrir.

El premio al mejor artículo será de diez libras peruanas.

Los miembros de la Redacción no concurrirán al concurso.

Se suplica a los concursantes envíen, a ser posible, sus artículos escritos a máquina y por duplicado, pero sin tener preferencia sobre los que vengan manuscritos.

En caso de no merecer el premio ningun artículo, se repartirá entre los mejores y en la escala que acuerde la redacción.

Revista de Marina

Año II Noviembre y Diciembre de 1917 No. 6

MUSEO NAVAL DEL PERU
Biblioteca
M. Julio J. Elías Murguía

OPERACIONES NAVALES

Segunda Conferencia

Valor militar de los buques

Al tratar del valor militar de los buques, el espíritu se inclina, insensiblemente a considerarlo bajo el aspecto de la potencialidad de su artillería y acorazamiento; tal vez por la frecuencia con que se ve, en las revistas y publicaciones técnicas, avaluar ese elemento por el peso de los proyectiles disparados por andanada, al que los ingleses llaman "*weight of broadside*"

Rara vez se considera otro elemento, además de los citados y la velocidad y radio de acción, habiendo sin embargo uno muy importante que tener en cuenta; el que se refiere a los medios previstos para asegurar la permanencia del buque, durante el mayor tiempo posible, en la línea de combate. Esta cualidad esencial debe estar garantizada por dispositivos adecuados a la conservación de la *flotabilidad*.

El Almirante Custance decía, hace tres años, en una junta en Inglaterra: el torpedo es una arma muy inferior al cañón y no puede merecer mucha confianza. A pesar de ese concepto tan terminante y de otras opiniones no

menos autorizadas, el mundo naval ha sido sorprendido, en estos últimos tiempos, con noticias telegráficas anunciando verdaderas catástrofes, causadas por la simple acción de una mina o torpedo y de las que ha resultado la pérdida, casi instantánea, de grandes unidades de la marina inglesa. Para colmo del asombro, el *superdreadnought* "*Audacious*", que debía haberse construido de acuerdo con las experiencias realizadas en Europa y América y con las enseñanzas de la guerra ruso-japonesa, fué hundido por un solo torpedo, que lo alcanzó a babor, próximo a popa.

La única conclusión que se puede sacar de esos acontecimientos es que los medios actuales de que disponen los buques construidos en Inglaterra, no son adecuados a los peligros que amenazan, tan seriamente la existencia, de unidades que valen Lp. 3.000.000 y la del millar de vidas que los tripulan.

¿Si no se debe depositar mucha confianza en el torpedo, qué se podrá decir de la que los tripulantes del "Audacious" atribuirán ahora a los dispositivos que procuran la flotabilidad de los otros buques de línea?

Es método antiguo de algunas potencias, desdeñar las armas cuya adopción, generalizada entre naciones de menores recursos constituirían una amenaza seria a su predominio marítimo.

Forzosamente hay que convenir en que la reaparición de la mina, en el armamento naval, viene a alterar muchas situaciones en la guerra marítima, pudiendo llegar su influencia al punto de establecer equilibrio entre fuerzas combatientes. La pérdida de una o mas unidades en el mismo día y en la misma acción, por el efecto de los torpedos o de las minas, puede cambiar enteramente la suerte de una campaña, como podía haber sucedido con los japoneses, el 15 de Mayo de 1904, cuando perdieron los acorazados "Hatzuse" y "Yashima".

La defensa de los grandes buques contra las explosiones submarinas reside principalmente en las disposiciones tomadas con relación a su compartimentaje y a la subdivisión interna de la parte sumergida del casco.

Hay dos clases de causas que pueden comprometer el valor militar del buque y su existencia; la una es la relativa al peligro de inundación de la parte superior a la cubierta protegida, que perjudicaría la estabilidad del barco y aún podría ocasionar el naufragio, como en el caso de los barcos rusos que dieron vuelta en poco tiempo, a consecuencia de las perforaciones de los proyectiles arriba de la línea de flotación.

La otra causa es la ruptura de uno o mas compartimientos debajo de la línea de agua, acarreando como consecuencia la anegación de varias secciones del barco, y alterando la flotabilidad o causando su pérdida total, como ha sucedido con los grandes acorazados ingleses en la guerra actual.

La idea de acorazar la obra viva de un buque, por absurda que parezca, ha sido acojida, aun en Inglaterra, por autoridades notables. En América del Norte, fué mas seguramente encaminada por experiencias realizadas en las condiciones mas próximas a la realidad. Cuando estuve allí, como Agregado Naval, supe que se había construido un flotador que por un lado tenía la forma del acorazado argentino "Rivadavia" y por el otro, la del proyecto de un acorazado americano. De las pruebas se dedujo que la coraza es un inconveniente por que era lanzada al interior del buque, destrozando todo lo que encontraba a su paso; por consiguiente, la solución del problema debe buscarse de otra manera.

En los acorazados modernos el recurso que se emplea para evitar *que den vuelta de campana*, a consecuencia de averías en la línea de agua consiste en correr a lo largo del buque un conmpartimiento celular destinado a limitar la zona de inundación. Este compartimiento va situado por arriba de la cubierta acorazada y por detrás de la coraza principal. Su ausencia trae como consecuencia una mayor o menor pérdida de estabilidad del buque, por el cambio de posición del metacentro, producido por el peso del volúmen del agua admitida.

En todo buque existen tres puntos geométricos y es de capital importancia conservar su posición relativa den-

tro de los límites previamente establecidos en el proyecto. Si se pasan esos límites, el buque deja de estar en las condiciones de equilibrio estable y cae a la situación inmediata de equilibrio inestable con relación a su flotación normal. En un buque ordinario, en reposo, el centro de carena (centro de gravedad del volumen sumergido) debe estar situado bajo el centro de gravedad del sistema. Cuando el buque se inclina, hacia uno u otro lado, el centro de carena se traslada. Para que haya estabilidad, es decir, para que el buque vuelva a su posición primitiva, es necesario que la direción de la vertical, en la nueva posición, pase por encima del centro de gravedad del buque. La intersección de esta vertical con la otra, en la posición de nivel, es un punto designado con el nombre de metacentro.

Si la forma de la sección trasversal del casco fuese la de un arco de círculo, la altura metacéntrica (distancia del metacentro al centro de gravedad) sería constante y la estabilidad estaría asegurada en cualquiera posición (inclinación). Pero como la sección de un buque nunca tiene la forma mencionada, se ve que la altura disminuye a medida que éste se inclina.

Estos elementos se calculan previamente, por el constructor, o se determinan en experiencias de inclinación, hallando para cada ángulo el momento de la fuerza de inclinación correspondiente. El conocimiento de estos datos es muy importante, no solo para el problema de la flotabilidad del buque con relación a las averías de combate, sino también, para el problema del tiro. En los acorazados actuales, la altura metacéntrica no es mayor de 1.20 (un metro y veinte centimetros). Cuando la altura de que tratamos es grande, el buque tiene mas estabilidad y un juego mas rápido; cuando es menor, el juego es mas lento, de mayor amplitud y el buque tiene menos estabilidad.

Esta digresión, entre nociones que nos son familiares, tiene por objeto hacer resaltar la función de los compartimientos celulares, que no es sino la de evitar exceso

de peso en las partes altas del buque, que alteraría la posición del centro de gravedad del sistema.

A la par de la división celular, sobre la cubierta acorazada, tenemos que considerar el modo de compartimentar las cubiertas que están bajo la línea de flotación. El fin buscado, en este caso, no es tanto impedir que el buque dé vuelta de campana, sobretodo desde que se introdujo el sistema de comunicación entre los compartimientos correspondientes de cada lado del buque, cuanto el impedir que se sumerja por exceso de carga.

Tal como se haya, el problema se reduce a dotar al buque de mamparos longitudinales y trasversales que formen un cierto número de compartimientos, utilizados o no, de manera que: *una avería de 50 piés de extensión no produzca inclinación mayor de 11º, debiendo regresar el buque a la posición normal en un tiempo determinado.*

Estos compartimientos deben ser perfectamente estancos y, cuando existan aberturas de comunicación, deben tener cierre automático, En algunas instalaciones, esta maniobra tambien puede hacerse desde el puente, por la sencilla operación de mover una palanca.

Como resultado de las experiencias realizadas en Francia en 1914, el acorazado "Henri IV" fué, el primero, dotado de un sistema especial de construcción interna, contra la acción de los torpedos.

La innovación introducida consistía en la colocación de un compartimiento especial que corría a lo largo del barco, por la parte interna de su convexidad, subdividido en partes estancas.

El acorazado "Tzarevitch" estaba construído con un dispositivo semejante, y a él debieron, ese y otros buques, la resistencia con que soportaron repetidos torpedeamientos, en las diferentes fases de la guerra ruso-japonesa.

La evolución de la defensa contra el ataque submarino, puede apreciarse claramente en los planos siguientes, que figuran la sección principal de varios acorazados.

A principios de 1914, el Sr. T. G. Owens presentaba una propuesta de protección basada en los estudios hechos en Francia y puestos en práctica en los buques del

tipo "Danton". El ingeniero inglés, de modo general, decía: "que los mamparos longitudinales, debajo de la cubierta acorazada de la línea de agua, deberían estar, por lo menos, a 15 piés del costado del buque, extendiéndose, tanto como sea posible, a toda su eslora. Su construcción debería ser tal que, bajo la acción de los gases de una explosión submarina en uno de los compartimientos, la parte de la cubierta protejida, comprendida entre ellos y la coraza externa, fuera susceptible de romperse antes de que los mamparos sufrieran el esfuerzo máximo de su resistencia. La distancia del mamparo al costado parece ser más esencial que el espesor de su plancha. La experiencia ha demostrado que un mamparo de gran espesor, colocado a la distancia usual del costado, es lanzado a través de los interiores, destruyendo en su recorrido las calderas y ocasionando averias mayores que en el caso en que no existiera semejante protección....." Estudiamos dos métodos de protección; uno representa, mas o menos, el empleado actualmente (1914), aprovechando el carbón como protección junto a un compartimiento vacío, en el cual se hace la expansión de los gases, y colocando en la parte interior del buque un mamparo protector de una y media pulgada".

"El otro sistema consiste en proveer al buque de una defensa, mas o menos elástica, que disminuya, por su flexibilidad, el efecto de la fuerza explosiva". Los dibujos adjuntos darán una idea mas precisa de los medios propuestos.

Las consideraciones que hemos hecho, sobre la protección contra los torpedos, se pueden resumir diciendo que: "el objetivo es situar las partes vitales del buque dentro de compartimientos, cuyos mamparos tengan 1,5 a 2 pulgadas de espesor, aprovechándose las partes libres, entre las superficies verticales, para carboneras por el lado interno y para cámara de expansión por el externo".

La eficacia de esas protecciones es, todavía asi, aventurada porque depende del local en que explote el torpedo o mina. Se comprende que si la explosión ocurriera en la parte convexa del casco, la protección tal vez fuera suficiente para conservar el buque a flote, pero si se realiza-

se entre la barriga y la quilla, la protección sería nula pues esa parte del buque no puede ser protegida de la misma manera.

Como veremos mas adelante, una explosión en esas condiciones es siempre de consecuencias mas graves que las que se producen en contacto con la parte convexa.

Pasemos a estudiar las diferentes clases de buques.

Como ya prevenimos, no es posible, sino de modo muy incierto, ordenar los buques por clases. Así la clase de las unidades de que nos ocuparemos ahora podría denominarse de: "cruceros ligeros", "cruceros de 1a. clase" o "cruceros scouts". La denominación poco importa porque la función es la que nos interesa.

Los buques llamados en Inglaterra "*light cruisers*", son unidades, de 4 a 5000 toneladas o más, de gran velocidad y radio de acción, que existen por la necesidad de los siguientes servicios: exploración, protección de las flotillas, ataque a los destroyers enemigos, protección al comercio marítimo, etc.

El Almirante Beresford opina que, *la proporción de esos cruceros debe ser de cinco para cada par de acorazados* (o cruceros de combate) los grupos de esas unidades deben disponerse de modo de formar una red protectora, a la distancia de 120 a 140 millas del núcleo de combate. "No hay, dice el referido Almirante, otro medio de mover una escuadra por la noche sin exponerla a la destrucción por un ataque de una escuadrilla de torpederos enemigos. Ningún armamento antitorpédico es capaz de impedir un ataque de esa clase....." aunque en 1914, debido a confusión de ideas o a ignorancia absoluta, o a ambas cosas, se pretendía que los servicios de los pequeños cruceros podian ser encomendados a los barcos de 12000 y más toneladas, simplemente, porque estos eran capaces de desarrollar altas velocidades.

Lo que hoy podemos afirmar es que: en las marinas de primer orden, como las de Inglaterra y Alemania, para referirnos solamente a las que están en guerra, esa clase de buques se ha desarrollado de manera notable. Como ejemplo tomaremos los ingleses del tipo "Aurora" y

"Arethuza", cuyos datos son los siguientes: eslora 410 piés; manga 39; calado 135; desplazamiento 3500 toneladas; fuerza en caballos 30000; velocidad 30 millas; 2 cañones de 6 pulgadas y 8 de 4 pulgadas; turbinas y calderas a petróleo. Estos cruceros están protegidos por un sistema de dos planchas, la exterior de acero nickel y la otra de acero de alta tensión, con un espesor total de 3 pulgadas, en casi toda la eslora, adelgazándose en las extremidades. Esta protección se estima suficiente contra el armamento de los destroyers y por eso, el 1er Lord del Almirantazgo les dió el nombre de "*destroyers de destroyers*".

Aparte de éstos, deben estar construyéndose mas de ocho en Inglaterra. Por el lado de Alemania, vemos que sus últimas unidades de esa clase, llamadas allí "cruceros protegidos" y de las cuales poseen treinta y tantas, construidas o en construcción, tienen las siguientes características: "Graudenz"; desplazamiento 5000 toneladas; velocidad 28 nudos; radio de acción 4000 millas; 10 cañones de 105 mm. y 40 calibres.

Como muy bien se concluye de los datos de esos buques, entre los que sobresalen la velocidad y el armamento anti-torpédico, su función principal en la guerra, está claramente definida, justificándoles el título de *destroyers de destroyers*". Otro empleo importante que se les puede dar es el de exploradores de escuadra, para lo cual están admirablemente dotados por su gran radio de acción, velocidad y cualidades marineras dentro de los límites que permiten esos desplazamientos.

Estamos ahora, por consiguiente, en el dominio de las grandes velocidades y antes de que entremos en el estudio de los medios que las hagan realizables, debemos lanzar una ojeada sobre otra clase de unidades, cuyos elementos ofensivos y defensivos son: el torpedo y la velocidad.

El torpedero antiguo, según la feliz expresión del Sr. L. Bertin, "nació de la resolución de un problema de máquinas". Como sabemos, los primitivos estaban armados con torpedos de botalón. A Thornicroft se debe la aparición de máquinas cuyo número de rotaciones puede ele-

varse al que permite la velocidad circunferencial de las hélices, consiguiéndose entonces embarcaciones capaces de desarrollar 20 nudos, con una disminución de ⅔ del peso, por caballo de fuerza.

La evolución de los torpederos fué rápida y su valor, como arma de ataque, se agrandó con la introducción del torpedo Whitehead. Limitado al principio a los pequeños desplazamientos y destinado a los servicios en las cercanías de los puertos, o como lancha torpedera de los acorazados de la época, su desarrollo se precipitó año por año, hasta alcanzar, en los destroyers actuales, tonelajes que los hacen perfectos buques de alta mar y excelentes armas de combate. Está claro que no haremos la historia de los torpederos, ni de los torpedos a su bordo; procuraremos estudiarlos por su aspecto esencial: la velocidad.

En cuanto a las cualidades marineras, no hay necesidad de referencias particulares, porque esos buques constituyen ya un número considerable de unidades, experimentadas en todas las condiciones posibles de tiempo y mar, y muchas veces, con gran exceso sobre lo que se puede exigir a buques de su tonelaje.

En cuanto al armamento, los últimos destroyers americanos en construcción, tendrán: cuatro tubos triples de 21 pulgadas; cuatro cañones de 4 pulgadas y dos de una libra, contra el ataque aéreo. Eslora 315 piés; manga 29'–10"; calado 9'–6"; desplazamiento 1110 toneladas; velocidad 29.5 nudos.

El tipo "torpedero", propiamente dicho, ha desaparecido de los cuadros de las marinas adelantadas; su sucesor es el *destroyer* actual, barco capaz de desempeñar, además de las funciones propias a la naturaleza de su armamento esencial, otros servicios compatibles con sus cualidades de marcha, desplazamiento y manejabilidad, como por ejemplo, bloqueos, exploraciones y vigilancia costanera.

Los veinte destroyers construidos para la marina inglesa, en el programa 1911—1912, modificaron radicalmente la orientación en los planes de construcción de unidades mayores. Esos buques con un desplazamiento de

950 toneladas disponen de un armamento de: dos pares de tubos de 21 pulgadas y 3 cañones de 4 pulgadas y una velocidadad de 32 nudos.

El ataque diurno de un grupo de destroyers de ese tipo, lanzando torpedos modernos a distancias de mas de 7000 yardas, contra los blancos de 600 pies de los buques de combate, es de consecuencias muy serias, por la casi seguridad del éxito. A esa distancia el torpedero es un blanco diminuto para la artillería rápida cuya probabilidad de acertar es entonces muy reducida.

Si la artillería es de eficacia muy problemática para impedir el ataque de flotillas contra acorazados ¿cuál será el medio utilizable contra tal enemigo? Aumentar el calibre hasta 6 pulgadas es poco mas que un expediente aventurado e insuficiente para desafiar el ataque diurno y mucho menos el nocturno. El recurso encontrado, para resolver esta situación, fué la aparición de los buques a que nos referimos, del tipo "Aurora", intermediarios entre el *destroyer* y el crucero acorazado.

No se puede negar que los "*destroyers de destroyers*" no resuelven completamente el problema, pero, aún así, son los únicos medios de acción táctica capaces de oponerse a los destroyers actuales.

El progreso constante de los torpedos, no solamente en sus máquinas, sino también en sus organos directores, ha hecho cada vez mas precaria la situación de los grandes buques.

El cañón de 6 pulgadas, con proyectil de 100 libras, representa el límite máximo de la artillería rápida servida a mano. Su eficiencia es grande a pequeña distancia, pero disminuye rápidamente a medida que los lanzamientos se van efectuando desde más lejos. En los Estados Unidos, cuando allí estaba, en 1912, se hicieron experiencias con los shrapnels de 12", contra el ataque de torpederos por la noche, y todo nos induce a creer que los resultados fueron satisfactorios; se trataba, sin embargo, de ejercicio sobre blancos fondeados y de ahi a la realidad del combate, la distancia es enorme.

El torpedero emplea mas del 20 % de desplazamien-

to en sus organos de movimiento, esto es, máquinas y calderas, mientras que el acorazado moderno solamente dispone, para el mismo fin, del 6 o/o. En los torpederos la fuerza en caballos llega a ser de 18,5 por tonelada por 1,2 del *dreadnought*. Sin embargo, la relación entre las velocidades de los torpederos y acorazados no es mas que de 5/3, por varias razones, la mas importante de las cuales es la diferencia entre los "coeficientes de utilización" (1), que para el buque grande es de 6,10 y de 5,80 para el pequeño, de manera que si el acorazado alcanza 20 millas, el torpedero, con los motores actuales, desarrollará 33. Dentro de ciertos límites, en las condiciones naturales, se verifica que esos números concuerdan con la práctica, en lo que se refiere a los acorazados propiamente dichos.

En el problema del torpedero, lo que mas interesa al oficial de marina, después de la velocidad, es el radio de acción. Para el mismo tipo de máquinas, los radios de acción son proporcionales a las provisiones de combustible, que pueden alcanzar a 21 o/o del desplazamiento en el caso de carbón mineral.

---

(1) "Se trata de las leyes elementales que ligan la potencia desarrollada por el motor y la distancia franqueable, con una determinada provisión de carbón, a la resistencia del agua considerada como una función conocida de la velocidad.

Las antiguas experiencias de tracción de modelos, desde fines del siglo XVIII, en seguida los primeros ensayos de máquinas con medidas de trabajo, han indicado que la resistencia a la propulsión es, con una primera aproximación, proporcional al cuadrado de la velocidad..... y se ve aparecer esta ley experimental de "la resistencia proporcional al cuadrado de la velocidad" y, por consiguiente, del "*trabajo de la resistencia proporcional al cubo de la velocidad*". Pero el teorema de la similitud dinámica indica solamente que las dos relaciones de la resistencia al cuadrado de la velocidad, en el buque y en el modelo, siguen la misma ley y que, si una es constante, también lo es la otra.

Una segunda ley experimental, establecida desde hace tiempo para los buques, y verificada recientemente en aeronáutica, es la de la *proporcionalidad aproximada de la resistencia al cuadrado de las dimensiones lineales*, es decir, de su proporcionalidad al cuadrado del coeficiente de similitud, suponiendo los buques semejantes entre sí.

El conjunto de estas dos leyes da, entre la potencia motriz F

De un modo general podemos establecer que la relación entre las distancias navegables, del acorazado y del torpedero, es de 0,66, correspondiendo al torpedero $\frac{2}{3}$ del radio de acción del acorazado. Incidentalmente conviene recordar que el consumo de carbón, en los destroyers desciende a 0.4 kilos, mientras que en los acorazados alcanza a 0,7 kilogramos, a las velocidades estratégicas: "tres millas menos que la velocidad máxima".

Las grandes velocidades que, en algunos destroyers, llegan a mas de 36 nudos, dependen de varios factores y especialmente del tipo de las máquinas, estando también el radio de acción sujeto a esas mismas influencias y a la de la naturaleza del combustible.

La necesidad de conseguir motores ligeros, poderosos y económicos, obligó a los técnicos a procurar obtener un mayor rendimiento de los órganos y aparatos empleados en la propulsión de los buques: máquinas, calderas, hélices, auxiliares, etc.

---

de un buque y el cubo de su velocidad V, una relación muy simple, que se expresa de dos maneras diferentes, según se represente el cuadrado de las dimensiones lineales por la superficie sumergida de la cuaderna maestra B_2, es decir la mayor sección trasversal de la carena, o por la potencia $\frac{2}{3}$ del desplazamiento P (expresado en toneladas de peso y no en metros cúbicos).

Las dos fórmulas entre los cuales se puede elegir, son

$$F = B_2\left(\frac{V}{M}\right)^3 \qquad F = P^{\frac{2}{3}}\left(\frac{V}{M_1}\right)^3 \qquad V = M_1\left[\frac{F}{P}\right]^{\frac{1}{3}} P^{1/9}$$

El coeficiente constante, supuesto M o M_1, al cual es proporcional la velocidad V, se llama "*coeficiente de utilización*" del buque; las variaciones de su valor resultan a la vez de la falta de exactitud de las dos leyes empíricas admitidas, de la falta de similitud de las carenas entre sí, y en fin de las variaciones de rendimiento mecánico del motor y de utilización de la potencia motriz por el propulsor.

(*L. Bertin. La Marine Moderne.*)

Los progresos alcanzados en las calderas consistieron, principalmente: en el mejor aprovechamiento del calor de combustión, con el aumento de la superficie de calefacción por medio de entubaciones perfeccionadas; en la elevación de las presiones hasta cerca de 300 libras y, últimamente en el recalentamiento del vapor, en aparatos colocados en la caldera.

La introducción de las turbinas en la práctica corriente aportó un gran impulso al desarrollo de las altas velocidades, no solamente por una mejor utilización de la fuerza expansiva del vapor, sino tambien por la disminución de averías en las máquinas; mayor simplicidad en los órganos de trasmisión del movimiento; ausencia de vibraciones y economía de consumo de vapor en las velocidades superiores a 20 millas por hora.

Bajo el punto de vista de la economía de carbón, en grandes velocidades, la turbina es superior a la máquina alternativa, como se dedujo de experiencias realizadas entre buques movidos por los dos sistemas de máquinas y cuyos resultados son los siguientes:

		lbs.				
Acorazados y grandes cruceros	Turbinas	14.5	de vapor	por	I.	H. P.
	Alternativas	19.5	„	„	„	„
Cruceros menores y scouts	Turbinas	14.5	„	„	„	„
	Alternativas	21.0	„	„	„	„
Torpederos	Turbinas	16.0	„	„	„	„
	Alternativas	21.5	„	„	„	„

Estas cifras son aproximadas y apenas sirven para dar una noción del valor relativo de las dos especies de motores. En los Estados Unidos, las experiencias realizadas en los tres cruceros (scouts) "Chester", "Salem" y "Birmingham", con turbinas Parsons y Curtiss y máquinas alternativas y las de los acorazados "North-Dakota" y "Delaware" uno con turbinas Curtiss y el otro con máquinas alternativas mostraron que éstas podían, hasta los 20 nudos, competir con ventaja, de economía de carbón, con sus rivales, las turbinas; para velocidades mayores la su-

perioridad quedó incontestablemente del lado de los motores rotativos.

En cuanto a su funcionamiento, las turbinas requieren menos cuidado y menor personal para el servicio. Aparte de estas ventajas, se prestan admirablemente al trabajo a diversos regímenes de gran velocidad, al paso que las máquinas alternativas tienen mejor rendimiento cuando funcionan a un régimen fijo de velocidad. En las turbinas, la expansión puede elevarse hasta cincuenta veces el volúmen (en las diferentes series de cámaras de paletas). En las alternativas, en los motores de triple expansión, no pasa de doce.

La experiencia ha demostrado que una hélice no puede funcionar convenientemente, desde que su velocidad periférica pasa de 40 metros por segundo y como el rendimiento máximo de las turbinas se alcanza con velocidades angulares elevadas, hasta centenares de metros por segundo, incompatibles con el buen rendimiento de las hélices, fué necesario, para establecer un cierto acuerdo entre esas condiciones opuestas, aprovechar en mayor escala la caída de presión del vapor; fin para el cual se necesitarían turbinas excesivamente largas. Para evitar este inconveniente el Sr. Parsons resolvió instalar en cuatro ejes independientes, las cuatro secciones de una misma turbina, en vez de rotores de sección creciente, sobre un mismo eje. Esas cuatro secciones son recorridas por el mismo chorro de vapor.

Las dimensiones de las hélices deben corresponder a las condiciones impuestas, según se destinen a acorazados, cruceros, torpederos, buques mercantes, etc.

En las instalaciones que requieren turbinas, en pequeñas velocidades, las denominadas de "crucero" están montadas en secciones separadas, por delante de las turbinas principales, en las que descargan el vapor. Para hacer resaltar claramente la unión íntima entre el rendimiento de las turbinas y el de los propulsores, y como el rendimiento del conjunto es el que interesa a la economía de la instalación, debemos mencionar que ya es posible armonizar los requisitos antagónicos, entre el motor y el

propulsor, con la adopción de las turbinas dotadas de aparatos de reducción ("reduction-gear"). En estas máquinas se consigue el máximo de aprovechamiento de la velocidad del vapor, con una velocidad circunferencial, relativamente lenta, de la hélice.

De esa manera, las turbinas con aparatos de reducción Parsons, Melville y otros resolvieron prácticamente el problema. La solución consiste en intercalar entre el eje de la turbina y el eje propulsor, un engranaje reductor de dimensiones proporcionales a la relación entre las velocidades admisibles de uno y otro lado.

Existen algunos otros aparatos de reducción, en los cuales se opera ésta por medio de instalaciones hidráulicas, como en el caso de la *Fottinger Reduction Gear*.

No juzgamos necesario pasar mas adelante en estas consideraciones, puesto que los detalles, que interesan más al ingeniero maquinista, pueden encontrarse fácilmente en los libros y publicaciones especiales, sobre cada uno de los puntos a que suscintamente, nos hemos referido.

El objetivo principal de todos los perfeccionamientos en las máquinas y calderas es la economía de pesos y de combustible, esto es, resolver el importante problema del valor militar de los buques considerado bajo varios aspectos, procurando llegar a un tipo que reúna todas las ventajas, con el mínimun de inconvenientes.

A pesar de todo lo dicho, no habriamos hecho una sintesis de los diversos elementos que entran en la solución de ese difícil problema, si no nos refiriéramos al empleo del petróleo como conbustible, en sustitución al carbón.

Las ventajas del aceite, sobre el carbón, pueden resumirse en lo siguiente:

30% más del valor calorífico sobre el mejor carbón, por unidad de peso;

menor volúmen de los depósitos de aceite, puesto que tiene 50% más de valor calorífico que el carbón, a igualdad de volúmen;

permitir, en un mismo peso o volúmen, una mayor cantidad de combustible, de 30 a 50%, lo que es de suma importancia para el radio de acción;

poder conservar la presión con variaciones no mayores de cinco libras, con los reguladores automáticos, aún para oscilaciones de consumo de vapor que lleguen al 50 o/o.

Además de esas ventajas esenciales, debemos mencionar que el embarque del aceite es rápido, fácil, no interrumpe los servicios de a bordo y dispensa del trabajo manual a la tripulación del buque: que el régimen de velocidad máxima se puede mantener mientras dure el combustible, sin que haya necesidad de limpiar las calderas, ni los hornos, aún con tiro forzado; que no existen cenizas ni necesidad de llevarlo con palas desde los puntos apartados a las proximidades de las hornillas; que el servicio de fogonero se hace incomparablemente mas ligero y que el humo puede ser regulado con precisión, según convenga o no.

El peso y el espacio necesarios para las calderas disminuyen para una fuerza determinada de máquinas, no solamente por la reducción de las superficies de calefacción, sino tambien por el acortamiento de las cámaras de combustión y, por consiguiente, de las dimensiones de las calderas. El resultado es la disminución, en peso y volúmen, de los generadores, permitiendo a los grandes buques mayor acorazamiento y artillería en menores desplazamientos.

Por la adopción del aceite exclusivamente, en los buques "Oklahoma" y "Nevada", la disminución de peso en los compartimientos de las calderas fué de 300 toneladas, la cantidad de combustible para marcha económica se redujo en la proporción de 9 a 7. La dotación de fogoneros se redujo en 50 o/o y el largo del espacio para instalación de las calderas pasó a ser de 66 piés, de 128 que era en los buques anteriores, que utilizan el carbón como combustible.

APENDICE

Habíamos ya terminado esta conferencia, cuando nos encontramos con la noticia de que los barcos del tipo "California", en construcción para la marina americana, tendrán máquinas motoras eléctricas.

Esta innovación no podrá dejar de despertar un gran interés en los círculos técnicos, porque significa la resolución casi perfecta del problema de que hemos hablado, referente a la utilización eficiente y económica de las turbinas, accionando propulsores marítimos.

Es preciso fijarse en que la decisión americana no emana de un juicio precipitado, puesto que desde 1910 ocupa ese problema la atención de los especialistas de aquel país.

En esa época se autorizó la construcción del buque carbonero "Jupiter", con la novedad de la propulsión eléctrica. Las experiencias realizadas en 1913 confirmaron las previsiones y acierto de la adopción del sistema que, en opinión de los especialistas americanos, daría todavía mejores resultados en las grandes instalaciones de mas de 5000 caballos; de allí su aparición en los acorazados recientes.

Por tal motivo, juzgamos conveniente presentar a nuestros colegas una noticia sucinta sobre el *collier* "Júpiter".

Este barco fué lanzado en Agosto de 1912, entrando en comisión en Abril de 1913. En un desplazamiento de 19230 tons., la velocidad del contrato debería ser 14 nudos, con 5500 caballos (S. H. P.) en dos propulsores.

El peso de los aparatos motores y el espacio necesario son menores que en cualquiera otro sistema de propulsión actualmente en uso de máquinas alternativas o de turbinas. La instalación consiste en un turbo-generador Curtiss y dos motores de inducción. El generador eléctrico solidario a la turbina, esto es, turbo-generador, suministra la energía a los motores que accionan los propulsores. Este conjunto (generador eléctrico y motor) no es mas que un aparato de reducción con el mismo fin que los de la especie que hemos descrito: "*Melville reduction gear*".

En el sistema eléctrico, la proporción de reducción puede variarse por simple disminución de la rotación de la turbina, alterando como consecuencia, la frecuencia del generador y, por consiguiente, la de los motores directamente ligados a las hélices.

Los generadores son bipolares y como los motores tienen 36 polos, la proporción de reducción es de 1/18.

El enrrollamiento de los motores del "Júpiter" está hecho solamente para un determinado número de polos y a eso se debe que la velocidad económica de ese buque sea practicamente su velocidad máxima. En el caso de una instalación para acorazados, que necesite varias velocidades los enrrollamientos podrían hacerse de modo que se presten a varias combinaciones, esto es, a diferentes proporciones de reducción y, en consecuencia, a diferentes velocidades náuticas.

El peso total de los órganos propulsores del *collier* es de 166.5 toneladas por 260 de su gemelo el "Ciclops", de máquinas alternativas.

En las experiencias realizadas se obtuvo la velocidad de 14,99 nudos, con un consumo de 11,68 libras de agua por S. H. P., para 127 tons. de carbón diarias. A la velocidad de 10 nudos, el consumo fué de 12,32 libras de agua por S. H. P. y el del carbón, de 54 tons. en las 24 horas.

De las ventajas de estos motores, diremos que equivalen, en realidad, a una duplicación de los medios de propulsión, porque disponiendo de dos turbo-generadores y dos motores, se tiene siempre asegurada la propulsión con dos hélices, aunque se produzca una avería grave en una de las turbinas, pues cada una, por si sola, podría estar construída para imprimir a un acorazado una velocidad de 17 a 18 nudos, funcionando del modo siguiente: una turbina (turbo-generador) suministrando energía a los dos motores de propulsión. Este dispositivo permite reparar una turbina, continuando la otra en funcionamiento.

Si en lugar del dispositivo mencionado, se estableciese otro cualquiera, la avería en las máquinas de una banda implicaría la inactividad de la hélice respectiva.

El funcionamiento de las turbinas se efectúa siempre en condiciones de gran economía, porque en marcha reducida, pueden soportar una carga dos veces mayor que la de una máquina común.

El aprovechamiento económico de las altas velocidades circunferenciales de las turbinas, puede ser realizado,

del mejor modo posible, bajo el punto de vista de la velocidad de las hélices, pues para conseguirlo, basta que el número de los polos de los motores sea un multiplo del de los generadores. Si fueren 30 o 50, por ejemplo, la proporción de reducción será de 15 o 25 para un generador bipolar.

Con este sistema eléctrico no hay temor de que las hélices se disparen en los cabeceos del buque, porque los reguladores automáticos, conservan, casi absoluta, uniformidad de rotaciones, evitándose asi las averías en los ejes, hélices, etc.

Ademas de estas ventajas importantes, tienen la de la extraordinaria flexibilidad del sistema, pudiendo instalar los generadores en cualquier lugar y posición enteramente independiente de la situación de los motores de propulsión del buque.

La facilidad de reparaciones en cualquiera de sus órganos y la de maniobra son tambien esenciales de este sistema, a la vez que su conservación es mucho menos costosa.

Respecto a los peligros de vida que pudieran causar las altas tensiones, podemos decir que, practicamente, no existen porque los conductores son muy pocos y están colocados fuera de los lugares de tráfico frecuente. Los cortocircuitos tendrían consecuencias insignificantes, por interesar solamente un espacio muy reducido, aparte de que las precauciones tomadas son de tal naturaleza que hacen muy problemáticas esas contingencias.

Las máquinas eléctricas están instaladas en compartimientos estancos, en los que será muy difícil la entrada del agua y los motores están situados en pozos, en un compartimiento debajo del de los generadores. El peligro del agua en esos compartimientos también es muy remoto.

Después de estas informaciones generales sobre aplicación, tan importante, de la electricidad en los buques modernos, haremos una digresión, aunque ligera, para ocuparnos de la instalación del "California" que, para nuestro modo de ver, representa el tipo más perfecto del acorazado moderno.

Dejando a un lado el aspecto característico de los barcos americanos y sin preocuparnos, por consiguiente, con el estudio crítico de los motivos que determinan la orientación actual de las construcciones de los Estados Unidos, debemos notar que el "California" se distingue también de los demás buques, por la particularidad de no llevar protección para los cañones antitorpédicos.

El "Shipbuilder" dice:

"Los americanos han roto, de un modo radical, con la práctica antigua y declaran que la coraza debe ser: "la más gruesa posible, o ninguna".....'Entre los dos extremos no existe término medio" pues la coraza secundaria no impide la penetración de los proyectiles explosivos y, por el contrario, les asegura la explosión, después de haber atravesado la plancha".

"Por eso y con mucha razón, la coraza que, en esos buques, debería emplearse en proteger la artillería de tiro rápido, se destinó a reforzar el acorazamiento de las partes vitales".

".....El "California" no tiene coraza vertical de menos de 14", siendo la protección de la línea de agua una faja ancha de 14" de espesor, que se extiende hasta cierta distancia de las barbettas, teniendo adelante y atrás corazas trasversales del mismo espesor. Este acorazamiento está cerrado horizontalmente por dos cubiertas protectoras: la superior, al nivel del tope de la coraza, de tres pulgadas y la inferior de dos pulgadas, corre a la altura de la parte inferior de la coraza, cuyo espesor, en ese lugar, es de 8 pulgadas".

"Las extremidades del buque, además de las partes acorazadas, están protegidas por medio de subdivisiones internas".

"Las planchas de coraza están colocadas verticalmente a fin de evitar costuras en la línea de flotación, suponiendo que se impiden así los dislocamientos de las planchas por efecto de las percusiones consecutivas causadas por el choque de los proyectiles en ese punto del buque. El ancho de la coraza es de 17 piés y medio; nueve sobre la línea de agua y ocho y medio debajo".

"Próxima a popa, la coraza se inclina rápida y ligeramente, conservando la misma altura de 8,5 piés".

".....En vista de la gran concentración de artillería, en cada una de las torres, y del aumento de riesgos que ello implica, las barbetas están protegidas por 14" de coraza. Los frentes de las torres así como las planchas posteriores son de 18"; los lados tienen 9" a 10" y el techo 5 pulgadas. La torre de mando y su cilindro de comunicaciones y pasaje, tienen 16" de espesor".

".....La única chimenea de que dispone el buque, está excepcionalmente protegida. Todas las calderas (a petróleo) están agrupadas de modo que los conductos de los gases se reúnan bajo un cono truncado, que constituye la base de la chimenea y cuyo espesor es de 14", lo que equivale, por la inclinación de las planchas, a un espesor de 20" de acorazamiento vertical".

"Con este dispositivo se consigue que la descarga de los gases se haga siempre fuera del buque, evitando la reproducción de las graves ocurrencias de los buques rusos, en los que la invasión de los gases de combustión, en los diferentes compartimientos, dió lugar, en muchos casos más que cualquier otro motivo, al crecido número de víctimas y a la reducción de gran parte del valor ofensivo de las unidades".

NOTAS

Datos relativos al "California"—Clase de tres buques. Eslora 635 piés; manga 97'¼; calado 29'; desplazamiento 32.000 toneladas; H. P. 32.000; velocidad 21 nudos.

Armamento, 12 cañones de 14" en cuatro torres, en la línea media; 22 cañones de 5 pulgadas y 4 tubos sumergidos de 21 pulgadas.

Datos relativos al carbonero "Júpiter".

Eslora 542 piés; manga 65'; calado 27'.5; desplazamiento 19230 toneladas; velocidad [contrato] 14 nudos; capacidad 3600 toneladas de petróleo y 11300 de carbón.

Máquinas. Presión en calderas 193 libras; velocidad

Museo Naval del Perú - Biblioteca - J. Elías Murguía

14.99 nudos; vacío 28".2; revoluciones por minuto 116,72; turbo-generador 2130 revoluciones por minuto: intensidad en los dos motores, 725 ampers; tensión en el turbo-generador 2580 volts; kilowatts: motor de estribor 2692; motor de babor 2833; consumo de agua por S. H. P. 11.68 libras; consumo de carbón por hora y por caballo, en el eje, 1662 libras; consumo de combustible por día 127.39 toneladas. Millas por tonelada de carbón 2.82.

Operaciones. Los aparatos de descarga de carbón en número de 28, tienen una capacidad de 100 toneladas, por hora y por porta, siendo el fabricante Mead-Morrison Cía.

El servicio de trasbordo de aceite se hace por dos bombas horizontales, duplex, capaces de suministrar, cada una, cerca de 3800 litros de petróleo por minuto.



Algunas consideraciones sobre la manera como actúan las turbinas a vapor.

Por el 1er. Ingeniero Doctor
D. Pedro Valladares.

(*Continuación*)

Si la dirección de la velocidad de entrada es opuesta a la de salida

$$\tilde{\sigma} = \frac{M}{g} \cdot u \cdot (v + v_1)$$

Siendo este el caso de las turbinas Parsons.

Si la rueda lleva n canales idénticos a $ABCD$ con un gasto total de $\tilde{\sigma}n$ kgs. durante la unidad de tiempo, el trabajo total por segundo será

$$\tilde{c}_s = \frac{\tilde{\sigma}_n}{g} \cdot u \cdot (v_s \pm v_3) \qquad (1)$$

Los valores v_s y v_3 se determinan fácilmente: la primera es la proyección AC de v_a, la segunda es la proyección de v'_a; como se ve en la fig. 11.

Se obtiene v'_a componiendo la velocidad de arrastramiento EF y la velocidad de salida FG.

Según lo que se ha dicho más antes, FG no es necesariamente igual a BH; cuando $HB = FG$, la turbina es de impulsión; si $FG > AB$, el aparato da un efecto de *reacción* cuyo valor es proporcional a $v'_r - v_r$.

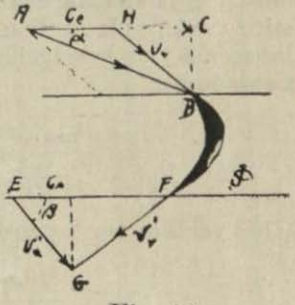


Fig. 11

14.—Fórmula general del trabajo motor efectuado en una paleta de una turbina por un kilogramo de fluído.—Si ahora hacemos w la velocidad para distinguirla del volumen que vamos a llamar v en adelante, la fórmula (1) anterior, se convierte por la unidad de peso en

$$\tau = \frac{u}{g}(w_2 \pm w_1)$$

Si α y β son los ángulos de las velocidades absolutas $w_2 = v_2$ y $w'_2 = v'_2$ con la dirección del movimiento se tiene:

$$\tau = \frac{1}{g} \times u\,(w_2 \cos \alpha + w'_2 \cos \beta)$$

15.—Escape de un fluído.—Consideremos un chorro de vapor y admitamos que tiene un escape constante en un canal de sección variable cuyas paredes son impermeables al calor, fig. 12, cada una de las partículas del vapor describe una trayectoria regular que llamaremos línea de flujo.

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 $AECH$ se escapa en $BDFG$.



Fig. 12

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 w_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 w_2 la velocidad, en este caso la energía cinética habrá pasado de:

$$\frac{m\,w_1^{\,2}}{2} \quad \text{a} \quad \frac{m\,w_2^{\,2}}{2}$$

y habrá variado por lo tanto, en la cantidad

$$\frac{P\,dt}{2\,g}\,(w_2^{\,2} - w_1^{\,2})$$

Consideremos el canal en el cual como hemos dicho, el peso elemental de vapor Pdt, 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 en los problemas de las turbinas de vapor 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''.... 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:

$$p_1 s_1 dl_1 + p' s' ld' + ... + p_n s_n dl_n$$

en las áreas bajas el trabajo estará dado por la suma

$$p' s' dl' + p'' s'' dl'' + ... + p_2 s_2 dl_2$$

que es negativa porque viene a ser la presión en sentido contrario; de manera, que si sumamos el trabajo hecho, las cantidades intermediarias desaparecen y la suma se convierte en

$$p_1 s_1 dl_1 - p_2 s_2 dl_2$$

que es el trabajo de las dos primeras.

Ahora, puesto que $dl_1 = w_1\, dt$ y $dl_2 = w_2\, dt$, se tiene sustituyendo estos valores

$$(p_1\, s_1\, w_1 - p_2\, s_2\, w_2)\, dt$$

Como hemos admitido que P es el gasto en kilogramos por segundo y que en el tiempo dt el peso elemental será $P dt$, de la ley de continuidad se saca

$$P = \frac{s_1\, w_1}{v_1} = \frac{s_2\, w_2}{v_2}$$

que nos dá

$$P v_1 = s_1\, w_1 \quad , \quad P v_2 = s_2\, w_2$$

y sustituyendo los valores de $s_1\, w_1$ y $s_2\, w_2$ en la expresión del trabajo se tiene:

$$P\, [p_1\, v_1 - p_2\, v_2]\, dt$$

Ahora la energía total W se compone de energía cinética y energía interna. La anterior gana en valor y se tiene:

$$d\, W = \tfrac{1}{2}\, dm.\ [w_2^2 - w_1^2]\ dt = \frac{P}{2g}\ dt\ [w_2^2 - w_1^2]$$

El trabajo de las presiones intermediarias tiende a generar la expansión del vapor o fluído, cuyo resultado es llevar el volumen específico v_1 al volumen v_2. La energía del peso elemental disminuye, por consiguiente, a causa del trabajo equivalente realizado.

Si se tiene en cuenta que el volumen del elemento $P dt$ es $P dt\, v$; el incremento en una distancia infinitamente pequeña será $P dt\, dv$, si la presión correspondiente es p, y el trabajo dado será $P p\, dl.\, dv$.

El trabajo completo de expansión $\tilde{c}_e$ cuando el volumen pasa de v_1 a v_2 será

$$d\, \tilde{c}_e = P\, dt \int_{v_1}^{v_2} p\ dv$$

La figura 13 nos muestra que la integral

$$\int_{v_1}^{v_2} p\, dv = \text{área } ABCD$$

Aplicando ahora el teorema de las potencias vivas a todas las influencias que obran sobre el fluído se puede escribir

$$\frac{P\, dt\, [w_2^2 - w_1^2]}{2g} = p_1\, s_1\, dl_1 - p_2\, s_2\, dl_2 + \int_{v_1}^{v_2} p\, dv.\, Pdt$$

y como sabemos que $s_1.\ dl_1$ fig. 12, es el volumen de la masa

$$AECH = P\, dt.\, v_1$$

y que $s_2\ dl_2$ es el volumen de la masa

$$BFGD = P\, dt.\, v_2$$

la expresión anterior se puede escribir

$$\frac{Pdt}{2g}\,(w_2^2 - w_1^2) = (p_1\, v_1 - p_2\, v_2)\, Pdt + Pdt \int_{v_1}^{v_2} p\, dv.$$

dividiendo esta ecuación por Pdt se tiene:

$$\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} = p_1\, v_1 - p_2\, v_2 + \int_{v_1}^{v_2} p\, dv$$

Esta ecuación está referida a la unidad de peso y puede fácilmente ser representada gráficamente.

Hemos visto que en la fig. 13 el área

$$ABCD = \int_{v_1}^{v_2} p\, dv$$

Por otra parte sumando al trabajo de expansión, que es el área $ABCD$, el producto $p_1\, v_1$ que está representado por el área $BAOFE$ y sustrayendo de la suma el producto $p_2\ v_2$ que es igual a $CDOF$ se tiene:

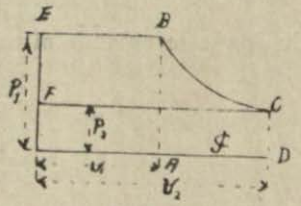


Fig. 13

$$ABCD+BAOE-CDOF=\int_{v_1}^{v_2} p\,dv+p_1\,v_1-p_2\,v_2=EBCF$$

Pero aquí se tiene entonces que esta área puede estar también representada por la suma de los elementos $v\,dp$, es decir que

$$EBCF=\int_{p_2}^{p_1} v\,dp$$

y por lo tanto:

$$\frac{w_2^2-w_1^2}{2g}=\int_{p_2}^{p_1} v\,dp$$

expresión en la cual debe notarse que el sentido de la integración es de signo negativo; pero puede emplearse trasponiendo los límites de la integral.

Si hacemos $w_2-w_1=w$ la fórmula general antes establecida sería

$$\frac{w_2}{2g}=\int_{p_2}^{p_1} v\,dp$$

Esta expresión viene a transformarse como sigue en el caso de una expansión adiabática, que como sabemos está caracterizada por la ley

$$p_o\,v_o^{\gamma}=p\,v^{\gamma}=Cte.$$

que se puede escribir

$$p_o^{\frac{1}{\gamma}}\,v_o=p^{\frac{1}{\gamma}}\,v$$

de donde despejando el valor de v

$$v=v_o\left(\frac{p_o}{p}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

sustituyendo este valor de v en la expresión de la energía se tiene

$$\frac{w_2}{2g} = \int_{p_2}^{p_1} v_o \left(\frac{p_o}{p_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}} dp = v_o p_o^{\frac{1}{\gamma}} \int p_1^{-\frac{1}{\gamma}} dp =$$

$$= p_o^{\frac{1}{\gamma}} v_o \left(\frac{p_2^{-\frac{1}{\gamma}+1} - p_1^{-\frac{1}{\gamma}+1}}{-\frac{1}{\gamma}+1} \right) =$$

$$p_o^{\frac{1}{\gamma}} v_o \left[\left[\frac{\gamma}{\gamma-1} \left(p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - p_1^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right) \right] \right]$$

si ahora multiplicamos los dos términos del paréntesis por $p_o^{\frac{1}{\gamma}}$ y multiplicamos y dividimos el segundo término por $p_o^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$, tendremos:

$$\frac{w^2}{2g} = p_o v_o \cdot \left[\frac{\gamma}{\gamma-1} \cdot \left(1 - \left[\frac{p_1}{p_o} \right]^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right) \right]$$

y puesto que

$$v_o = \left(\frac{p_1}{p_o} \right)^{\frac{1}{\gamma}} v_1$$

si hacemos la multiplicación por $p_o v_o$ en los dos términos del paréntesis se tiene:

$$\frac{w^1}{2g} = \frac{\gamma}{\gamma-1} (p_o v_o - p_1 v^1) \qquad (2)$$

Más adelante vamos a tener oportunidad de aplicar la fórmula (1) para hallar la velocidad del vapor.

Las fórmulas 1 y 2 que acabamos de deducir son las fórmulas de Saint-Venant y Wantzel.

Pasando del recalentamiento a la saturación, la integración debe dividirse en dos partes; en este caso la determinación gráfica del área $BCFE$ será de lo más simple. En cada caso el área de

trabajo es igual a la representación del trabajo necesario para acelerar la unidad de peso de vapor que escapa. En una palabra, sabemos que si un kilogramo de vapor se dilata en un cilindro desde el volumen EB hasta un volumen FC dá sobre el émbolo un trabajo representado por el diagrama $EBFC$; del mismo modo, durante el escape, la potencia viva de este fluído crece en una cantidad representada por el área del diagrama $EBCF$.

Si se tiene en cuenta la similitud entre la expresión integral

$$\frac{w_1^2 - w^2}{2g} = \int_{p_2}^{p_1} v\, dp$$

y la disminución o decremento de cabecera en hidráulica, podremos llamar al área de trabajo $CBEF$, que haremos L_o la *caída de cabecera* entre la presión p_1 y p_2. Si la velocidad inicial w_1 es completa o aproximadamente despreciable, como cuando sale de un recipiente muy ancho, entonces, como en hidráulica, se usa la fórmula simple

$$w = \sqrt{2\, g\, L_o}$$

De ahí que todas las pérdidas que se desprecian anteriormente a L_o, pueden ser llamadas más exactamente, *pérdida de nivel actual* o *de cabecera*.

16.—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 distintas 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 re-

ferencia, 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.

17.—Escape adiabático de los vapores saturados.—En la hipótesis de las paredes impermeables al calor, la línea de expansión BC del diagrama de la fig. 13 es una adiabática, cuya ecuación para el vapor de agua, es, según se sabe por Termodinámica

$$p\ v^{1.135} = Cte.$$

Por otra parte, la ecuación general de la Termodinámica que da la cantidad de calor total es

$$Q = U + \frac{p\ v}{E} \quad \text{o} \quad Q = U + A\ p\ v$$

en donde U es el calor interno, permite escribir:

$$dQ = dU + A\ p\ dv$$

Expresión que durante la expansión adiabática se hace

$$dQ = 0 \qquad dU + A\,p\,dv = 0 \quad \text{o} \quad dU = -A\,p\,dv$$

La ecuación de Zeuner

$$\frac{w^2 - w_1^2}{2g} = p_1 v_1 - p_2 v_2 + \int_{v_1}^{v_2} p\,dv$$

indicada precedentemente se convierte entonces en:

$$\frac{w^2 - w_1^2}{2g} = p_1 v_1 - p_2 v_2 - \frac{1}{A}\int_{\text{estado } v_1}^{\text{estado } v_2} dU$$

$$= p_1 v_1 - p_2 v_2 + \frac{1}{A}(U_1 - U_2)$$

$$= \left[p_1 v_1 + \frac{1}{A} U_1\right] - \left[p_2 v_2 + \frac{1}{A} U_2\right]$$

Pero se tiene para los vapores que su calor total de vaporización es:

$$\lambda_1 = U_1 + A\,p\,v$$

siendo λ el calor total de vaporización sobre cero; de donde

$$\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g} = \frac{1}{A}(\lambda_1 - \lambda_2)$$

Si la velocidad w_1 es nula delante de w_2, se tendrá:

$$w_2 = \sqrt{\frac{2g}{A}} \cdot \sqrt{\lambda_1 - \lambda_2}$$

$$w_2 = \sqrt{8500} \cdot \sqrt{\lambda_1 - \lambda_2} = 91{,}3 \sqrt{\lambda_1 - \lambda_2}$$

fórmula que da en metros la velocidad de escape de un vapor en función de sus calores totales de vaporización.

18.—Determinación de λ.—El calor total λ de un kilogramo de vapor saturado a 0° es, como se sabe, igual al calor q de calentamiento del agua, aumentado en el calor de vaporización.

Este calor de vaporización es igual a r para un kilogramo de vapor seco, y vale rx, cuando el vapor es húmedo y a título x, se tiene por consiguiente, de una manera general, $\lambda = q + xr$. De modo, pues, que para conocer λ se debe determinar x o sea el título.

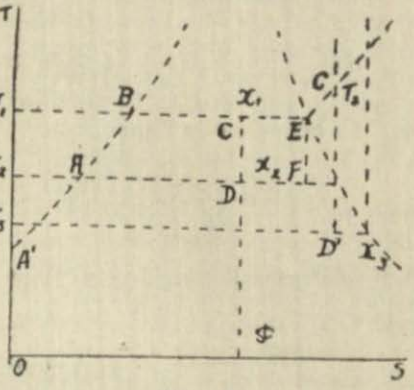


Fig. 14

19.—Determinación del título del vapor.—Como una aplicación podemos determinar el título x del vapor con ayuda del diagrama entrópico. Si la expansión es adiabática durante el escape, exige realizar el aislamiento térmico del tubo y la ausencia de frotamientos, para determinarlo nos guiaremos por la fig. 14, suponiendo que es la unidad de peso de vapor húmedo la que realiza semejante expansión y que su temperatura baje del valor T_1 al T_2; siendo además x_1 y x_2 los títulos respectivos del vapor antes y después de la transformación y r_1 y r_2 el calor latente de vaporización a una y otra temperatura.

Como la transformación que experimenta el vapor se supone que es adiabática, la variación de entropía será nula en todo instante y se podrá escribir que la diferencia de entropías es nula entre los dos estados considerados.

En efecto, cuando la temperatura es T_2 la entropía del vapor de agua, húmedo, de título x_2, está compuesto de dos partes, una que corresponde al calentamiento a presión constante dada por

$$\int_0^{T_1} \frac{dQ}{T} = \int_0^{T_1} C \frac{dT}{T}$$

siendo C el calor específico del agua a presión constante que como se sabe es uno; y la otra parte $\frac{x_1 r_1}{T_1}$ que representa la entropía de vaporización a la temperatura T_2; de modo que

$$S_1 = \int_0^{T_1} C \frac{dT}{T} + \frac{x_1 r_1}{T_1} = C\ log.\ nep.\ T_1 + \frac{x_1 r_1}{T_1}$$

Ahora, cuando la temperatura es T_2, la entropía es $S_1 = S_2$ y su valor es también

$$S_2 = \int_{o}^{T_2} C \frac{dT}{T} + \frac{x_2 r_2}{T_2} = C \, log. \, nep. \, T_2 + \frac{x_2 r_2}{T_2}$$

y puesto que $C = 1$ se puede escribir, por no haber variación de calor y ser $S_1 - S_2 = 0$ y cuando el vapor húmedo se dilata de C a D.

$$log. \, nep. \, T_1 + \frac{x_1 r_1}{T_1} = log. \, nep. \, T_2 + \frac{x_2 r_2}{T_2}$$

que permite calcular x_2, y en general el grado de humedad o título del vapor en cada instante de la transformación adiabática de donde:

$$x_2 = \frac{T_2}{r_2} \left[log. \, nep. \, \frac{T_1}{T_2} + \frac{x_1 r_1}{T_1} \right]$$

Cuando el valor de x_2 es menor que el correspondiente a x_1, durante la expansión que hemos supuesto adiabática, se produce una condensación.

De modo, pues, que según que x_2 sea mayor o menor que x_1, habrá en el primer caso vaporización y en el segundo condensación.

Hay que tener presente que no se debe indicar inmediatamente si en un caso como el que tratamos va a realizarse expansión o condensación, no, porque para ello sería preciso que todos los vapores fuesen lo mismo y que no variasen con la naturaleza del líquido y con la mezcla que constituye el vapor.

Sin embargo, en las condiciones del vapor de agua saturado, cuando su título 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 menor que x_1.

Si ahora consideramos el vapor como si fuese seco desde el principio, tendremos entonces que $x_1 = 1$ y el valor de x_2 será:

$$x_2 = \left[log. \, nep. \, \frac{T_1}{T_2} + \frac{r_1}{T_1} \right] \frac{T_2}{r_2} \quad \text{(expansión } EF\text{)}$$

Cuando se tiene que primitivamente el vapor ha sido recalentado; admitiendo que C es constante, se tiene

$$C \; log.\; nep. \; \frac{T_3}{T_1} + \frac{r_1}{T_1} + log.\; nep.\; T_1 =$$

$$= log.\; nep.\; T_3 + \frac{x_3 r_3}{T_3} \quad \text{(expansión } C'D')$$

$$x_3 = \left(C \; log.\; nep. \; \frac{T_3}{T_1} + \frac{r_1}{T_1} + log.\; nep. \; \frac{T_1}{T_3} \right) \frac{T_3}{r_3}$$

20.—Determinación por medio del diagrama entrópico de la pérdida de calor al realizar su expansión.—Vamos a examinar esto, que no es otra cosa que la diferencia de los calores de vaporización $\lambda_1 - \lambda_2$. Esta pérdida podemos querer hallarla en el caso del vapor húmedo cuando, como se ve en la fig. 14, ha realizado su expansión; y entonces estaría dada por el área $ABCD$, que como sabemos puede ser expresada por

$$ABCD = T_1 + x\, r_1 - x_2\, r_2 - T_2 =$$

$$= T_1 - T_2 + x_1\, r_1 - \left(log.\; nep. \; \frac{T_1}{T_2} + \frac{x_1 r_1}{T_1} \right) T_2 =$$

$$= T_1 - T_2 + \frac{x_1 r_1}{T_1} (T_1 - T_2) - log.\; nep. \; \frac{T_1}{T_2} \cdot T_2$$

$$= (T_1 - T_2) \left(1 + \frac{x_1 r_1}{T_1} \right) - log\; nep. \; \frac{T_1}{T_2} \cdot T_2$$

Del mismo modo, cuando la pérdida que se quiere hallar corresponde a la expansión del vapor recalentado desde el principio, $\lambda_1 - \lambda_2$ sería igual a una área tal como $A'B'C'D'$, lo que permite escribir:

$$\lambda_1 - \lambda_2 = T_1 + r_1 + C (T_3 - T_2) - T_2 - r_2 - C (T_3 - T_2)$$

Ahora cuando la cantidad de calor perdida corresponde al vapor recalentado después de la expansión, se tiene:

$$\lambda_1 - \lambda'_2 = T_1 + r_1 + C(T_3 - T_1) - T_3 - x_3 r_3$$

para el vapor húmedo después de la expansión, x_3 está dado por la ecuación del vapor primitivamente recalentado.

Puede notarse que el recalentamiento consiste en aumentar la temperatura del vapor saturado seco; entonces, cuando este vapor no contiene agua, sigue aproximadamente las leyes de Mariote y Gay-Lussac, lo que permite, como se sabe, un aumento de presión a volumen constante o un aumento de volumen a presión constante.

Este método último es el que se emplea industrialmente, permitiendo,que sin obtener grandes presiones,se pueda elevar la temperatura del vapor, la diferencia $T—T_0$ del ciclo y la cantidad de calor de un kilogramo de ese fluído; de modo que cuando C es constante, las líneas de calentamiento tales como EC' están expresadas por $C\,log.\,nep.\,\frac{T_1}{T_2}$; pero este resultado es solamente aproximado.

21.—Influencia del frotamiento.—Los ajustes y paletas de las turbinas presentan esta particularidad, que el trabajo de frotamiento no es convertido en pura pérdida;en ellas se transforma en calor y modifica la energía interna del fluído al mismo tiempo que puede producir trabajo.

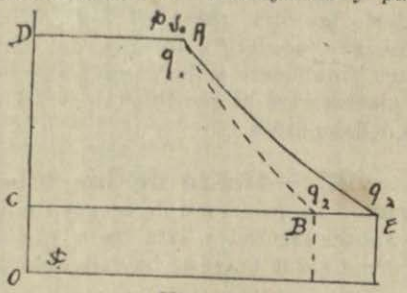


Fig. 15

Supongamos, desde luego, que un kilogramo de fluído en el estado p_1 v_1 se dilata adiabáticamente según AB, producirá un trabajo $\int dp\,v$ representado por $ABCD$.

Pero, al mismo tiempo que la expansión se acaba, admitamos que el trabajo de frotamiento se origina en las paletas. Este trabajo absorve una cierta cantidad de energía cinética del fluído, reduciendo la velocidad de este; pero le cede de nuevo una cierta cantidad de calorías.

La ley de la expansión no es adiabática, en el sentido propio de la palabra, porque el estado a que llega el fluído en E al fin de la expansión con frotamiento, difiere del estado B después de la expansión adiabática sin frotamiento. En otros términos el calor λ'_2 del fluído es más elevado. Por el contrario, su velocidad w_2 es menor.

Sea λ_1 el calor del vapor en A; λ_2 el calor del mismo fluído en B; y λ'_2 el que tiene en E; se tiene:

$$\lambda'_2 > \lambda_2 \qquad \text{y} \qquad \lambda_1 - \lambda_2 = A\left[\frac{w_2^2 - w_1^2}{2g}\right]$$

$$\lambda_1 - \lambda'_2 = A\left[\frac{w'^2_2 - w_1^2}{2g}\right]$$

de donde

$$\lambda'_2 - \lambda_2 = A\frac{(w_2^2 - w'^2_2)}{2g} = \textit{Trabajo de frotamiento}$$

El efecto del frotamiento ha sido suministrar al fluído una cantidad de calor representado por el área $ABCDE$ (fig. 16).

Parte de este calor es de nuevo transformado en energía cinética, la otra parte $BECD$ ha elevado la energía interna del fluído. Finalmente se ha ganado $\lambda'_2 - \lambda_2$ calorías y se ha perdido $(\lambda'_2 - \lambda_2)\,E$ kilogrametros.

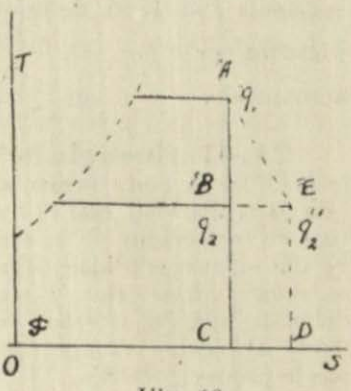


Fig. 16

22.—Gasto de las toberas.—La velocidad de escape de los vapores saturados está dada por la fórmula que antes se ha deducido

$$v = 91.3\sqrt{\lambda_0 - \lambda_1}$$

en la cual λ_0 y λ_1 son los calores totales $q + x\,r$ del fluído antes y después del ajuste. Debiendo tenerse en cuenta que esta fórmula no es suficiente para resolver la cuestión del escape.

Consideremos primero el caso de la tobera convergente representada al lado fig. 17, *cualquiera que sea la presión* que reine antes de esta tobera, *en la parte más estrangulada o cuello, la velocidad* del fluído permanece casi constante y su presión p_1 es los 0.58 de la presión p_0 hacia arriba de la tobera.

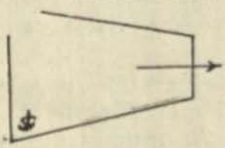


Fig. 17

Así para $p_0 = 12$ kgs, $p_1 = 7$ kgs. aproximadamente y $v = 450$ metros.

Esta velocidad responde bien a la fórmula

$$v = 91.3 \sqrt{\lambda_0 - \lambda_1}$$

donde λ_1 es el calor total después de la expansión de 12 a 7 kilogramos, pero con una tal tobera que la presión hacia abajo sea de 1 kg. el gasto de 0.kg 07 del vapor en kilogramo por segundo no cambia.

En otros términos, es la forma de la tobera que regula la caída $\lambda_0 - \lambda_1$ y por consiguiente, la velocidad del fluído en la sección extrangulada.

Este fenómeno hace que la velocidad del fluído en el cuello de la tobera esté dado por la fórmula:

$$w = 323 \sqrt{p_0 v_0}$$

con $g = 9.81$; γ = exponente de la ley de expansión $p v^{\gamma} = C$, y p_0 v_0 presión y volumen del fluído adelante de la tobera. Por otra parte $\sqrt{p v_0}$ es sensiblemente constante para un vapor saturado.

Hay que tener en cuenta que el gasto de las toberas convergentes es independiente de la presión de atrás; pero crece *con la presión p_0 de adelante* puesto que la presión en el cuello, igual a $0.58\ p_0$ regla la densidad del fluído en este punto.

Si ahora de la expresión (2) del § 15 despejamos el valor de la velocidad, se tiene:

$$w = \sqrt{\frac{2g\gamma}{\gamma-1}} \cdot \sqrt{p_0 v_0 \left[1 - \left(\frac{p_1}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]}$$

El gasto P en peso por una sección s donde la velocidad es w, el volumen específico del vapor v, y p la presión será:

$$P = \frac{s\,w}{v} = s \sqrt{\frac{2g\gamma}{\gamma-1}} \sqrt{\frac{p_0 v_0}{v^2} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]}$$

El gasto por unidad de sección será $\frac{P}{s}$, su máximun que co-

rresponde al del segundo radical caracteriza el gasto en la sección más extrangulada o cuello de la tobera.

Como $$v = \left(\frac{p_o}{p}\right)^{\frac{1}{\gamma}} v_o$$

se tiene entonces

$$v^2 = \left(\frac{p_o}{p}\right)^{\frac{2}{\gamma}} v_o^2$$

$$\sqrt{\frac{p_o v_o}{v^2}\left[1-\left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}\right]} = \sqrt{\frac{p_o}{v_o}\left[\left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{2}{\gamma}}-\left(\frac{p}{p_o}\right)\right]^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}}$$

El máximo valor del radical tiene lugar con el de

$$\left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{2}{\gamma}} - \left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}$$

y por consiguiente se tendrá

$$\frac{2}{\gamma}\left(\frac{\rho}{\rho_o}\right)^{\frac{2-\gamma}{\gamma}} - \frac{\gamma+1}{\gamma}\left(\frac{p}{p_o}\right)^{\frac{1}{\gamma}} = 0$$

cuando se toman las primeras derivadas

De donde: $\frac{p}{p_o} = \left[\frac{2}{\gamma+1}\right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ y $w = \sqrt{2g\,\frac{\gamma}{\gamma+1}\,p_o v_o}$

Si se adapta para γ el valor medio 1'135, se tendrá $\frac{p}{p_o} = 0.575$ y reemplazando este valor en el de la velocidad se tiene:

$$w = 323 \sqrt{p_o v_o} \quad \textit{en metros}$$

con p_o en kgs. por centímetro cuadrado, v_o en metros cúbicos (volumen de un kilogramo de vapor a p_o).

Así, la velocidad en el cuello de una tobera suministrando vapor cuyo estado inicial es $p_o = 14\ kgs.$ y $v_o = 0.14$ es igual a

$$w = 323 \times \sqrt{2} = 450\ \textit{metros aproximadamente.}$$

Otra expresión de la velocidad en el cuello de la tobera, es la siguiente:

$$w = \sqrt{2g \frac{\gamma}{\gamma+1}} \sqrt{p_o v_o},$$

reemplacemos $p_o v_o$ en función de $p v$, presión y volumen específico en el cuello mismo, de donde se tiene:

$$p v = p_o v_o \cdot \frac{2}{\gamma+1}$$

$$w = \sqrt{g \gamma p v}$$

Ahora, la Física muestra que esta fórmula es precisamente la que da la velocidad de propagación de una alteración sonora en un fluído en el estado $p v$, cuando en otra parte la alteración se hace siguiendo una ley de contracción y de expansión $p v^{\gamma} = Cte.$

De este modo *la velocidad del fluído en el cuello es igual a la velocidad de la conmoción sonora que se propagará en el fluído en el estado en que se encontraba en el cuello.*

Es al capitán Hugoniot al que se debe este descubrimiento notable de una importancia capital.

Antes de él, el francés Barré de Saint-Venant había determinado la constancia del gasto cualquiera que sea la presión hacia abajo cuando ésta es menor que los 0.6 de la presión hacia arriba. Hugoniot hizo la observación que la variación de presión hacia abajo se propagaba hacia arriba con la velocidad del sonido en el fluído; puesto que esta variación no afecta el gasto, habiendo bajo el punto de vista unitario igualdad entre la velocidad de propagación sonora y la de escape.

23.—Toberas divergentes.—Cuando una tobera convergente, desemboca en una cámara donde la presión constante es más débil que la que reina en su cuello, el vapor sufre instantáneamente una expansión susceptible de hacerlo adquirir un acrecentamiento de velocidad. Entonces, el trabajo de esta expansión, que se *opera en todas direcciones*, se gasta en torbellinos y remolinos que calientan nuevamente el fluído, cuya velocidad no aumenta. Si se desea aumentar la velocidad del vapor más allá de 450 metros, se debe emplear una tobera divergente que canalice el fluído. De esta manera como se ve en la fig. 18, el cuello que en la tobera es de diámetro d_m, se tiene:

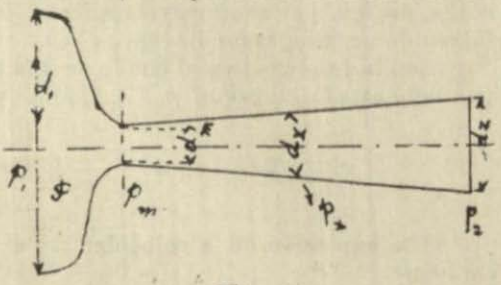


Fig. 18

$$p_m = p_1 \times 0.58$$

y

$$w = 450^m \text{ aproximadamente.}$$

El suministro o gasto es por consiguiente impuesto si se da la sección cuyo diámetro es d_m.

Por otra parte, suponiendo que la expansión se efectúe completamente de la sección d_1 a la sección d_2, dará lugar a una caída $\lambda_1 - \lambda_2$ y a una velocidad

$$w_2 = 91.3 \sqrt{\lambda_1 - \lambda_2}$$

La ecuación de d_2 estará por consiguiente determinada por la relación o *ecuación de continuidad* que nos dice que el gasto en la sección s_1 de diámetro d_1 es igual al gasto en d_2, o lo que es lo mismo

$$w_1 \times s_1 \times \delta_1 = w_2 \, s_2 \, \delta_2$$

de donde se puede despejar

$$s_2 = \frac{w_1 \, \delta_1 \, s_1}{w_2 \, \delta_2}$$

las densidades δ_1 y δ_2 del fluído se determinan sin trabajo.

Así en la hipótesis de la expansión adiabática, el diagrama entrópico da el título del fluído en las secciones en d_1 y d_2.

Estando dado el título se tiene:

$$\frac{1}{\delta} = x\, v \ (sensiblemente)$$

siendo δ la densidad, x el título y v el volumen relativo del kilogramo de vapor seco.

En el caso contrario se tendría que si el vapor,o de una manera general,cualquier fluído elástico,escapa a través de un orificio de un espacio de alta a otro de baja presión, la presión en el orificio debe disminuír, y se realiza que el chorro al salir del orificio produce fuertes vibraciones acústicas. Estas vibraciones causan pérdida de eficiencia debiendo hacer todo esfuerzo posible por evitarlas. Laval corrigió en mucho este defecto agregando al orificio una bocina divergente tal como la que hemos indicado,en la cual el vapor puede expandirse continuamente hasta la presión más baja que reina atrás.

La bocina o tubo de Laval que es de sección variable es una aplicación de la fórmula de Saint-Venant. Sin embargo las dimensiones de la bocina para una presión inicial p_1 a la final p_2 y la cantidad de peso de vapor por segundo es mejor hallarlas gráficamente.

En resumen en un ajuste cualquiera,con la condición sin embargo que la expansión sea adiabática y que se haga sin frotamientos, la velocidad de salida del fluído es igual a:

$$w_2 = \sqrt{\frac{2g}{A}(\lambda_1 - \lambda_2)} = 91.3\sqrt{\lambda_1 - \lambda_2}$$

siendo $\lambda_1 - \lambda_2$ la caída de calor.

Cuando se da w_2, si se conoce la sección de salida de la tobera, se encuentra fácilmente el gasto en peso porque el diagrama entrópico da el título del vapor expandido y permite determinar su volumen específico.

Entonces la parte extrangulada o cuello de la tobera goza de dos propiedades notables.

(*a*) En este sitio, la presión del vapor es igual a los 0.58 de la presión p de adelante, cualquiera que sea la presión de atrás, con la condición, sin embargo, que la presión de atrás sea ella misma inferior a $0.58p$.

(*b*) La velocidad del vapor es igual a la del sonido en el fluído en el estado considerado.

Estando dada por la fórmula:

$$w = \sqrt{g\,\gamma\,p\,v}$$

en la cual γ es el exponente de $p\,v^{\gamma} = Cte$ de la ley de expansión del vapor.

4º. Si se efectúa el producto $p\,v$ de la presión del fluído por su volumen específico se encuentra que la variación es bastante débil y que para los alejamientos considerables de presión (de dos a doce kilogramos aproximadamente), la velocidad w varía poco alrededor de 450 metros.

5º. Sin embargo, se debe notar, que apesar de la constancia práctica de esta velocidad, el gasto varía con la presión de adelante, porque a igualdad de velocidad y de sección el gasto en peso de vapor en la tobera aumenta con la densidad del fluído y que, esta misma, es una función de la presión $0.58p_o$ que reina en el cuello.

6º. A partir del cuello, es necesario un ensanche de la sección, en forma de capacidad cónica, si se desea transformar su velocidad toda la energía correspondiente a una caída de presión dada. Y para obtener este resultado, una misma sección final es necesaria cualquiera que sea la tobera cuyo cuello es dado.

Esta sección s es tal que

$$\frac{s\sqrt{\frac{2g}{A}(\lambda_1 - \lambda_2)}}{v} = \frac{s_1 \times 450}{v_1}$$

Siendo $\lambda_1 - \lambda_2$ la caída total posible entre la parte de adelante y la de atrás; s_1 la sección del cuello, v_1 el volumen específico del vapor a $0'58p$; s_2 sección terminal; y v_2 volumen específico en esta sección, es decir bajo la presión de abajo.

Los volúmenes específicos v_1 y v_2 corresponden a la expansión adiabática.

Observaciones.—1º. Cuando la parte troncocónica presenta una divergencia muy acentuada, la vena fluída sufre un apartamiento de las paredes y las condiciones de escape varían.

2º. Se encuentra todavía la velocidad de escape w en el cuello averiguando la caída de calorías $\lambda_1 - \lambda'_1$ entre las presiones p_1 y $0.58p_1$ y suponiendo desde luego una expansión adiabática.

$$w = \sqrt{\frac{2g}{A}(\lambda_1 - \lambda'_1)}$$

3º. Supongamos que se reduzca la sección s_2 de la tobera seccionándola en S_1; la expansión no podrá ser completa, porque suponiendo que se tenga en S_1, la presión p_1, la velocidad w_1 y el calor λ_1, el gasto en esta sección será menor que el del cuello. Concluyéndose que en S_1, se tendrá $\lambda'_1 > \lambda_1$ y por consiguiente $w'_1 < w_1$; $p'_1 > p_1$.

24.—Diagrama entrópico de M. Mollier.—Se debe a este físico una modificación del diagrama entrópico que presta los más grandes servicios en los cálculos de las turbinas.

Según este diagrama representado en el estado del fluído se relaciona a dos ejes coordenados que son el calor total $\lambda = q + x\,r$ y la entropía S medida en abcisas.

Una operación adiabática estará representada por una recta isentrópica paralela al eje de las λ.

Se deduce, inmediatamente del exámen de este diagrama:

1º. Que un vapor saturado seco, de título $x = 1$ a la presión de 10 kgs. posee un calor total:

$$\lambda_1 = 660 \text{ calorías}$$

2º. Que para la expansión adiabática hasta la presión $p_2 = 0.71$ este calor puede ceder por kilogramo:

$$660 - 497 = 163 \text{ calorías}$$

3º. Que después de la expansión, el título del vapor es 0.785 aproximadamente.

4º. Que el escape del vapor en una tobera divergente da al fluído una velocidad:

$$v = 91.8 \sqrt{163} = 1.155 \text{ metros}$$

Una escala conveniente da esta velocidad, cuando se relaciona la caída $\lambda_2 - \lambda$ medida sobre la adiabática.



Medición exacta de los alcances del torpedo

Por el Teniente F. S. Craven
U. S. N

Historia

El método de comprobar los alcances del torpedo, que vamos a describir, tiene las siguientes ventajas sobre cualquier otro método:

a) Es independiente de las señales de navegación que se colocan en las costas, es decir de las cartas.

b) El alcance completo se puede comprobar con el buque en un punto.

c) Las observaciones para comprobar el alcance completo se pueden tomar en 15 minutos.

d) El método es exacto dentro de las 10 yardas para alcances mayores de 4.000 yardas.

El método es completamente geométrico y puede ser usado en cualquier localidad.

Material requerido

Para usar el método con la mayor exactitud y facilidad se requiere:

a) Un buque cuya longitud de la línea de flotación se conozca.

b) Un bote pequeño para ocupar la boya extrema del alcance.

c) Tres sextantes de error instrumental conocido.

d) Un círculo azimutal con alidada graduado con *0* grados en la proa del buque. La posición de este círculo debe marcarse exactamente por una señal blanca colocada sobre el puente.

e) Un pito o sirena de buque.

Observadores

En una embarcación automóvil:
Observador *D.*—Con el mejor sextante.
„ *B.*—Con sextante.
Sobre el puente del buque:
Observador *A.*—Con sextante.
„ *C.*—Con el círculo de marcar y listo a maniobrar la sirena.

Estaciones

El bote pequeño se coloca en la boya final del alcance [boya de puntería]. Esto se hará lo mas exactamente posible. Si la boya está bien anclada se amarrará directamente a ella. El buque navega alejándose del bote según una dirección perpendicular próximamente al alcance hasta una distancia 950 a 1500 yardas, para y pone la proa sobre el alcance. Se coloca la alidada del círculo apuntando directamente por el través hacia el bote. El buque dá la señal de "atención" y maniobra de modo de visar el bote por la alidada sin variar mucho la posición del buque.

Señales

"Atención".—Golpe de pito.
"Hacer observaciones".—Una pitada larga.

"Hacer la siguiente observación en la boya No. . . . ." [indicar la boya a partir del bote por un número ordinal. estando numerada *0* la boya de puntería]. Una pitada larga seguida de varios golpes de pito que indiquen el número de la boya.

"Suspenda y regrese al buque".—Tres pitadas largas.

Observaciones

Cuando el buque ha llegado a la posición en que vise al bote por la alidada, distante cerca de 1.200 yardas, dá la señal de "Hacer observaciones. *A* esta señal se hará lo siguiente:

Observador *A*. mide el ángulo A. subtendido por la boya de puntería [No. 0] y la boya que se observe. Registrará este ángulo.

Observador *B*. medirá el ángulo B entre la boya que se observe y la alidada en el puente por su marca que indica la posición. Registrará este ángulo.

Observador *C* dá la señal de "Hacer observaciones" cuando el bote se vea por la alidada.

El observador *D*. mide lo mas exactamente que pueda el ángulo subtendido por la línea de flotación del buque y lo registrará. Usará el telescopio del sextante al hacer la observación.

Regístrese para cada observaeión los datos siguientes:

a) Fecha y hora.
b) Número de la observación.
c) La letra título del ángulo observado.
d) Valor de este ángulo.
e) Corrección instrumental del sextante.
f) Angulo corregido.
g) Boya de alcance que se ha comprobado por esa observación.
h) Nombre del observador.

En seguida quedará atento para la próxima observación. Tres deben ser las que se tomen para cada boya que diste alrededor de 2.000 yardas. El promedio de las tres

observaciones trabajadas independientemente será aceptado como resultado final.

Cálculos

I. — Línea de base

La línea de base (x) se calcula con el ángulo D y las características conocidas del buque. Para deducir la fórmula nos referiremos a la figura 1.

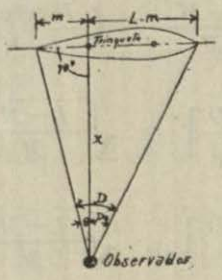


Fig. 1

L = Eslora entre perpendiculares del buque en piés.

M = Distancia del círculo a la perpendicular de proa, medida paralelamente a la quilla, en piés.

Tenemos:

$$x = M \cot g\, \theta = (L-M) \cot g\, (D-\theta) \text{ piés} \quad (a)$$

$$\cot g\, \theta = \frac{L-M}{M} \cot g\, (D-\theta) \quad (b)$$

Por Trigonometria:

$$\cot g\, (D-\theta) = \frac{\cot g\, \theta \cot g\, D+1}{\cot g\, \theta - \cot g\, D} \quad (c)$$

Entonces

$$\cot g\, \theta = \frac{(L-M)(\cot g\, \theta \cot g\, D+1)}{M(\cot g\, \theta - \cot g\, D)} \quad [d]$$

$$M \cot g^2 \theta - M \cot g \theta \cot g D = (L-M) \cot g \theta \cot g D + (L-M)$$

$$M \cot g^2 \theta + \cot g \theta \cot g D (-M - L + M) = L-M$$

$$M \cot g^2 \theta - \cot g \theta (L \cot g D) = L-M$$

$$\cot g^2 \theta - 2 \cot g \theta \left(\frac{L \cot g D}{2M}\right) = \frac{L-M}{M}$$

$$\cot g^2 \theta - 2 \cot g \theta \left(\frac{L \cot g D}{2M}\right) + \left(\frac{L \cot g D}{2M}\right)^2$$

$$= \frac{L-M}{M} + \left(\frac{L \cot g D}{2M}\right)^2$$

$$\cot g \theta - \left[\frac{L \cot g D}{2M}\right] = \sqrt{\frac{L-M}{M} + \left(\frac{L \cot g D}{2M}\right)^2}$$

$$\cot g \theta = \left[\frac{L \cot g D}{2M}\right] + \sqrt{\frac{L-M}{M} + \left(\frac{L \cot g D}{2M}\right)^2}$$

Haciendo

$$\frac{L \cot g D}{2M} = C \qquad (e)$$

y sustituyendo tenemos

$$\cot g \theta = C + \sqrt{\frac{L-M}{M} + C^2}$$

regresando a fórmula [a] se tiene:

$$x = M \cot g \theta \ pies \qquad (a)$$

luego

$$x = \frac{MC}{3} + \frac{M}{3}\sqrt{\frac{L-M}{M} + C^2} \ yardas \qquad (1)$$

Para un buque de las siguientes caracteristicas tendremos:

$$L = 300 \text{ pies}$$
$$M = 70 \text{ „}$$
$$C = \frac{300 \cot g\, D}{2 \times 70} = 2.143 \cot g\, D$$
$$C^2 = 4.59 \cot g^2 D$$

$$x = 50 \cot g\, D + 23.33 \sqrt{3.286 + 4.59 \cot g^2 D} \text{ yardas} \quad (2)$$

Esta fórmula se presta para construcción de una curva con los valores de x como abcisas y los valores del ángulo D como ordenadas.

II.—Posición de la boya

La posición de la boya que se observa se determina rápidamente resolviendo el triángulo de la figura 2.

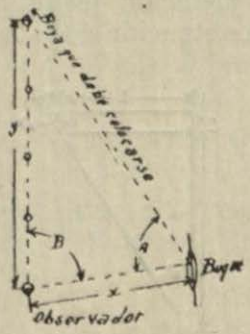


Fig. 2

Tenemos por Trigonometria

$$\frac{sen\, A}{sen\,(180 - (A+B))} = \frac{y}{x} \qquad [A]$$

y

$$sen\,(180 - (A+B)) = sen\,(A+B) \qquad (g)$$

entonces:

$$y = \frac{x \, sen \, A}{sen \, [A+B]} \qquad (3)$$

Exactitud

Al considerar el empleo de este método, un punto importante es su exactitud probable; esta exactitud depende de aquella con que se hayan observado los ángulos A y B y especialmente de la exactitud con que se haya medido la línea de base. [x], puesto que el error en ésta se haya multiplicando por el factor $\left(\frac{y}{x}\right)$ en sus efectos sobre la determinación del alcance (y . Consideraremos primero la línea de base (x)

I. — Línea de base

Esta se haya afectada por dos factores
a .–Error en la medición del ángulo D
b .–Error en la obtención de la longitud del buque L.

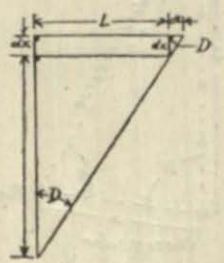


Fig. 3

Un método simple para considerar el error en el angulo D es obtener el error equivalente en L necesario para tener el mismo error en la línea de base x La figura 3 no es extrictamente exacta puesto que el triángulo de la línea de base no es rectángulo [veáse la figura 1], pero la suposición no influirá sobre la determinación práctica de los errores relativos de D y L.

En la figura se tiene:

L= longitud del buque
D= ángulo D
dD= error en la medición del ángulo D
dL= errores equivalentes en la longitud L
x= línea de base en yardas

Para obtener una relación debemos expresar dD en los mismos términos que dL [en piés]. El ángulo dD subtiende un pequeño arco de la circunferencia de círculo cuyo radio es x yardas $= 3x$ piés. La circunferencia es $2 \pi x$ yardas $= 6 \pi x$ piés, y un grado subtiende.

$$\frac{6 \pi x}{360} = \frac{\pi x}{60} \text{ piés} \qquad [h]$$

entonces:

$$dD \text{ (piés)} = \frac{\pi x dD^0}{60} \qquad (i)$$

Del pequeño triángulo de las diferenciales tenemos:

$$dL = dD \sec D \text{ (piés)} \qquad (j)$$

$$= \frac{\pi x \sec D^0 \, dD^0}{60}, \text{ en la cual } dD^0 = \text{error en el ángulo } D^0 \quad [k]$$

Determinemos el error en D^0 necesario para igualar un error en un pié de L. Es decir, hagamos $dL = 1$

Entonces:

$$1 = \frac{\pi x \sec D^0 \, dD^0}{60}$$

$$dD^0 = \frac{60}{\pi x \sec D^0} \text{ grados.}$$

$$= \frac{60 \times 60}{\pi x \sec D^0} \text{ minutos}$$

Usemos un valor de $D = 7^0\text{-}30'$. La substitución en la fórmula 1 nos da x = 761.9 yardas

$$\begin{array}{rl} \log. 60 = & 1.77815 \\ \log. 60 = & 1.77815 \\ \log. \text{sen } 7^{o}\text{-}30' = & 0.00373 \\ \hline & 3.56003 \\ & 3.37905 \\ \hline & 0.18098 = \log. 1.517 \text{ minutos} \\ & \underline{\quad 60} \\ & 91.020 \text{ segundos} = \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \log. 3.1416 = & 0.49715 \\ \log. 761.9 = & 2.88190 \\ \hline & 3.37905 \end{array}$$

(4) Error en el ángulo D equivalente a un error de 1 pié en L } 90 segundos

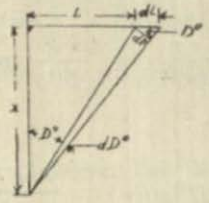


Fig. 4

Al considerar el efecto sobre, la línea de base x, de un error en L, tendremos sobre la fig. 4, en la cual dx = error en la línea de base ocasionado por un error dL en L:

$$dx = dL \ cotg \ D \qquad (3)$$

hagamos:

$$dL = 1 \text{ pié} \qquad y \qquad \text{ángulo } D = 7.5^{o}$$

luego:

$$dx = cotg\,(7^{o}\text{—}30')\ pies$$

$$= \frac{cotg\,(7^{o}\text{—}30')}{3} \ yardas$$

$$\begin{array}{rl} \log cotg\ 7^{o}\text{—}30' = & 0.88057 \\ \log 3 = & 0.47712 \\ \hline & 0.40345 = \log 2{,}532 \text{ yardas} \end{array}$$

Luego un error de 1 pié en L causará un error de 2,532 yardas en la línea de base x (5)

Recapitulando, veremos que será posible observar el ángulo D hasta los 30" usando el telescopio del sextante. Este error será pues equivalente a $\frac{30}{90} \times 1$ pié $= 0.333$ piés de error al determinar la longitud L. El actual error que resulte de determinar esta longitud por el cálculo, no debe exceder nunca de dos pulgadas originando un probable error, si ambos fueran en la misma dirección, de medio pie en la longitud L y, por consiguiente, 1.25 yardas en la línea de base x (6)

II. — Determinaciones finales

En el triángulo del alcance veáse fig. 2 el error producido en la determinación del alcance por un error (dx) en la línea de base (x), está de acuerdo con la relación

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x} \qquad (m)$$

$$dy = \frac{y}{x}\, dx$$

Consideremos el caso extremo de comprobar la boya de puntería (4000 yardas):

$$y = 4.000 \quad yardas$$
$$x = 761.9 \quad ,,$$
$$dx = 1.25 \quad ,,$$

Entonces:

$$dy = \frac{4.000 \times 1.25}{761.9} \qquad (n)$$

$$\log 4.000 = 3.60206$$
$$\log 1.25 = 0.09691$$
$$3.69897$$
$$\log 761.9 = 2.88190$$
$$0.81707 = \log 6{,}5625 \text{ yardas}$$

El máximo error en la determinación final, debido a la línea de base, es 6.5625 yardas.

Los ángulos A y B se prestan para su medición exacta rápida. El error en uno de ellos no excederá de 30". Desde que el ángulo B es aproximadamente 90°, es evidente que el error al observar el ángulo A no tendrá gran efecto. Si consideramos el error debido a los errores de ambos A y B como doble del debido A procederemos bien. La figura 5 indica un error de $dA°$ al medir el ángulo A y el error equivalente dx en la línea de base, x que produzca el mismo error en la determinación de y.

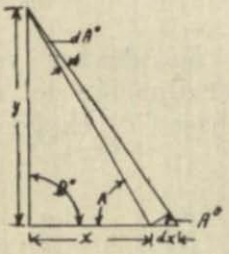


Fig. 5

$$dA = dx \; sen \; A \qquad (o)$$

$dA°$ = subtiende parte de una circunferencia cuya longitud es $2\pi k$ yardas. La parte subtendida por un grado es:

$$\frac{2\pi k}{360} = \frac{\pi k}{180} \; yardas$$

y la parte subtendida por

$$dA° = dA = \frac{\pi \beta \, dA°}{180} \qquad (p)$$

Para eliminar k, tenemos por trigonometría:

$$\frac{k}{x} = \frac{sen \; B}{sen \; (180 - A - B)} = \frac{sen \; B}{sen \; (A+B)} \qquad (q)$$

$$k = \frac{x \; sen \; B}{sen \; A+B}$$

$$dA = \frac{\pi\, x\, sen\, B\, dA^{o}}{180\, sen\, [A+B]} = dx\, sen\, A$$

$$dx = \frac{\pi\, x\, sen\, B\, dA^{o}}{180\, sen\, A\, sen\, [A+B]} \qquad (r)$$

Haciendo $dA^{o} = 30'' = \frac{1}{120}$ grados, y $x = 761.9$ yardas, tenemos:

$$dx = \frac{1 \times 761.9\, \pi\, sen\, B}{120 \times 180\, sen\, A\, sen\, [A+B]}$$

Haciendo $B = 80^{o}$ y sustituyendo en la fórmula 3 junto con los valores de x =761,9 é y=4000, obtenemos

$$\begin{array}{rr} A = 89^{o}-01' & A+B = 169^{o}-01' \\ log\ 120 = 2.07918 & log\ 761.9 = 2.88190 \\ log\ 180 = 2.25527 & log\ \pi = 0.49715 \\ log\ sen\ A = 9.99994 & log\ sen\ B = 9.99335 \\ log\ sen\ [A+B] = 9.27995 & 3.27240 \\ 3.61434 & 3.61434 \\ log\ dx = log\ 0.45505 = 9.65806 & \\ dx = 0.46\ de\ yarda & (s) \end{array}$$

Entonces el error equivalente, en la línea de base x, a un error de 30" en la observación del ángulo A, es 0,46 yardas. El doble de este es 0,9 yardas o sea el error total que puede resultar de los ángulos A y B. El efecto de 0,9 yardas de error en x, sobre la determinación final de y se determina rápidamente de las fórmulas 5 y 7 tal como sigue:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{6.5625}{2.5} \qquad (t)$$

$$dy = \frac{6.5625\, dx}{25} \Big\} dx = 0.9\ yardas$$

$$= \frac{6.5625 \times 09}{2.5}\ yardas.$$

$$\begin{aligned} \log 6.5625 &= 0.81707 \\ \log 0.9 &= 1.95424 \\ & \overline{0.77131} \\ \log 2.5 &= 0.39794 \\ & \overline{0.37337} = 2.3625 \text{ yardas} \end{aligned}$$

El error total causado por los errores al observar los ángulos A y B excederá pues de 2,4 yardas. (8)

Recapitulando tendremos:

Error causado por	(dx)	= 5.6 yardas	(7)
„ „ „	(dA^o) y (dB^o)	= 2.4 „	(8)
Error total por todas las causas		8.0 yardas	(9)

Debe notarse que estos errores existirán en cada serie de observaciones. Si tres series se han hecho por un grupo cualquiera de observadores, y cada una ha sido calculada separadamente, el promedio de sus resultados dará uno mas exacto dentro de las 10 yardas.

Por la traducción

J. R. A.



** Servicios prestados a los navegantes (1)

Servicios a la navegación (2)

Se espera que lo siguiente sea de interés y valor para los Oficiales que no han realizado servicios radiográficos.

Prácticamente todas estas informaciones son dadas con mayores detalles en la Reglamentación del Tráfico Comercial del Servicio de Comunicaciones Navales de los Estados Unidos, que es provista a todos los buques y estaciones radiográficas. Los Boletines de la Oficina Hidrográfica, dan también parte de estos detalles.

Los servicios prestados pueden dividirse en cinco partes principales:

1 — Señales de hora.
2 — Informaciones hidrográficas.
3 — Informaciones meteorológicas.
4 — Llamada de auxilio de buques.
5 — Informaciones de la Prensa.

** *Traducción del Alférez de Navío E. Jofré.*
(1) *Del Proceedings, U. S. N. Institute, abril de 1917.*
(2) *Por el Lieutenant (J. G.) B. V. Candlish, U. S. N.*

Para hacer estos servicios más eficientes, hay una íntima cooperación de los Observatorios Navales, Oficinas Hidrográficas, Departamento de Señales Meteorológicas, Servicio de Guarda Costas y Servicio de Comunicaciones Navales.

Los buques prestarán muy buenos servicios al Departamento de Señales Meteorológicas, cumpliendo cuidadosamente con el Art. I 1607 (2) Instrucciones Navales de los EE. UU. 1913, el cual prevee que los buques envíen las observaciones meteorológicas de mediodía al Weather Bureau, Departamento de Agricultura, Washington D. C. Estos mensajes son dados inmediatamente por telégrafo y se facilita por todos los medios su expedición.

Esta información es muy importante, pues ha habido veces que, con las observaciones con que se contaba, han sido insuficientes para hacer buenas predicciones; habiéndose hecho pedidos de informaciones a los buques por el Departamento de Señales Meteorológicas. Esta información difiere de la que debe darse a Oh (lugar del buque) a la estación radiográfica más próxima.

Hora de los tops

Nombre de la Estación	Longitud de onda	Hora a que es enviada
Arlington	2.500	Todos los días de 11,55 a. m. a mediodía, y de 9,55 p. m. a 10 p. m.—Hora patrón del meridiano 75.
Key West	1.500	Diariamente, de 11,55 a. m. a mediodía, del meridiano 75.
New Orleans	1.000	Diariamente, de 11,55 a. m. a mediodía, del meridiano 75.
North Head (1)	2.000	Diariamente, excepto los domingos y días de fiesta, de 11,55 a. m. a mediodía.—Hora patrón del meridiano 120.
Eureka	1.400	Lo mismo que N. Head.
San Diego	2.005	Lo mismo que N. Head.

Hora de los Tops—*Continuación*

San Francisco (1)	2.500	Todos los días de 11,55 a. m. a mediodía, y de 9,55 p. m. a 10 p. m.—Hora patrón del meridiano 120.
	4.800	No amortiguado.—A la misma hora que las señal. con 2.500 metros amortiguada.
Darién	4.000	No amortiguado.—Diariamente de 12,55 a 1 p. m. hora patrón del meridiano 75.
Point Arguello	750	Lo mismo que N. Head.
Great Lakes III	1.512	Diariamente, de 10,55 a. m. a 11 a. m., hora patrón del meridiano 90.

(1) *Se espera pronto cambiar algunas de las anteriores longitudes de onda, por las siguientes: Nort Head 2.800; Eureka 2.000; Point Arguello 1.512; San Diego 2.400 y San Francisco 2.400.*

Si por cualquier razón la estación de Arlington está fuera de servicio, las señales de hora serán dadas, con la misma longitud de onda, desde las estaciones radiográficas navales de Newport, New York, Norfolk y Charleston.

Las llaves-relais de las estaciones radiográficas, estan conectadas por telégrafo a un reloj en el Observatorio Naval de Washington, enviándose hora media del meridiano 75°. Para las estaciones que envían hora del meridiano 120°, las llaves-relais están conectadas a un reloj del Observatorio Naval de Mare Island, California. El retardo es usualmente de 0,02 de segundo para la estación de Key West. El error del top es usualmente menos de 0'1 de segundo. Estos tops han sido empleados para determinaciones de longitud precisas y puede confiarse en ellos a los efectos de la navegación.

Mare Island y Arlington tienen un mínimo error, porque ellos están conectados directamente a sus respectivos observatorios. El Observatorio Naval puede dar el error exacto del top de Arlignton para cualquier época, si él es utilizado para determinaciones precisas.

El top, es el mismo "tick" que ha sido usado en las líneas telegráficas.

Las señales son ejecutadas por el mismo mecanismo de transmisión en los observatorios.

Cinco minutos antes de mediodía y 10^h00 p. m., el reloj empieza a dar sus "tick" para cada segundo.—El 29^s no lo da, con lo cual se tiene una idea aproximada del error del cronómetro, continuando sus "tick" hasta 55^m55^s que cesa, para continuar a 56^m00^s.—El 29^s es dado nuevamente, continuando hasta el 56^m55^s que cesa, y sigue a los 57^m00^s.

El anterior procedimiento es repetido hasta 59^m50^s, en que se deja 10^s de intervalo, el cual es seguido por una raya larga, siendo el principio de ella que corresponde al instante de mediodía o 10^h00 p. m.

Informaciones hidrográficas y avisos de tormentas

Los avisos de tormentas e informaciones hidrográficas concernientes a peligros para la navegación, son esparcidas a varias horas.

La estación de Arlington transmite esas noticias dos veces diariamente, con 2.500 metros de longitud de onda, usándose un chispero de 100 kw., siendo enviadas a todas las estaciones inmediatamente después del top de mediodía y de 10^h00 p. m.

Por pedido de capitanes de buques que reciben personalmente en el receptor o que tienen operadores indiferentes, esos avisos son transmitidos muy despacio a razón de 12 palabras por minuto. Esta pequeña velocidad de transmisión, facilita a los buques que navegan en el Océano Atlántico y Mar Caribe a recibir dichos mensajes con atmósfera pesada.

Las copias de todos los despachos para la Oficina Hidrográfica de Washington que tratan de peligro para la navegación, son dados inmediatamente a todas las estaciones, los cuales los esparcen con un poder de 5 kw.

El Departamento de Señales Meteorológicas, también transmite avisos de tormentas a las estaciones de Ar-

lington. Otras estaciones tienen informaciones similares del Departamento de Señales Meteorológicas y oficinas hidrográficas locales. Estos informes y el recibo por Arlington, los cuales difieren, son esparcidos cuatro veces diariamente: a 8^h a. m.; mediodía; 4^h p. m. y 8^h p. m.–hora media local–con ondas de 600 y 1000 metros, siendo todos transmitidos inmediatamente de ser recibidos.

Mare Island hace lo mismo para las costas del Pacífico, que Arlington para las del Atlántico.

A menudo se reciben en el Departamento cartas que muestran la ayuda que presta a la navegación el servicio de comunicación naval. En varios casos, buques que debían zarpar, no lo hicieron; y otros que se encontraban en navegación, han tomado puerto, debido al servicio radiográfico de aviso de tormentas, escapando así de huracanes que han hundido a otros buques.

Informaciones meteorológicas

Todos los días, después de 10^h00 p. m., el Departamento de Señales Meteorológicas transmite un boletín muy completo, recopilado a 9^h30 p. m., para el Océano Atlántico y Grandes Lagos, con prediciones de tiempo para las siguientes 48 horas.

Estos Boletines usan letras para designar lugares, y numeros para las informaciones meteorológicas.

Ejemplo: (Unites St. Weather Bureau.)

U. S. W. B.—S 96465 T 91674 DB 94686 R 99866 C 01214
K 02622 P 03613 B 00065

Los primeros tres números representan la lectura del barómetro; el cuarto la dirección del viento, y el quinto la fuerza, de acuerdo con la escala de Beaufort.

Así, para Sydney, la presión era 29.64 pulgadas, viento S. W. y de fuerza 5.

Las demás iniciales significan: T, Nantucklet; DB, Delaware Break Water; R, Hatteras; C Charleston; K, Key-West; P, Pensacola y B Bermuda.

Números usados para representar la dirección del viento en el Boletín Meteorológico

N	1	S	5
N E	2	S W	6
E	3	W	7
S E	4	N W	8

La segunda parte del Boletín contiene quizá un aviso de tormenta.

Ejemplo:

Vientos jueves y viernes: En las costas del Atlántico Norte, viento fresco del Oeste disminuyendo; Atlántico medio, viento fresco del Oeste disminuyendo y variables; Atlántico Sur, moderado y variable; Golfo Este, Norte débil corriendo al Este; Golfo Oeste, sur moderado. Depresión en S. Lawrence Valley; presión 946 en Quebec; aviso de tormenta extendiéndose de Eastport a Nantucket.

El Boletín Meteorológico se envía diariamente, después de 10^{h} p. m., de San Francisco, North Head y San Diego, en la misma longitud de onda que las señales de hora.

Ejemplo:

U. S. W. B. S. F. Fith T 99661; NH 99212; E. 99011; SF 98464; SD 97482 Pacífico Norte omitido; Pacífico Central y Sur nublado o niebla; viento débil del N. W.

Los símbolos del Código son los mismos del Atlántico, excepto T., Tatoosh; NH., North Head; E., Eureka; SF., San Francisco y SD., San Diego.

El Océano se ha dividido en tres partes: Pacífico Norte, de Tatoosh a Cape Blanco; Pacífico Central, de Cape Blanco a Point Arguello; Pacífico Sur, de Point Arguello a San Diego.

Las estaciones radiográficas costeras repiten los avisos de tormentas, de Washington, North Head, San Francisco o San Diego, si no han sido recibidos. A 0^{h}, todos los días, las estaciones radiográficas navales, esparcen la predicción del tiempo local, como lo hace a 8^{h}00 a. m. el Departamento de Observaciones Meteorológicas.

Servicio de la prensa

Por intermedio del Servicio de Comunicaciones Navales, la Prensa Asociada remite, por cortesía, un boletín con noticias, todas las noches, a los barcos que navegan en el Atlántico y Pacífico.

La estación de Washington lo envía a 8h30 p. m. del meridiano 75°, con un poder de 100 kw. y 2.500 metros de longitud de onda.

Key West envía el mismo boletín a 8h00 p. m. del meridiano 90°, con onda de 1500 metros.

Las estaciones de San Francisco, a 2h00 a. m., y San Diego a 2h30 a. m., envían noticias de la Prensa Asociada.

Buques en peligro

El servicio de guardacostas, comprende el de estaciones salvavidas y buque guarda costas.

A lo largo de la costa de los EE. UU. hay ubicadas estaciones guardacostas. Ellas tienen su organización jurisdicional, y el superintendente es, generalmente, un oficial del servicio de guarda costas. Estos buques se comunican con las estaciones radiográficas navales y todos sus despachos son enviados, siempre que es posible, por la jurisdicción respectiva y el servicio de comunicaciones navales.

Las estaciones radiográficas navales, son informadas siempre de la posición de los buques guardacostas.

Si un vijía de guardia de costa descubre un buque en peligro, inmediatamente lo comunica al Superintendente local y a la más próxima estación radiográfica naval. Esta a su vez, lo comunica al buque guardacosta de su zona, quien acude inmediatamente en su auxilio.

En 1909, un schooner naufragó a mediodía, más o menos, afuera de la costa Sur de Long Island. El superintendente local comunicó inmediatamente a la estación radiográfica de Fire Island, justamente cuando el buque guardacostas entraba a Nueva York, escaso de carbón y víveres, despues de una dura semana en el mar, y no podía prestar auxilios hasta la noche. Los salvavidas no pudieron arrimarse al buque a causa de las rompientes, pero la tripu-

lación consiguió salir en un bote grande fuera de las rompientes.

El mecánico electricista encargado de la estación radiográfica—ex aprendiz—ideó un recurso, que sin duda fué lo que salvó a los naufragos. Dijo al Superintendente de guardacostas que mandara hacer una hoguera en la playa y tomarle marcación, frente a la cual estaba fondeado el bote con los naufragos; el oficial vió la posibilidad del plan y se envió el siguiente radiograma al buque guardacostas:

"Tripulación náufraga, fondeada en bote salvavidas al SSE de la hoguera."—Estación guardacostas.

Aquel acudió al lugar indicado, recogiendo sin demora a los náufragos.

El Secretario del Tesoro escribió una carta de agradecimiento por este hecho al Ministerio de Marina.

Hay muchos otros ejemplos, donde la cooperación de los servicios de guardacostas y estaciones radiográficas navales han salvado vidas y propiedades.

Ayuda a la navegación

El Ministerio de Marina ha establecido las estaciones radiográficas de Cape Cod, Mass y Fire Island N. Y., como "direction finder stations". La de Cape Cod está actualmente en servicio y se espera que pronto estará la de Fire Island que se encuetra en período experimental.

Al pontón-faro de Fire Island se le está dotando de un mecanismo "determinador de distancias", el cual utiliza la diferencia en velocidad del sonido en el agua y las señales radiográficas para determinar la distancia a que se encuentran los barcos al pontón-faro. Esto será de gran utilidad a los barcos que naveguen en las proximidades de New York con niebla.

Aparato para determinar la distancia a un pontón-faro en tiempo de niebla [1]

Lo siguiente fué facilitado por la División de máquinas del Ministerio de Marina de los EE. UU.

(1) *Del Proceedings, U. S. N. Institute, abril de 1917.*

Se invita a todos los buques que navegan en las proximidades de New York, a prestar atención a un transmisor combinado de señales submarinas y radiográficas instalado en Fire Island Light vessel, el cual determina al que recibe, su distancia al pontón-faro.

Llamada: L. N. S.

Situación Latitud = 40°28' 33" N.
Longitud = 73°11' 24" W.

Dicha estación fué puesta en servicio el 15 de enero de 1917.

Este aparato funcionará durante niebla, lluvia o chubasco de nieve.

El alcance del aparato está subordinado a la distancia a que se oyen las señales submarinas en los aparatos que se provee a los buques, siendo siempre dentro de las 6 o 7 millas.

La campana submarina da seis golpes, pausa, ocho golpes, y así cada 38 segundos, es decir:

6 golpes (10 segundos)
pausa (4 „)
8 golpes (14 „)
pausa (10 „)
Tiempo total 38 segundos

Un mecanismo de relojería en el pontón, opera de modo que, medio segundo después del primer golpe de la serie de seis, emite 15 puntos por radiografía, separados por un intervalo igual al que se requiere para que el sonido en el agua recorra media milla por segundo.

Desde que las ondas hertzianas se propagan con la velocidad de la luz, para pequeñas distancias, el tiempo de trasmisión puede despreciarse. Se requiere 8^s75 para para enviar los 15 puntos por radiografía.

Un barco que desee determinar su distancia al pontón-faro estando dentro del alcance de la campana submarina (6 o 7 millas), procederá en la siguiente forma:

Se estará listo para oir los seis golpes de campana, intervalo y ocho restantes; entonces, después de un silencio

de más o menos 10 segundos (dependientes de la distancia a que se encuentre el pontón-faro), se empezará a oirse los puntos radiográficos, contándose el número de estos hasta que el primer golpe de campana de los seis se oiga nuevamente. El número de puntos contados, da en medias millas la distancia del pontón-faro.

Ejemplos:

(a) Se ha recibido 11 puntos radiográficos antes del primer golpe de campana; la distancia es, pues, de $\frac{11}{2}$ o 5,5 millas.

(b) Se han recibido cuatro puntos, y el primer golpe de campana se percibe entre el 4.º y 5.º puntos; el total de estos recibidos es de 4 1|2; la distancia es 4 1|2 dividido por 2, o sea 2 1|4 millas.

El método más conveniente para recibir estas señales, es tener un teléfono conectado a la radiografía y otro al detector de la campana submarina y colocarse uno en cada oído.

Estas señales se harán con tiempo claro, a pedido radiográfico de cualquier buque.

Se solicita que todo buque que pase provisto con aparato de señales submarinas, se familiarice con ellos y comunique el resultado a la Oficina Hidrográfica.

La longitud de onda usada es de 400 metros para señales de distancia y de 600 para comunicaciones ordinarias.

Las guardias se han establecido en la siguiente forma:

1) — Contínua durante mal tiempo.

2) — En tiempo claro, los primeros 15 minutos cada cuatro horas, desde las 8 a. m. hasta las 9.15 p. m.

Aunque esta estación ha dado seguridad en las pruebas, estando en estado experimental, no debe confiarse mucho en ella, hasta que su valor se pruebe en el servicio.



Crónica Nacional

Clausura del año escolar en la "Escuela Naval"

El veintinueve del presente tuvo lugar la clausura del año escolar en la "Escuela Naval". Una indisposición del señor Presidente de la República le impidió que solemnizara, aun más, el acto con su presencia.

A las diez de la mañana llegaron al local de dicho plantel el señor Presidente del Gabinete Dr. D. Francisco Tudela y Varela, el Ministro del Ramo Coronel D. César de La Fuente, el señor Ministro de Gobierno Dr. D. Germán Arenas, el señor Ministro de Fomento D. Héctor Escardó, los Prefectos de Lima y Callao, el Jefe de Estado Mayor de Marina, siendo recibidos por el señor Director, Capitán de Navío D. Ernesto Caballero y Lastres y por todo el personal docente de la Escuela.

En esos momentos se hallaban ya reunidos en el amplio local de la Escuela los señores jefes y oficiales de los buques y de las distintas dependencias de la Armada, jefes y comisiones del Estado Mayor General del Ejército y de la "Escuela Militar", jefes y oficiales francos de la Artillería de Costa y de la Guarnición de Lima y muchos caballeros de la capital y de esta provincia que habían sido invitados especialmente a la ceremonia.

Inmediatamente después que llegaron los señores ministros pasaron todos los concurrentes al salón de actuaciones en donde el señor Director dió cuenta de la marcha del Instituto durante el año escolar proponiendo en su conceptuosa memoria una serie de reformas de una importancia trascendental para la Armada.

El conocimiento que tenemos de muchas marinas extrangeras, cuyas organizaciones, los que no las hemos palpado bien de cerca, las hemos estudiado debidamente, nos permite decir que el señor Capitán de Navío D. Ernesto Caballero y Lastres ha venido, en el importante documento que leyó en la ceremonia de que nos estamos ocupando, a cristalizar los anhelos de reforma que viven en todos los que deseamos el progreso de la Armada. Es por esto, que creemos que su iniciativa sobre la creación de un *Cuerpo Unico*, en el cual no exista diferencia en las funciones del oficial sino que en él estén todos capacitados en los conocimientos múltiples que exigen la dirección y manejo de los distintos elementos de que está compuesto un buque de guerra moderno, será de lo más provechosa. De este modo, en lo sucesivo, no habría distingo entre los oficiales de cubierta y los de máquina a bordo. La especialización no se realizaría en clases subalternas sino en las superiores, después de pasar por una Academia o Escuela Superior en la cual sigan a más de los cursos comunes a todos para el comando los correspondientes a la especialización que les corresponda.

La extensión de la memoria no nos permite darle total publicidad; pero vamos a ocuparnos de ella aunque sea someramente, a fin de que juzgue el país la labor que se ha realizado en este instituto, en orden a la formación de personal capacitado, científica y prácticamente, para nuestra marina de guerra y mercante, siguiendo desde luego, las orientaciones de países tan adelantados como son la Gran Bretaña, Estados Unidos de Norte América, Japón y otros del continente sudamericano.

Comienza la memoria haciendo constar que el año escolar principió el 5 de marzo, con 36 alumnos de la sección marina y 10 de la de ingenieros mecánicos y se ha

cerrado con 34 alumnos de marina y 9 de ingenieros, que han rendido examen.

Se ocupa de la práctica hecha por los alumnos de ingeniería mecánica en los vapores y factoría de la Compañía Peruana y en los gabinetes de la Escuela de ingenieros. Recomienda la revisión de los programas de los cursos; luego tributa un voto de estímulo a los profesores: primer ingeniero don Pedro Valladares, por sus cursos de "Motores de Combustión interna" publicado en la imprenta de la escuela, y de "Máquinas marinas"; al alférez de fragata don José R. Alzamora, por el de Balística exterior y práctica del tiro naval" y al ingeniero don Genaro M. Saavedra, por la preparación del nuevo curso de análisis de explosivos, anexo al gabinete de química, que se comenzará a dictar el año próximo.

En seguida se ocupa de la necesidad de crear un curso de navegación submarina; de la protección que ha dispensado el gobierno a sus iniciativas, para la adquisición de instrumentos profesionales, destinados al estudio sistemado de las temperaturas del agua de mar, mareas, observaciones metereológicas; de aparatos para los gabinetes de física y electricidad, y gran desarrollo del taller de mecánica y máquinas, que cuenta con dos grupos electrógenos y de las innovaciones en la sala de dibujo.

Trata de la inconveniencia de los exámenes mensuales, estableciendo en su remplazo el control, por el Director o Subdirector, de la capacidad de los alumnos; y, luego, dice que en los exámenes semestrales se ha alcanzado este resultado halagador; de 43 alumnos presentados, han sido aprobados 38, uno aplazado y cuatro desaprobados.

Recomienda la revisión del reglamento, para introducir reformas que aconseja la práctica; la prolongación del muelle de la escuela, con lo que se fomentarían las regatas; el establecimiento de un depósito modelo de torpedos, hoy que estan depositados en esa escuela los de los sumergibles, a fin de echar las bases de la escuela de mecánicos torpedistas y la construcción de un campo de tiro de guerra, para los alumnos.

Luego hace constar que el gobierno ha autorizado el

Dr. Julio J. Elías Murguía

gasto que importa el emplazamiento de ocho cañones y dos ametralladoras; que se ha terminado la construcción de un pabellón de madera; que se ha recogido y trasformado el aeroplano "Burga", en un hidro-avión, que es el primero con que cuenta la Escuadra; que se va a establecer el museo naval, comenzando por la colocación del palo de la corbeta "Unión", que fué llevado personalmente por el capitán de corbeta don Manuel I. Vegas a la Escuela; que se han recibido varios obsequios para el museo; que la Revista de Marina se publica con regularidad, mediante el apoyo que ha prestado el Ministro del Ramo; que el cuerpo de redacción ha cumplido sus labores con celo e interés; que los servicios de administración se han desarrollado normalmente; que el jefe del detall y el secretario, han llenado con corrección sus deberes; que de las economías de la escuela se ha invertido la suma de Lp. 352.4.70, en los gastos de clausura del año anterior, construcciones y otros trabajos de importancia y debidamente autorizados; que la biblioteca se ha enriquecido con buen número de obras profesionales y revistas del ramo, y que se han ejecutado trabajos diversos, para mejorar la condición del local.

Solicita el aumento del personal de empleados; menciona especialmente a la dotación del crucero "Coronel Bolognesi" por los servicios prestados en el montaje de los nuevos motores y la erección del palo de la "Unión"; recomienda la construcción de varios pabellones y el establecimiento de un observatorio astronómico, donde se podrá instalar además la estación de telegrafía inalámbrica del Callao, que debe ser entregada a la escuela, una vez que sea reemplazada por otra de mayor poder.

Trata en seguida de las iniciativas de gran trascendencia y que merecen maduro estudio y apoyo de parte del Gobierno, y que insertamos a continuación trascribiendo los siguientes acapites de la memoria:

"*Cuerpo único*— En el año 1908, cuando por vez primera desempeñé la Dirección de la escuela naval, que vuestro espíritu práctico y progresista estableció a bordo del trasporte "Iquitos", me dediqué con empeño a sacar par-

tido de los elementos con que contábamos, procurando que los alumnos adaptaran a la práctica los conocimien- que adquirían, esmerándome en ampliarlos en lo relativo a máquinas y obligando a los del último año al manejo de ellas en los diversos viajes que efectuábamos y durante los cuales se les adscribía a los ingenieros de servicio.

"Poseído desde entonces de la necesidad de que nuestros oficiales de marina obtuvieran la mayor suma de conocimientos mecánicos y de máquinas, en los diez años trascurridos mi convicción se ha fortalecido aún más, al extremo de que juzgo indispensable en la actualidad la transformación completa de los antiguos métodos de enseñanza y la creación de un Cuerpo Unico, compuesto de oficiales combatientes y de oficiales maquinistas que provengan del mismo origen, con la misma preparación técnica y científica, y con una capacidad profesional suficiente para permitir que el Gobierno los especialice al llegar a los puestos superiores.

"Esta reforma tiene su razón de ser en la evolución operada en el material moderno. La máquina ha substituído al hombre en todos los servicios de a bordo y tanto el oficial de un sumergible o de un hidro-avión como el que tiene a su cargo la torre de un dreadnought o una batería de cañones, están obligados a responder de una serie de mecanismos a vapor, hidráulicos, eléctricos y pneumáticos. Los motores a explosión, las calderas tubulares y la infinidad de nuevos aparatos cuya teoría debe ser perfectamente conocida, hacen que la experiencia entre por menos en el manejo de los mecanismos de a bordo y que el ingeniero maquinista actual sea también un hombre de ciencia.

"Por lo demás, el oficial de marina está obligado a estudiar y conocer en sus detalles los innumerables aparatos que maneja. No podría decirse con precisión donde terminan los conocimientos del oficial de marina de ahora ni donde comienzan los del ingeniero.

"La evolución que propongo no es una novedad. La formación del cuerpo único ha sido materia de detenido estudio en todos los países europeos; en Estados Unidos

se estableció antes que en Inglaterra y en el Japón; en el Brasil, Argentina y Chile se trabaja por llegar a idéntico resultado. Sus escuelas navales reciben importantes mejoras instalándose en ellas talleres, fundiciones, etc. En todas partes se tiene en cuenta que las unidades que se confían a los oficiales de marina son un conjunto de máquinas de cuya mayor o menor eficiencia dependerá en caso de un conflicto armado el éxito o el fracaso de la nación entera.

"Nuestro país está en condiciones para entrar de lleno a la resolución de este trascedental problema para la Armada, base primordial de la defensa nacional. Y me alienta a pedir esta reforma, señor presidente, vuestro acendrado patriotismo y el interés que siempre os mereció la marina de guerra. Debemos tener, también en cuenta, las enseñanzas que se desprenden del conflicto mundial que se desarrolla actualmente. Ellas nos dicen que nuestra flota futura debe estar formada por sumergibles e hidroaviones, elementos mas en armonía con nuestros recursos y con el extenso litoral que poseemos. Esos elementos requieren personal único y homogéneo, en el que todos los oficiales sean capaces de salvar las multiples dificultades y resolver los problemas que a diario se presentan en mecanismos tan delicados.

"Con poco esfuerzo puede instalarse en esta Escuela una pequeña fundición y un taller de herrería, esto unido al de mecánica, que con los nuevos motores que acaban de colocarse queda superior a los de sus similares en Sud America, nos pondrá en condiciones de acometer ventajosamente y con las seguridades de un buen resultado, la fusión de los dos cuerpos en uno solo.

"La creación del curso preparatorio en el año venidero permitirá obtener alumnos con sólida base para los estudios superiores y facilitará grandemente la reforma propuesta".

Escuela Superior de Marina

Las reformas que propongo traeran como consecuencia la supresión de algunos cursos del plan de estudios

actual, a fin de dar lugar a otra clase de ellos y disponer de tiempo para las prácticas de taller y a bordo del buque adscrito a la Escuela.

"Por otra parte, cada día se impone con más fuerza la creación de la Escuela Superior. Es necesario que nuestros oficiales de marina no den por terminada su carrera al egresar de la Escuela Naval. Debe obligárseles, desde cierta clase, a seguir cursos de seis a ocho meses. El mayor o menor aprovechamiento en ellos les daría preferencia para el ascenso. Al presente nada hay que estimule a los oficiales ni que les haga perseverar en el estudio.

"Las materias que cursarían en la Escuela Superior serían las de táctica, estrategia, historia de las guerras navales, juego de la guerra, derecho internacional marítimo, higiene naval, navegación submarina y cursos especiales de artillería, electricidad, torpedos y minas y de máquinas.

"La escuela a que me refiero puede funcionar en este mismo local y los cursos serían dictados por los actuales profesores de la Escuela Naval, a los cuales se les asignaría una pequeña gratificación.

"Con poco costo puede darse este gran paso que influirá de manera decisiva en el progreso de la institución y fomentará otros hábitos en nuestra inteligente oficialidad, a la que se abrirá nuevos horizontes".

Patrocina el establecimiento de cursos para pilotos y maquinistas mercantes, a fin de preparar personal nacional para nuestra marina mercante; pide que el cazatorpedero "Teniente Rodríguez" sea adscristo totalmente a la Escuela, para los ejercicios profesionales de los alumnos.

En seguida se procedió a la distribución de premios a los alumnos que a continuación se expresa:

Espada de honor y diploma al Alumno de Marina D. Ernesto Rodríguez y al de Ingenieros D. Augusto Hildebrandt y diplomas a los siguientes alumnos:

Sección Marina

Cuarto año..... D. Gustavo Cornejo
Tercer año..... „ Alejandro Arenas
Segundo año..... „ Fernando Sarmiento

Sección Ingenieros mecánicos

Cuarto año..... D. Miguel Vera
Tercer año..... „ Julio Contreras
Primer año..... „ Publio Rojas

Para terminar así:

"A vosotros jóvenes del último año que egresais de este plantel para tomar vuestro puesto en las filas de la Armada, os aconsejo para vuestro provecho la ayuda y el estímulo entre compañeros; los conocimientos de cada uno deben acrecentar los conocimientos de los demás, y viceversa. Tened siempre presente que servís a la Patria y que ella quiere que marchéis unidos como una sola fuerza, dispuesta a defenderla en todo tiempo. El egoísmo engendra la envidia, pasión doblemente condenable si se introduce en una institución como la Marina, porque entonces todo sacrificio resulta estéril, originando males desastrosos para la Patria, que estoy seguro se lo sabréis evitar en cualquiera situación.

"No olvidéis que la Escuela continúa para vosotros y que debéis, por el estudio constante, estar siempre en condiciones de adquirir con facilidad cualquiera teoría nueva de las que continuamente nos aportan las innovaciones del material.

"No olvidéis, tampoco, que la disciplina es la base del buen servicio. El que ha sabido obedecer llegará siempre a ser un excelente jefe. No se puede ser buen superior si se ha sido un mal subordinado.

"Vuestra natural ambición de ascender debe tener en cuenta que cuando se está arriba son muchas las responsabilidades y muchos los sacrificios; no debéis pensar en hacer lo que os gustaría, sino lo que estáis obligado a hacer".

Terminada la lectura de la memoria, el señor Ministro del Ramo pronunció el siguiente discurso:

Señor director:

La interesante memoria a que acabáis de dar lectura, demostrará al país la labor persistente realizada por e cuerpo directivo, para elevar al más alto nivel posible, dentro de la relatividad de nuestro medio, la educación profesional de los alumnos de esta Escuela; y pondrá de manifiesto, también, el apoyo amplio que el Gobierno ha prestado a todas vuestras iniciativas para introducir reformas en el plan de enseñanza, ensanchar el local y dotarlo de todos los elementos de aprendizaje. Estad seguro señor director de que este apoyo no os faltará en ningún instante para que sean realidad las mejoras que insinuáis.

No podemos olvidar, señores, que en los albores de la República, y hasta fecha no muy lejana, el poderío naval peruano, indiscutido en el Pacífico del sur, permitió pasear alegre y altivo, en los mástiles de nuestras naves, el pabellón nacional. Tampoco podemos olvidar, que en día fatal para las armas defensoras de la integridad del territorio, ese poderío se perdió en el naufragio de la "Independencia" en "Punta Gruesa" y con la heroica tragedia del "Huáscar", en Mejillones.

La visión gloriosa del monitor legendario y de la corbeta "Unión" persiste en todas las retinas; y el deseo de que nuevas naves de combate aseguren con sus cañones la inviolabilidad de nuestras costas y el pacífico desarrollo de nuestro comercio, vive en todos los corazones.

Mientras no estén unidos por rieles el centro de la república con sus fronteras del norte y sur, que acorten las distancias, el incremento progresivo de la marina, dentro de los recursos económicos del Estado, es de patriótica previsión.

Pero este incremento debe obedecer a un plan tranquilamente discutido y enérgicamente llevado a cabo dentro de un número fijo de años.

No necesitamos escuadra poderosa que suscite inquietudes; sólo nos hace falta una modesta, pero bien meditada; que garantice la estabilidad de la paz internacional.

Mientras esta obra pueda realizarse, precisa tener preparado el personal cuya suficiencia permita abrigar la

confianza que cada una de las naves que se les confía, dará el máximum de rendimiento eficaz.

Esta tarea, silenciosa y patriótica, tesonera y sin desfallecimiento, toca llevarla a cabo a usted, señor director, a los abnegados marinos que os secundan y a los profesores civiles que, tan entusiastamente, cumplen sus deberes de maestros.

Los jóvenes alumnos que, concluídos ya sus estudios profesionales van a incorporarse a los buques de la escuadra para empezar a sufrir la vida dura del marino, deben tener muy presentes las palabras de su director. Los alardes de sapiencia son propios de espíritus superficiales, el verdadero saber es modesto. Sed unidos, pues; sin la solidaridad los esfuerzos se dispersan sin provecho para nadie; y sobre todo, tened presente que es necesario estudiar siempre, estudiar mucho, única manera de creerse con derecho a aspirar a las altas jerarquías.

Queda clausurado el año escolar de 1917.



Bibliografía

Motores de Combustión Interna.—Nuestro compañero de Redacción 1er Ingeniero D. Pedro Valladares, con la laboriosidad y afan que le alienta en todo lo que se refiere al progreso de la Armada ha preparado un curso de "Motores de Combustión Interna" destinado a los alumnos de marina e ingenieros mecánicos de la "Escuela Naval". La forma en que desarrolla su trabajo es perfectamente didáctica, hace primero un estudio teórico, ocúpase luego de la clasificación de estas máquinas para terminar describiendo algunos de los muchos motores hoy en uso en la marina.

Si nos fijamos veremos cuan inmensa es la aplicación de esta clase de máquinas en todas las esferas de la actividad humana y es por esto que la obra del 1er. Ingeniero Sr. Valladares viene a llenar un vacío, mereciendo nuestra más sincera felicitación la cual nos permitimos ofrecerle desde estas columnas en nombre de la "Revista de Marina".

A. G. V.

Necrología

El 30 del presente falleció en este puerto el Oficial 1o. del Cuerpo Político señor D. Jorge S. Mendiola que se hallaba en la condición de retiro.

Era el extinto de aquella generación que en la Armada le cupo la suerte de concurrir a las gloriosas acciones de Abtao y 2 de Mayo.

Sirvió también el señor Mendiola en la Guerra con Chile.

Desde su separación de la Marina hacen muchos años, prestaba sus servicios a la Casa W. Grace Ca. en donde desempeñaba un alto puesto. Su caballerosidad y trato afable le hicieron acreedor del afecto de todos sus amigos, a quienes les ha sorprendido dolorosamente su fallecimiento.

La Redacción de la "Revista de Marina" cumple con el deber de ofrendar un recuerdo al compañero y amigo que descance en paz.

INDICE

Tomo I. Años 1916 y 1917.

Páginas

Año I **No. 1**

Nota editorial 1
Determinación de la latitud y de la hora sideral empleando el cronómetro y el astrolabio 3
Descomposición lenta de las celulosas nitradas 15
Los sumergibles y la guerra 24
Estudio de la evolución de la mezcla gaseosa en los motores de combustión interna 26
Comando de la tropa 39

No. 2

8 de Octubre 49
Determinación de la latitud y de la hora sideral (continuación) 52
Comando de la tropa (continuación) 66
Gran Estado Mayor Naval 76
Estudio de la evolución de la mezcla gaseosa (continuación) 96
Crónica Nacional 115
Necrología 119

No. 3

Determinación de la latitud y de la hora.... (continuación). 124

Moral militar 136
Algunas reflexiones sobre nuestra enseñanza profesional.... 144
Combustibles empleados en los motores de combustión interna 172

Año II No. 1

Determinación de la latitud y la hora sideral [continuación] 181
Cavitación 193
De nuestras necesidades 197
Algunas observaciones "triviales" referentes a Artillería.... 205
La marcación constante. Su teoría y aplicación 217
Máquinas frigoríficas y sus instalaciones a bordo 223
Crónica Nacional 237

No. 2

El nuevo Director a sus Camaradas de la Armada I
Servicios de Estado Mayor 239
Aguas territoriales 263
Máquinas frigoríficas y sus instalaciones a bordo [continuación] 281
De las distintas maneras como se realiza la ignición de la mezcla gaseosa en los motores de combustión interna..... 305
Crónica Nacional 315

No. 3

Determinación de la latitud y de la hora sideral [continuación] 317
Calibración 325
Sobre el empleo de la radiotelegrafía en el arreglo de los cronómetros y en la determinación de la longitud 343
Propulsión de las naves 363

No. 4

Editorial I
Concurso de la "Revista de Marina" II
Determinación de la latitud y de la hora sideral [continuación] 371
Propulsión de las naves [continuación] 379

Sobre el empleo de la radiotelegrafía.... [continuación] 399
Campañas navales de los años 1836-39 417
Astrolabio 438
Crónica Nacional 443
Necrología 452

No. 5

8 de Octubre 1
Operaciones navales 453
Sobre rectas de altura 475
Tetra-nitro-anilina 495
Algunas consideraciones sobre la manera como actúan las turbinas a vapor 508
Crónica Nacional 525
Concurso de la "Revista de Marina" 530

No. 6

Operaciones navales (continuación) 531
Algunas consideraciones sobre la manera como actúan las turbinas a vapor (continuación) 553
Medición exacta de los alcances del torpedo 576
Servicios prestados a los navegantes 589
Crónica Nacional 599
Bibliografía 609
Necrología 610

FIN

Rocca & Miller

CALLAO

Proveedores Maritimos

Motores Marinos Motores Fijos

Winches a gasolina

de la Standard Gas Engine Co. de San Francisco California

Carbon, Agua, Articulos navales

AGENTE DE ADUANA

Dirección Cablegráfica: - ROCAMILLER

CASILLA CORREO No 78

DISPONIBLE