

CARTILLA
DE
MAQUINAS DE VAPOR

62
Ag 1e

CARTILLA

DE

MÁQUINAS DE VAPOR

POR

D. EUGENIO AGACINO

JEFE DE LA ARMADA

(Tercera edición, corregida y notablemente aumentada)



168603

CÁDIZ

—

TIPOGRAFÍA GADITANA

1897

LIBRERIA DE MONTILLAS
Deposito en la Biblioteca
San Francisco 38
CÁDIZ

PRÒLOGO

Les meilleurs livres sont ceux
que ceux qui les lisent croient qu'
ils auraient pu faire.

La nature, qui seule est bonne,
est tout familière et commune.

(PASCAL.—*De l'art de persuader.*)

No son (según esta sentencia) los mejores libros, ni tampoco los que más beneficios prestan, aquellos en que la pompa del lenguaje solo sirve para ocultar la pobreza de la doctrina, ni aún los que tratando materias trascendentales las desarrollan por manera inasequible á las inteligencias comunes, sino más bien los que con llaneza, precisión y claridad exponen y popularizan las verdades fundamentales y las aplicaciones útiles que contribuyen al bienestar del hombre.

La obra que ahora afrece al público el Sr. Agacino es de este género: no puede presentarse con hábito más modesto, ni abrigar al parecer, pretensiones ménos elevadas. Pero también es modesta la espiga del trigo; y, sin embargo, suministra substancioso alimento tan adecuado á los estómagos débiles como á los más robustos.

El Sr. Agacino ha tenido ocasión de conocer cuán necesitado se halla nuestro país de obras elementales que, á semejanza de lo que en otras naciones ocurre, faciliten la educación industrial del obrero y le transformen de máquina animada en elemento activo de progreso, porque la experiencia enseña que éste, en muchos casos, ha dado pasos decisivos, gracias á las inesperadas y tenaces iniciativas de las clases más modestas del mundo científico.

Con tales convicciones y penetrado de que cuanto más se faciliten los estudios elementales, pero sólidos, tanto más agradables y provechosos se les hace, el Sr. Agacino ha dado á luz en los últimos años dos trataditos, uno de **Máquinas de vapor**, cuyas primera y segunda edición se agotó en brevísimo plazo, y otro de **Electricidad práctica**, libro ambos utilísimos, y que dentro de volumen reducido contienen cuanto es preciso para servir de cimiento á la educación teórico-práctica de los maquinistas navales, en la parte profesional que se relaciona con las materias sobre que versan aquella sobras.

Ambas han sido escritas tomando por norma en primer término, las necesidades de la Escuela fundada en Cádiz por la Compañía Trasatlántica para la preparación del numeroso personal que exige su flota de vapor; y por cierto que bajo la dirección del Sr. Agacino ha nacido y se ha desarrollado tan importante Estable-

cimiento, por cuya creación puede felicitarse, á la par que la Compañía, el mismo Sr. Agacino.

Más la actividad de éste no se concreta á buscar su natural expansión dentro de tan modesta aunque noble esfera. Con su palabra y sus escritos se le encuentra con frecuencia, ya abogando en pró de cuantas medidas tiendan á nacionalizar y desarrollar las industrias navales, ya ilustrando con sus estudios históricos, más de una vez premiados, las glorias patrias, ya proporcionando el hilo conductor con cuyo auxilio es fácil circular sin extraviarse por los innumerables senderos que cruzan el laberinto de nuestra legislación marítima.

Plácemes merece quien así utiliza su actividad, sobre todo cuando al hacerlo es forzoso callar mucho de lo que se sabe para decir no más que lo preciso y conveniente al fin propuesto, sacrificio que pareciendo á primera vista sencillo, entraña bastantes dificultades y es, sin embargo, uno de los caracteres distintivos de la obra cuya **tercera edición**, notablemente mejorada con numerosas adiciones, entrega al público el Sr. Agacino.

Gustavo Fernández.

INGENIERO NAVAL.

CARTILLA

DE

MÁQUINAS DE VAPOR

PRIMERA PARTE

Nociones de Física y Mecánica

1.—*Pregunta.*—¿Qué es un **cuerpo**?

Respuesta.—Todo lo que está sometido á la acción de la gravedad ó pesantéz: mejor dicho, todo lo que tiene peso.

2.—P.—¿Cómo se clasifican los cuerpos?

R.—Se nombran sólidos, líquidos y gaseosos.—Los **sólidos** cambian difícilmente de forma y volumen, ejemplo: el que presentan á las temperaturas ordinarias, las piedras, las maderas y todos los metales, menos el mercurio.—Los **líquidos**, cambian muy fácilmente de forma y con grandes dificultades de volumen, ejemplo: el agua, los aceites, los espíritus, los ácidos, etc.—Los **gaseosos**, cambian fácilmente de forma y su tendencia constante, es aumentar de volumen, ejemplo: el aire, el vapor de agua y todos los que se designan con el nombre de **gases** y **vapores** que están por tanto comprendidos en este estado.

La mayor parte de los cuerpos pueden presentarse

nos bajo los tres estados dichos, dependiendo esto de la temperatura á que se les someta, ejemplo: el agua á temperatura inferior de 0° del termómetro, **sólido**; si ésta crece, **líquido**; y si alcanza los 100 grados del termómetro centígrado, empieza la ebullición y con ella la producción del vapor, en cuyo **gas** se transforma.

Hay sin embargo, algunos cuerpos, que sin el intermedio del estado líquido, pasan del sólido al gaseoso, ejemplo: el alcanfor y la mayor parte de las sustancias olorosas.

Los líquidos y gases se denominan también **fluidos**. Los primeros generalmente se les nombra **fluidos incomprensibles**, y los gases, **fluidos elásticos**.

3.—P.—¿Cómo se suponen formados los cuerpos?

R.—Para explicar todos los fenómenos que con los cuerpos se relacionan, se admite están formados de partes infinitamente pequeñas, llamadas **moléculas**, designando por **poros** los huecos ó intersticios que entre ellas resultan. La tendencia de las moléculas es, aproximarse las unas sobre las otras; á esta propiedad se le dá el nombre de **cohesión**: por el contrario las moléculas son separadas por el **calor** ú otra causa parecida.

Así vemos: que cuando la cohesión predomina, los cuerpos afectan el estado **sólido**; si la cohesión y el calor se equilibran, el estado **líquido**; y últimamente, si la acción revulsiva del calor es muy superior á la otra, el **gaseoso**,

4.—P.—¿Qué es **fuerza**?

R.—Una causa extraña cualquiera, capaz de producir un movimiento, modificarlo ó destruirlo.

Es cualidad inherente á la materia y á los cuerpos

por ella formados, la negación que los caracteriza para por sí propios animarse, detenerse si en movilidad se encuentran, ó modificar su estado. Esta propiedad negativa, llámase **inercia**: puede definirse con toda claridad diciendo, es la ineptitud de la materia para pasar por sí sola del estado de reposo al de movimiento ó al contrario.

Lo completamente opuesto á la inercia, es la fuerza.

Ejemplos: si un bote parado arranca de pronto, los cuerpos de los tripulantes se inclinan á popa; si por el contrario, estando en marcha es bruscamente detenido, los cuerpos ván hácia proa. Si un caballo parado parte bruscamente, lo más fácil es venga el jinete al suelo y hácia atrás; si en rápida carrera es detenido, la caída será hácia adelante.—Para poner en movimiento una rueda ó volante de gran peso, se necesita un esfuerzo: en cambio, una vez adquirido el movimiento, se requiere otra fuerza análoga para detenerlo.

La resistencia que hay que vencer para que el volante pase del estado de reposo al de movimiento ó viceversa, es la inercia: el agente que para ello se emplea, la fuerza.

5.—P.—¿Cuáles son las diferentes manifestaciones de la fuerza?

R.—La **atracción universal**, que toma el nombre de **gravedad** ó pesantez cuando se ejerce entre la tierra y los cuerpos situados en su superficie ó á ella próximos; su efecto particular sobre cada cuerpo, es llamado el **peso** de este cuerpo y se valúa en kilogramos: de **cohesión**, cuando se ejerce entre las moléculas de los cuerpos; se le llama también en este caso, **acción, atrac-**

ción ó fuerza molecular y también **elasticidad**.

La gravedad atrae hácia el centro de la tierra todos los cuerpos; determina la caída de las aguas y las corrientes de aire ó vientos que tan importante papel juegan en la industria de la navegación.

La cohesión se opone á las otras manifestaciones de fuerza que tienden á deformar los cuerpos sólidos; y si ellos son elásticos, les hace adquirir la forma primitiva tan luego cesa la causa que produjo la deformación.

El **calor**, que aumenta el volumen de los cuerpos, los hace relativamente más ligeros, los convierte en vapor, y por estos diferentes efectos permite la continuidad en la producción de lluvias y vientos: también se utiliza en las máquinas para producción del vapor por el intermedio del agua. La **fuerza eléctrica** utilizada en la telegrafía y algunas máquinas de precisión. La **fuerza magnética**, puesta de manifiesto en la brújula. La **fuerza muscular** de los hombres y animales.

Todas estas manifestaciones de la fuerza se llaman **fuerzas motrices** ó simplemente **motores**, distinguiéndose los últimos con la denominación de **motores animados**.

El mayor esfuerzo que puede ejercer un hombre tirando ó empujando horizontalmente, es de 50 á 60 kilogramos. Y el que es capaz con los dos brazos, llega hasta 80.

El mayor peso que puede soportar es de 150 kilogramos y el máximo en un instante, de 450. Lo que puede levantar varía entre 200 y 300.

La máxima velocidad de su carrera solo soportable por algunos instantes, es de 13 m. por segundo; la de

marcha, 2 en el mismo tiempo; y el paso de camino 1,60.

La fuerza media de las mujeres es igual á la de un adulto de 15 á 16 años y á lo más los $\frac{2}{3}$ de la del hombre.

6.—P.—¿Qué se entiende por **trabajo mecánico**?

R.—Siempre que la causa general que hemos convenido en llamar **fuerza**, se emplea útilmente en la industria en cualquiera de las manifestaciones anteriormente explicadas, produce dos efectos: 1.º una **presión** ó **tracción** destinada á vencer una resistencia; 2.º un movimiento del cuerpo que esta resistencia presenta. Este doble efecto es á lo que se llama trabajo mecánico, conviniendo acostumbrar la imaginación á la idea, de que la palabra trabajo envuelve en sí siempre el doble concepto de fuerza y movimiento.

7.—P.—¿Cómo se determina una fuerza?

R.—Por su **punto de aplicación**, por su **dirección** y por su **intensidad**. Más claro: por el punto sobre que obra; por la recta, según la cual tiende á moverse el punto, y por la magnitud ó valor, referido á otra tomada por unidad.

Ejemplo: un bote atraviesa un canal mediante un cabo ó cuerda que amarrado en su proa llevan desde la orilla opuesta algunos marineros.

El punto de aplicación, será el de amarre; la dirección, aquella en que la tracción se efectúa; y para apreciar la intensidad, necesario será comparar el esfuerzo empleado con la unidad adoptada para medirlas.

Se comparan las fuerzas con los pesos de los cuerpos, y se ha tomado como término de comparación ó unidad de fuerza, el kilogramo; es decir, el esfuerzo desarrollado sobre un cuerpo por un peso de un kilo-

gramo (un decímetro cúbico de agua destilada á la temperatura de 4° centígrado) y que como sabemos, tiende á llevarlo al centro de la tierra.

Podemos, pues, decir, que medir una fuerza es buscar su intensidad; ó todavía mejor, hallar cuantas veces contiene á la otra fuerza que se toma como unidad.

Ejemplo: un hombre H (*fig. 1*) comunica á un cuerpo A que atrae hácia sí horizontalmente, el mismo movimiento que un peso P de 80 kilogramos que actuase sobre este cuerpo por el intermedio de una polea.

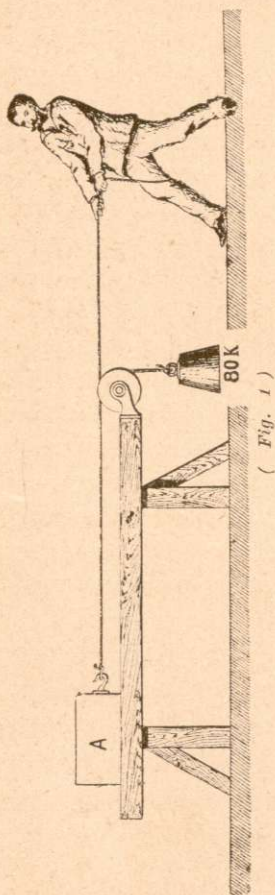
El esfuerzo desarrollado por este hombre representará una intensidad de 80 kilogramos.

8.—P.—¿Cómo se mide la magnitud de una fuerza?

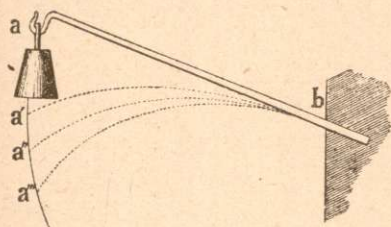
R.—Con la ayuda de los **Dinámómetros.**

Estos son instrumentos formados de uno ó varios resortes de acero, que se encurvan

más ó menos bajo la acción de la fuerza que se quiere medir y han sido de antemano sometidos á soportar



pesos conocidos, á fin de poder graduarlos. Los dinamómetros son de diversas clases y con graduaciones muy



(Fig. 2)

distintas. Daremos idea de uno de los más sencillos. (*Figura 2.*)

Un resorte horizontal *b a* está fijado en *b*; una curvatura en forma de gancho permite suspender en el punto *a* diferentes pesos: bajo la acción de estos pesos conocidos, el resorte toma las diferentes formas *b a'*, *b a''*, *b a'''*. Estos puntos *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, podrán ser marcados en un cuadrante ó sector, y toda fuerza que en las mismas condiciones produzca idéntico efecto, será igual á la que ha dado la curva trazada ó inscrita sobre el cuadrante.

Todos los Dinamómetros fundados en los resortes, tienen el inconveniente de que éstos ván perdiendo su elasticidad con el uso, y llegan, por último, á errores muy grandes.

De las consideraciones apuntadas se infiere, que dos fuerzas son consideradas como iguales, cuando son capaces de producir igual flexión en el Dinamómetro. En general, dos fuerzas cualesquiera están en la relación de $\frac{m}{n}$, si los dos pesos que producen la misma flexión que ellas, están en la relación de $\frac{m}{n}$.

Q.—P.—¿Cuál es la unidad de **trabajo mecánico**?

R.—Es el **Kilográmetro**: trabajo necesario para elevar un kilogramo á un metro de altura, ó más general-

mente, para vencer una resistencia de 1 kg. y conducirlo 1 m. en la dirección de la fuerza.

10.—P.—¿Cómo se mide un cierto trabajo mecánico?

R.—Se determina el número de kilogramos de la fuerza que se emplea y el número de metros recorridos por el punto de aplicación de la misma: el producto de estas cantidades numéricas dará el trabajo mecánico expresado en kilogrametros; pero si la fuerza no se utiliza en la misma dirección en que se aplica ó comunica al punto de aplicación, entonces el producto anteriormente obtenido hay necesidad de multiplicarlo por el coseno del ángulo que estas dos direcciones forman.

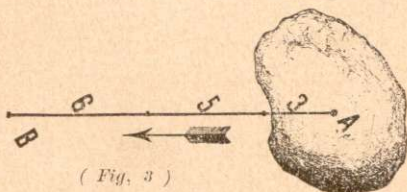
Ejemplo: Un vapor vá remolcando otro: el dinamómetro que se coloca sobre el remolque indica 2.000 kilogramos; cuando ambos buques hayan recorrido 100 metros, el trabajo producido por el remolcador, siguiendo la dirección del remolque, será $2.000 \times 100 = 200.000$ kilogrametros. Pero si el remolcador no sigue la dirección exacta del remolque, sino que con ella forma un ángulo de 40° , por ejemplo, el trabajo mecánico será de 200.000 kilogrametros $\times$ coseno 30° .

11.—P.—Exponer algunas ideas sobre los **sistemas de fuerzas**.

R.—Debemos considerar los siguientes casos:

a). — *Fuerzas que obran en una misma dirección.*

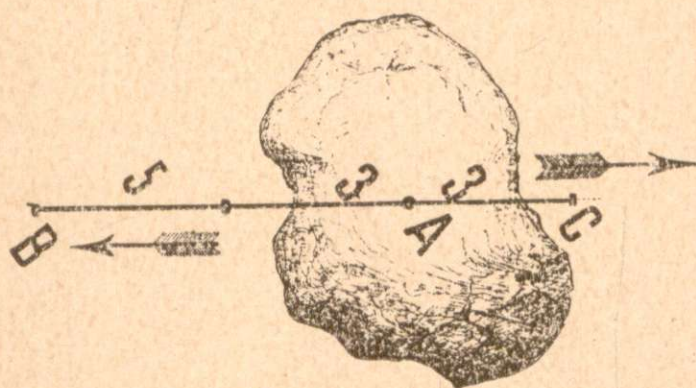
El cuerpo representado por la fig. 3, está some-



(Fig. 3)

tido á la acción de tres fuerzas, cuyos valores son 3, 5 y 6 kilogramos respectivamente. Todas aplicadas al punto A y obrando en la misma dirección A B. La resultante de estas fuerzas es una igual á la suma y actuando en el mismo sentido. Es decir, que en el caso considerado, las tres componentes dadas equivalen á una de 14 kilogramos, obrando en el sentido indicado por la flecha.

b).—*Fuerzas que obran en direcciones opuestas.*



(Fig. 4)

El cuerpo representado por la fig. 4 está sometido á la acción de tres fuerzas. Dos de 3 y 5 kilogramos en el sentido A B y una de 3 kilogramos en el de A C.

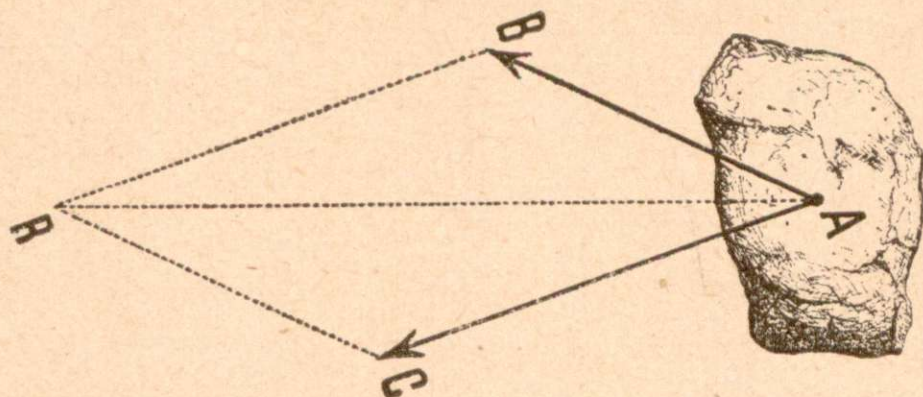
Las dos de 3 en opuesto sentido se anulan, y solo queda la de 5 en la dirección A B.

De lo expuesto se deduce, que para componer muchas fuerzas que obran en un punto pero en sentido contrario, se hace preciso sumar las que obran en el mismo sentido, restar la menor de las sumas de la mayor y la diferencia representa la resultante.

c).—*Dos fuerzas aplicadas á un punto en diversas direcciones.*

Si dos A B y A C están aplicadas en un punto A de un cuerpo y en direcciones distintas, conforme se manifiesta en la fig. 5, la resultante de ambas estará representada en magnitud y dirección por la diagonal del paralelogramo construido sobre dichas fuerzas.

d).—*Varias fuerzas aplicadas á un punto en diversas direcciones.*



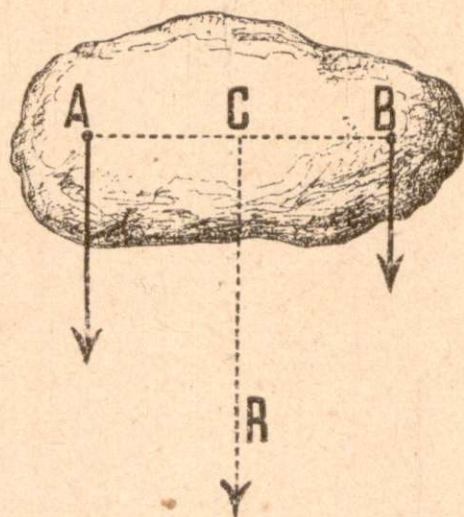
(Fig. 5)

Si en lugar de dos solamente fuesen varias las fuerzas consideradas, obtendríamos la resul-

tante de todas ellas, determinando primero la de dos cualesquiera, después la de esta resultante hallada y la tercera, y así sucesivamente. La última obtenida será la buscada.

e).—*Dos fuerzas paralelas.*

La resultante de dos fuerzas paralelas A y B y en el mismo sentido aplicadas á dos puntos de un cuerpo (fig. 6), es igual á su suma y dirigida en un plano paralelamente á cada una de ellas y en el mismo sentido: además, las distancias C B y C A, medidas sobre las perpendiculares bajadas desde el punto de aplicación de esta resultante á las direcciones de las dos fuerzas, son inversamente proporcionales á las magnitudes de ellas.

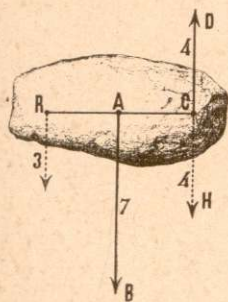


(Fig. 6)

La resultante R (fig. 7) de dos fuerzas paralelas y en sentido contrario, A B de 7 kilogramos y C D de 4, se busca del siguiente modo:

Se supone que la fuerza A B es la resultante de dos fuerzas C H y R de 4 y 3 kilogramos respectiva-

mente, en la forma, magnitud y dirección que la figura señala. Como las fuerzas DC y CH iguales y contrarias se anulan en el sistema considerado, solo queda la R, que es la resultante buscada.



(Fig. 7)

Dicho se está, que si las dos fuerzas propuestas fuesen paralelas, iguales y de contraria dirección, no tendrían resultante.

f).— *Varias fuerzas paralelas.*

La resultante de muchas fuerzas paralelas obrando unas en un sentido y otras en el contrario, se determina hallando primero la resultante de cada grupo por el procedimiento de ir las considerando dos á dos. Así llegamos á obtener la resultante de las que obran en un sentido y la de las que lo efectúan en el contrario. Queda, pues, el problema reducido en último término, á la composición de dos fuerzas paralelas y en sentido contrario, cuya solución no puede por su sencillez ofrecer duda alguna.

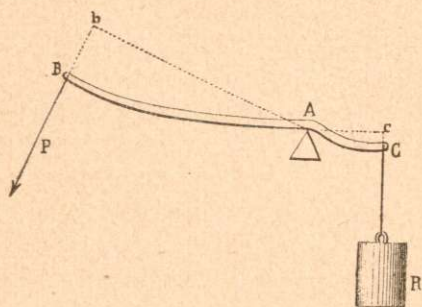
12. — P.—¿Qué se entiende por **palanca**?

R.—Una barra de cualquier forma en libertad de girar alrededor de un punto fijo llamado **punto de aplicación**.

Una palanca está ordinariamente solicitada por dos fuerzas situadas en el mismo plano. La que tiende á producir el movimiento se llama **potencia**, para distinguirla de la que por el contrario se opone á él y es nombrada **resistencia**.

En la palanca se distinguen tres géneros, ó por me-

jor decir, hay tres géneros de palanca. En la *palanca*



(Fig. 8)

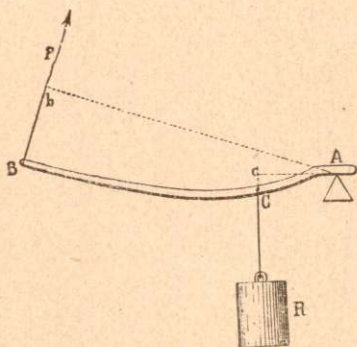
de primer género (fig. 8), el punto de apoyo A está situado entre la potencia P y la resistencia R.

Los balancines en las máquinas de vapor; las balanzas ordinarias y romanas; los

espeques ó barras, utilizados para levantar ó mover pesos considerables, si el punto de apoyo queda entre la potencia y resistencia, ejemplos son de las palancas de esta especie.

En la de *segundo género* (fig. 9), la resistencia R está colocada entre el punto de apoyo A y la potencia P.

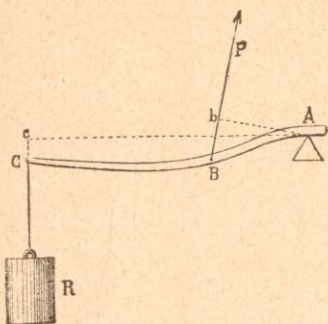
Un remo en acción ofrece un ejemplo de esta clase de palanca.



(Fig. 9)

La potencia está en el guión; el punto de apoyo en la pala contra el agua, y la resistencia en la chumacera ó tolete. Por efecto de la movilidad del líquido el punto de apoyo no conserva una fijeza absoluta.

En la de *tercer género* (fig. 10), la potencia P está situada entre el punto de apoyo A y la resistencia R .



(Fig. 10)

La disposición de las válvulas de seguridad de las calderas y el pedal del aparato que usan los torneros, ofrecen ejemplos de este género de palanca.

Brazo de palanca de una fuerza con relación

á un punto se entiende, la longitud de la perpendicular bajada desde el punto de apoyo á la dirección de la fuerza ó á su prolongación.

En las tres figuras 3, 4 y 5, $A b$ y $A c$ son los brazos de palancas de las fuerzas P y R .

Momento de una fuerza con relación á un punto, es el producto de la intensidad de esta fuerza por su brazo de palanca.

Así, pues, los productos de $P \times A b$ y $R \times A c$, son los momentos de las fuerzas P y R con respecto al punto A .

Para la mejor comprensión de lo dicho sobre la palanca, presentamos los siguientes ejemplos:

EJEMPLO I.—¿Qué fuerza aplicada á 3 metros del punto de apoyo de la palanca, equilibra un peso de 100 kilogramos colocado á 4 dm. del mismo punto de apoyo?

La ley de la palanca es:

$$P \times A b = R \times A c.$$

ó lo que es lo mismo

$$P \times 30 \text{ dm.} = 100 \times 4 \text{ dm.}$$

de donde

$$P = \frac{100 \times 4}{30} = \frac{40}{3} = 13.33 \text{ kilogramos.}$$

EJEMPLO II.—¿A qué distancia del punto de apoyo deberá aplicarse una fuerza de 70 kilogramos, para equilibrar un peso de una tonelada, situado á 2 dm. del mismo punto?

$$\begin{aligned} P \times A b &= R \times A c. \\ 70 \times A b &= 1000 \times 2. \end{aligned}$$

$$A b = \frac{1000 \times 2}{70} = \frac{200}{7} = 28.57 \text{ decímetros.}$$

EJEMPLO III.—¿Qué peso colocado á 3 pulgadas del punto de apoyo, será equilibrado por una fuerza de 120 libras aplicada á 3 piés de dicho punto?

$$\begin{aligned} P \times A b &= R \times A c. \\ 120 \times 36 &= R \times 3 \end{aligned}$$

$$R = \frac{120 \times 36}{3} = 120 \times 12 = 1440 \text{ libras.}$$

EJEMPLO IV.—¿Con tres palancas de primer género independientes unas de otras, cuyos brazos de potencia son 12, 9 y 14 pulgadas respectivamente, y los de resistencia 2, 3 y 2 de la misma unidad, qué peso podrá equilibrarse con una fuerza de 10 libras en cada caso?

$$P \times A b = R \times A c.$$

$$\begin{aligned} 1.^{\circ} - 10 \times 12 &= R \times 2 & R &= 60 \text{ lbs.} \\ 2.^{\circ} - 10 \times 9 &= R \times 3 & R &= 30 \text{ »} \\ 3.^{\circ} - 14 \times 9 &= R \times 2 & R &= 63 \text{ »} \end{aligned}$$

EJEMPLO V.—¿Si en el caso del ejemplo 4.º las palancas en lugar de estar independientes unas de otras se

combinan, qué peso podrán equilibrar con la misma fuerza de 10 libras?

$$\begin{array}{ll} 1.^a - 10 \times 12 = R \times 2 & R = 60 \text{ lbs.} \\ 2.^a - 60 \times 9 = R \times 3 & R = 180 \text{ »} \\ 3.^a - 180 \times 14 = R \times 2 & R = 1260 \text{ »} \end{array}$$

ó bien

$$\begin{aligned} 10 \text{ lbs.} \times 12 \times 9 \times 14 &= R \times 2 \times 3 \times 2. \\ R &= \frac{10 \times 12 \times 9 \times 14}{2 \times 3 \times 2} = 1260 \text{ libras.} \end{aligned}$$

Las **máquinas** son unos aparatos destinados á transmitir la acción de las fuerzas y producir un movimiento ó un equilibrio.

La condición mecánica que tiene lugar en toda máquina y que es por tanto una ley general en todas ellas, es que el producto de la intensidad de la potencia por el camino que recorre su punto de aplicación en un tiempo dado, es siempre igual á la intensidad de la resistencia multiplicada por el camino que recorra su punto de aplicación en el mismo tiempo: es decir, que si representamos por P y Q las intensidades de las potencias y de la resistencia, y por e y e' las longitudes de las líneas que en un mismo tiempo trazan los puntos de aplicación de estas dos fuerzas, se tendrá en toda máquina

$$P \times e = Q \times e'.$$

La igualdad de estos productos no puede alterarse; pero sí cabe modificar sus factores P y e. En efecto, si suponemos que P sea menor que Q, el espacio e tendrá que ser mayor que el e'; de suerte que si la potencia es menor que la resistencia, el espacio que recorre el punto de aplicación de la primera, tendrá que ser mayor que el de la segunda, y para que estos espacios se anden en

el mismo tiempo, tendrá que ir la potencia más de prisa que la resistencia.

Para que un aparato se pueda llamar con propiedad máquina, es necesario que nos proporcione medios para cambiar una ó más de las tres cosas siguientes: 1.^a la dirección de la potencia; 2.^a la brevedad del movimiento, y 3.^a el género del movimiento, esto es, que si el de la potencia es seguido, el producido por el útil de la máquina sea alternado ó al contrario.

Las máquinas se dividen en **simples** y **compuestas**: éstas últimas las forman la reunión y diversas combinaciones de las simples.

13.—P.—¿Las **máquinas** aumentan el trabajo de las fuerzas que emplean?

R.—Todo lo contrario, **siempre** lo disminuyen.

Cuando una máquina está en movimiento, se producen resistencias llamadas **inútiles** ó **pasivas**, y que son inherentes al juego ó funcionamiento mismo de los diversos órganos; tales son los rozamientos, la resistencia del aire, etc. Una máquina es, pues, una costosa necesidad. Su valor industrial está dado por lo que se llama utilización ó **trabajo útil**.

En una máquina que se mueve de una manera perfectamente regular ó periódicamente regular, puede afirmarse que el trabajo que se precisa emplear ó sea el trabajo motor, es necesariamente igual á la resistencia que hay que vencer ó trabajo resistente; así:

$$T_m = T_r$$

Pero como el trabajo resistente por las consideraciones anteriormente expuestas, debe componerse del que se desea obtener y para el cual la máquina ha sido

construida y es empleada, más el debido á las pérdidas enumeradas, la anterior fórmula se transforma en

$$T_m = T_u + T_r,$$

ó sea trabajo motor igual al útil, más el necesario para vencer las resistencias pasivas: y despejando al útil

$$T_u = T_m - T_r,$$

La relación en que está el trabajo útil con el motor ó sea T_u es lo que se llama **utilización**, y se vé bien claramente que es siempre menor que la unidad: por consiguiente todos los perfeccionamientos que en la máquina se introduzcan, no llegarán nunca á ser bastantes para hacerla rendir el trabajo motor que le ha sido suministrado. Así por ejemplo, se dice que el rendimiento de una máquina es $\frac{60}{100}$, ó de 60 por 100, cuando se quiere expresar que en ella, de cada 100 unidades de trabajo motor total, sólo se aprovechan 60 útilmente; y claro está que en cada caso será tanto mejor la máquina, cuanto más se acerque á la unidad la expresión de su rendimiento, ó en otros términos, cuanto menor sea la importancia de las resistencias pasivas ó la de las causas que las originan.

14.—P.—¿A qué leyes obedecen las resistencias pasivas?

R.—Estas últimas debemos considerarlas de dos clases: 1.^a la ocasionada por rozamiento; 2.^a la que ofrecen los fluidos y más principalmente el aire, al movimiento de los cuerpos en cualquier sentido. La de rigidez de cuerdas y correas no hay para qué tenerla en consideración, tratándose de las máquinas marinas.

Las leyes del rozamiento son: 1.º, proporcional á la presión normal que se ejerce entre las superficies del roce; 2.º, depende de la naturaleza y estado de pulimento de estas superficies, así como de la naturaleza y cantidad del líquido que se emplea en la lubricación; 3.º, es independiente de la magnitud de las mismas y de la velocidad del movimiento.

En cuanto á la resistencia de los fluidos, varía proporcionalmente: 1.º á la extensión superficial de los cuerpos que se mueven en su seno; 2.º á los cuadrados de las velocidades que adquieren los cuerpos móviles; 3.º á la densidad del fluido.

Traducido esto á más vulgar lenguaje, quiere significar, que la resistencia que el aire ofrece á una pieza en movimiento es tanto mayor, cuanto más grande es la superficie de la misma, más considerable su velocidad, y de densidad más crecida el aire ó fluido que á su movilidad se opone.

15.—P.—¿Cuál es la unidad empleada para medir el poder de las máquinas?

R.—Es el **caballo de vapor**, que es un trabajo de 75 kilogrametros hecho en un segundo.

Ya se dijo anteriormente, que la unidad adoptada para medir el trabajo era el kilogrametro, producto de la unidad de fuerza que es el **kilogramo** por la unidad de distancia ó camino recorrido, que es el **metro**; pero como no es indiferente en las aplicaciones, que un mismo trabajo se obtenga en más ó menos tiempo, ha sido preciso adoptar como unidad dinámica un determinado trabajo que deba desarrollarse en un tiempo dado. De aquí el caballo dinámico ó caballo de vapor,

representado por el trabajo de 75 kilogrametros des-
arrollado en un segundo.

Los 75 kilogrametros en un segundo, equivalen en medida inglesa, á 32.556 libras trasladadas á un pié de distancia en un minuto; pero al calcular el trabajo en medida inglesa, se adopta la valuación de Watt, según la cual, el caballo dinámico, ó sea el trabajo equivalente al que puede desarrollar un caballo de los más vigorosos, es de 33.000 libras elevadas á un pié de altura en un minuto. (1)

Para convertir kilogrametros en caballos de vapor é inversamente, deberán seguirse las siguientes sencillas reglas:

1.^{er} CASO.—*Para hallar en caballos indicados el trabajo equivalente á un número de kilogrametros producidos por una máquina en un segundo, se dividirá este número por 75.*

EJEMPLO.—Se quiere determinar la fuerza en caballos indicados de una máquina que desarrolla un trabajo de 86.715 kilogrametros por segundo.

El número de caballos será $= \frac{86715}{75} = 1156'2$ caballos **indicados** ó **efectivos**.

Si se desea en caballos **nominales**

$$\frac{1156'2}{4} = 289'05$$

El caballo nominal vale 300 kilogrametros.

2.^o CASO.—*Para expresar en kilogrametros por segun-*

(1) Para las equivalencias de las unidades adoptadas en España con respecto á las inglesas, véanse las tablas que en otro lugar se insertan.

do, el trabajo correspondiente á la fuerza de un aparato que esté dado en caballos indicados, se multiplica el número de caballos por 75.

EJEMPLO. — Una máquina posee una fuerza de 1156'2 caballos indicados; se desea saber el número de kilogrametros por segundo á que equivale.

El número de kilogrametros, será:

$$1156'2 \times 75 = 86.715 \text{ kilogrametros.}$$

Si el tiempo correspondiente al trabajo mecánico de que se trata, no fuera un segundo sino otra cantidad cualesquiera, bastaría en los dos casos anteriores reemplazar á 75, por $75 \times$ el tiempo expresado en segundos.

16.—P.—¿Qué es **densidad** de un cuerpo?

La relación de su peso al de un volumen igual de agua destilada á la temperatura de 4° centígrado. Dicho de otra manera: el número de gramos que pesa un centímetro cúbico de este cuerpo, ó el número de kilogramos que pesa un decímetro cúbico. Se tiene, pues,

Peso en gramos = volumen en centímetros cúbicos $\times$ densidad.

Peso en kilogramos = volumen en decímetros cúbicos $\times$ densidad.

Estas fórmulas conviene mucho retenerlas en la memoria, pues facilitan en extremo los cálculos.

DENSIDAD DE LOS CUERPOS MÁS GENERALMENTE EMPLEADOS

Platino	19'500	Zinc fundido . .	6'881
Oro	19'362	Diamante	3'531
Mercurio	13'568	Cristal	2'892
Plomo	11'352	Pizarra.	2'853
Plata	10'474	Arena	2'753
Cobre fundido . .	8'788	Carbón de piedra	1'329
Acero	7'816	Sebo.	0'941
Hierro Dulce. . .	7'788	Corcho	0'240
Estaño	7'291	Água destilada . .	1'000
Hierro fundido . .	7'207	Água del mar . .	1'090

17.—P.—¿Cuál es el principio de Arquímedes?

R.—*Un cuerpo cualquiera sumergido ó flotando en un líquido, pierde una parte de su peso igual al peso del volumen del líquido desalojado. Dicho de otra manera: todo cuerpo sumergido ó flotando en un líquido, sufre por parte de éste una presión de abajo arriba, equivalente al peso del volumen del líquido desalojado.*

Este principio toma el nombre del célebre geómetra griego que lo descubrió en Siracusa.

La demostración teórica es muy sencilla; basta considerar una masa líquida en reposo, no sometida á las acciones de las paredes del vaso en que se encierra, un **decímetro cúbico**, por ejemplo. Si este volumen aislado que consideramos permanece en reposo y no desciende, es prueba de que la presión que recibe de abajo hácia arriba es precisamente igual á la de la gravedad ó peso que la impulsa de arriba abajo, pues las presiones laterales se anulan y contrarestan.

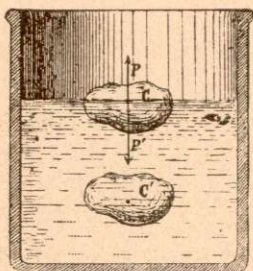
En los gabinetes de física se hacen experiencias materiales con la balanza hidrostática en confirmación de este principio; pero ellas no prueban más que el sencillo razonamiento anterior.

La teoría de Arquímedes es igualmente aplicable en los gases, explicándose con ella la ascensión y descenso de los globos inventados por los hermanos Montgolfier, sabios industriales franceses.

Conviene comprender bien los tres casos que pueden ocurrir, como consecuencia de la relación en que se encuentren el peso del cuerpo y el del líquido desalojado.

1.º Si un cuerpo sólido C (*fig. 11*) con un volumen

de 2 litros y peso de 1 kilogramo, por ejemplo, se le coloca en un vaso lleno de agua dulce, solo se sumergerá en el líquido en una cantidad cuyo volumen será igual á un litro.



(Fig. 11)

Cuando esto suceda, el peso del cuerpo, es decir, la fuerza vertical P que tiende á llevarlo hácia el fondo del vaso y vale un kilogramo, estará equilibrada por la fuerza P' que vale también un kilogramo, porque es el peso de un litro de agua dulce que es lo desalojado por el cuerpo.

El cuerpo, pues, permanecerá necesariamente en equilibrio, teniendo un litro de su volumen fuera de la superficie $A B$ libre del líquido. En una palabra, **flotará**.

2.º Si un cuerpo C conservando el volumen de 2 litros, pero con un peso de 2 kilogramos en lugar de un kilogramo como antes supusimos, se coloca en el vaso, se sumergerá por completo en el agua.

En este momento el volumen del líquido desplazado será de 2 litros y pesará 2 kilogramos. Por consiguiente la presión de abajo hácia arriba y el peso del cuerpo ó sea la de arriba hácia abajo, se destruirán.

Colocado el cuerpo en estas condiciones en un lugar cualquiera C' de la masa líquida, permanecerá evidentemente en equilibrio. En otros términos, **flotará entre dos aguas**.

3.º Ultimamente si un cuerpo C posee un volumen

de 2 litros pero pesando 3 kgs., irá al fondo del vaso.

En efecto, cuando la inmersión sea completa, la presión de abajo hacia arriba no valdrá más que 2 kilogramos, que es el equivalente al peso de los dos litros de agua desalojada. Esta presión será inferior en un kilogramo á la que el cuerpo produce con su peso, que hemos dicho ser de 3 kilogramos. El cuerpo irá hacia el fondo por el exceso de un kilogramo que tiene esta última sobre la primera.

18.—P.—¿Qué significa el principio de igualdad de transmisión de las presiones en los fluidos?

R.—*Que un punto de una masa fluida ya sea líquida ó gaseosa, si está sometida á una cierta presión, todos los puntos de la misma masa sufren y transmiten esta presión igualmente en todos sentidos; de manera que si un centímetro cuadrado sufre una presión de un kilogramo, cada centímetro cuadrado de superficie tomado en la masa, estará prensado con una fuerza de un kilogramo; cada decímetro cuadrado con una fuerza de 100 kilogramos, etc., etc.*

Sobre este principio descubierto por **Pascal**, del cual toma el nombre, descansa la prensa hidráulica, cuyas aplicaciones tanto se están generalizando en los buques con notoria ventaja.

19.—P.—¿Qué significa el principio de igualdad de la acción á la reacción?

R.—Que cuando un punto, A por ejemplo, se mueve sobre un punto B con una cierta fuerza en la dirección A B, recíprocamente el punto B se puede considerar movido hacia el A, con la misma fuerza y en la dirección contraria B A.

20.—P.—¿Qué significa la **ley de Mariotte**?

R.—Esta ley descubierta por el físico francés cuyo nombre lleva, consiste en esto:

*Si un vaso estanco, un cilindro por ejemplo, cerrado por un pistón ó émbolo movable, se llena con un cierto peso de gas, las presiones ejercidas por este gas sobre las superficies del vaso que lo contiene, están en **razón inversa** de los volúmenes ocupados.*

Así: siendo el volumen un metro cúbico y la presión sobre cada centímetro cuadrado 1 kilogramo, si el volumen llega á 2, 3, 4 metros cúbicos, las presiones se convertirán en $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de kilogramo: por el contrario, si el volumen se reduce á $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ de metro cúbico, la presión será 2, 3, 4 kilogramos.

En la **expansión y altas tensiones** de las máquinas, tiene preferentísima aplicación este principio, como más adelante se evidenciará.

21.—P.—¿Cuál es la **ley de Gay Lussac**?

R.—*Todos los gases simples ó compuestos tienen el mismo coeficiente de dilatación. Más claro: todos los gases, si la presión á que están sometidos no varía, se dilatan ó contraen la misma cantidad por cada grado de aumento ó disminución de la temperatura.*

No es rigurosamente exacto este principio en el orden científico: pero en las aplicaciones prácticas no hay error sensible en aceptarlo como tal.

El coeficiente de dilatación, es decir el valor que representa la cantidad que se dilata un gas con respecto á cada grado de variación en la temperatura, es de 0'00366 de su volumen á cero grados considerado.

Este es, por tanto un factor que multiplicado por la temperatura expresada en grados, nos dá la alteración que en su volumen ha de sufrir el gas de que se trata.

La relación que liga los volúmenes de un gas á presión constante con las diferentes temperaturas á que puede someterse, está consignada en la siguiente expresión:

$$\frac{v}{v'} = \frac{1 + 0.00366 + t}{1 + 0.00366 + t'} \quad (a)$$

Conocidos tres de los elementos de esta fórmula siempre podemos determinar el cuarto.

Supongamos por ejemplo, que en la hipótesis de que la presión que sufre el gas sea en todos casos la misma, tiene un volumen de 1.000 litros con 100 grados de temperatura y se desea saber á que temperatura habría que llevarlo para que su volumen fuera de 1.100 litros.

Tenemos: $v=1.000$, $v'=1.100$, $t=100$, $t'=x$

Sustituyendo estos datos en la fórmula (a), tendremos:

$$\frac{1.000}{1.100} = \frac{1 + 0.00366 + 100}{1 + 0.00366 + x}$$

y $x=137.7$ grados

Si las temperaturas son conocidas y lo que se desea averiguar es el volumen, tendremos:

$$\frac{v}{v'} = \frac{1 + 0.00366 + t}{1 + 0.00366 + t'}$$

y como $v=1.000$, $v'=x$, $t=100$ y $t'=137.7$, sustituyendo será:

$$\frac{1.000}{x} = \frac{1 + 0.00366 + 100}{1 + 0.00366 + 137.7}$$

y $x=1.099$ despreciando la parte decimal.

En estos ejemplos anteriores hemos supuesto constante la presión. Como en el vapor é independiente de otros elementos que pudieran considerarse por las mezclas que se producen en los diferentes órganos de las máquinas, ni la presión ni la temperatura son constantes, de aquí la necesidad de combinar la ley de Marriotte con la de Gay Lussac, cada vez que se juzgue preciso resolver problemas relacionados con la aplicación de este fluido en los aparatos receptores.

22.—P.—¿Qué es **atmósfera**?

R.—Es el cuerpo gaseoso que rodea la tierra hasta una altura aproximada de 40.000 metros: á su totalidad ó conjunto se le llama **atmósfera**.

El gas de que la atmósfera está formada, es lo que se llama **aire**.

El aire es un gas incoloro, sin olor, ni sabor. Es la combinación de dos gases que se les designan bajo las denominaciones de **oxígeno** y **nitrógeno**. Contiene estos dos fluidos en la siguiente proporción:

En volumen:	20'8 litros	oxígeno y	79'2 litros	nitrógeno
En peso	: 23	gramos	» y 73	gramos

Además de estos dos gases, el aire posee de 3 á 6 centilitros de **ácido carbónico**.

No está nunca puro en la atmósfera. Contiene siempre una cierta cantidad de vapor de agua. Este vapor de agua solo se hace visible, cuando condensándose más ó menos, se manifiesta bajo la forma de niebla, nubes ó lluvia.

23.—P.—¿El aire tiene peso?

R.—Lo mismo que todos los demás cuerpos: tomando ciertas precauciones se le puede pesar con la ayuda

de una balanza, por cuyo procedimiento se ha averiguado que un metro cúbico pesa 1'3 kilogramos en la superficie de la tierra. Pero su densidad rápidamente disminuye con la elevación.

24.—P.—¿Qué es la presión atmosférica?

R.—Es la presión que en virtud de su peso el aire ejerce sobre todas las superficies que lo soportan: esta presión no se efectúa como la de los sólidos, que por su peso solo obran en el sentido de arriba hacia abajo; no, la presión del aire es en todos sentidos y dentro de las reglas más arriba enunciadas para la igualdad de transmisión de presiones en los fluidos.

25.—P.—¿Cómo se mide la presión atmosférica?

R.—Por la altura de la columna de mercurio del **barómetro**, que al nivel del mar es ordinariamente de 0^m 760 ó 30 pulgadas inglesas.

Por precepto general, la depresión ó bajada del barómetro es indicio de mal tiempo, así como de bueno su elevación: pero estas no son consecuencias obligadas, porque los movimientos de la columna barométrica se deben relacionar con la latitud, estación, condiciones climatológicas de la localidad en que se utilizan ó emplean, etc., etc. El valor, pues, de sus indicaciones es solo de un orden relativo y aproximado.

26.—P.—¿Cómo se construye un barómetro?

R.—Se llena de mercurio seco y puro un tubo de cristal cerrado por un extremo, teniendo de longitud próximamente 85 centímetros y de 3 á 10 milímetros de diámetro interior. Tapando con el dedo el extremo abierto, se le invierte y sumerge en un vaso pequeño llamado **cubeta**, que también contiene mercurio. El

todo se adapta á una plancha conteniendo una escala graduada en centímetros y milímetros ó pulgadas y décimos de pulgada, y cuyo cero corresponde al nivel que tiene el mercurio en la cubeta. Cuando el tubo está vertical, el mercurio desciende hasta una altura de 76 centímetros en el nivel del mar, siendo la presión atmosférica la que impide que el mercurio baje más. El espacio que queda vacío en el tubo se llama **cámara barométrica**.

27.—P.—¿Cuál es el valor ó magnitud de la presión atmosférica?

R.—Se obtiene por medio de la altura de la columna barométrica. Si la elevación del mercurio en el tubo es de 76 centímetros y la sección del tubo un centímetro cuadrado, el volumen del mercurio, ó por mejor decir, de la columna que hace equilibrio á la presión atmosférica, será de 76 cm^3 en el supuesto de que la columna se considere como un cilindro de 76 centímetros de altura y un cm^2 de base ó sección. Ahora bien, la densidad del mercurio es 13,59 y el producto de 76 multiplicado por 13,59 dá aproximadamente 1033; luego la presión sobre cada centímetro cuadrado será de 1 kg., 033: presión verdaderamente enorme como á primera vista se comprende. Pero esta presión, necesaria á todo el organismo actual, disminuye como ya digimos al elevarse sobre el nivel del mar, que es en donde la media está tomada, y aumenta cuando desde un punto elevado se baja. Esta variación cerca de la superficie de la tierra, está medida por un milímetro de mercurio por cada diez metros de variación en la altura; lo cual nos dá un procedimiento si no rigurosamente exacto, bastante

aproximado al menos, para determinar por medio del barómetro las alturas de los lugares.

28.—P.—¿Qué es el **vacío**?

R.—Se dice que el vacío absoluto existe en un espacio cerrado, cuando no contiene ni sólido, ni líquido, ni gases; por lo tanto en las máquinas de vapor se dice que hay vacío en el condensador, cuando la presión de los gases y vapores que contiene, es mucho más débil que la presión atmosférica. El vacío más perfecto que se puede obtener es el de la cámara barométrica.

29.—P.—¿Cómo se mide el vacío del condensador?

R.—Por medio de un barómetro cuya cámara comunica con el espacio destinado á la condensación. El vacío será **perfecto**, si el mercurio permanece á los 76 centímetros de altura; **muy bueno** si el descenso no pasa de los 70; **bueno** á 60; **poco** á 50; y **malo** por debajo de esta cifra. Lo más frecuente es no aplicar el barómetro para este uso, sino el manómetro metálico ideado por el ingeniero francés **Bourdon** y que más adelante describiremos.

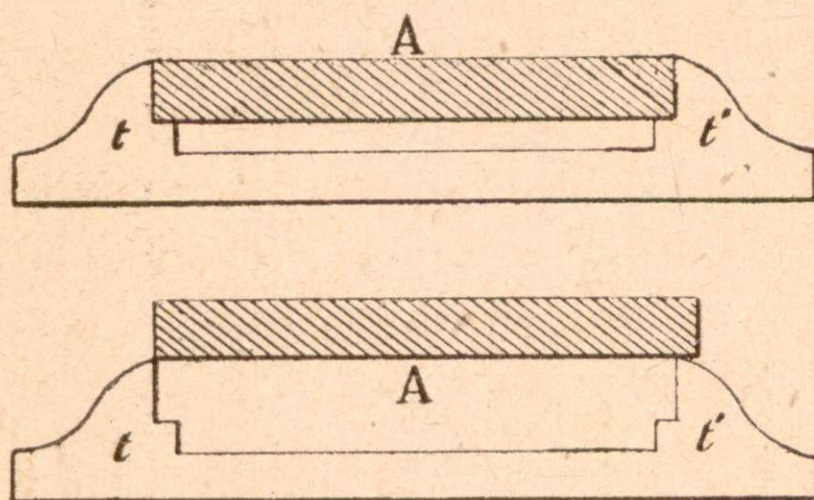
30.—P.—¿Qué es **calor**?

R.—Es la manifestación de la fuerza que produce sobre nosotros la sensación de lo frío y de lo caliente, que penetra más ó menos fácilmente en todos los cuerpos, que los dilata y los hace pasar del estado sólido al líquido y de éste al gaseoso, ó bien los descompone; de manera que un cuerpo afecta ó toma uno de estos estados enumerados, según la mayor ó menor cantidad de calórico que absorbe con relación á su naturaleza. Las palabras calor y calórico se emplean indistintamente.

Para confirmar lo dicho sobre dilatabilidad de los cuerpos como consecuencia del calor, puede entre otros

procedimientos seguirse el siguiente:

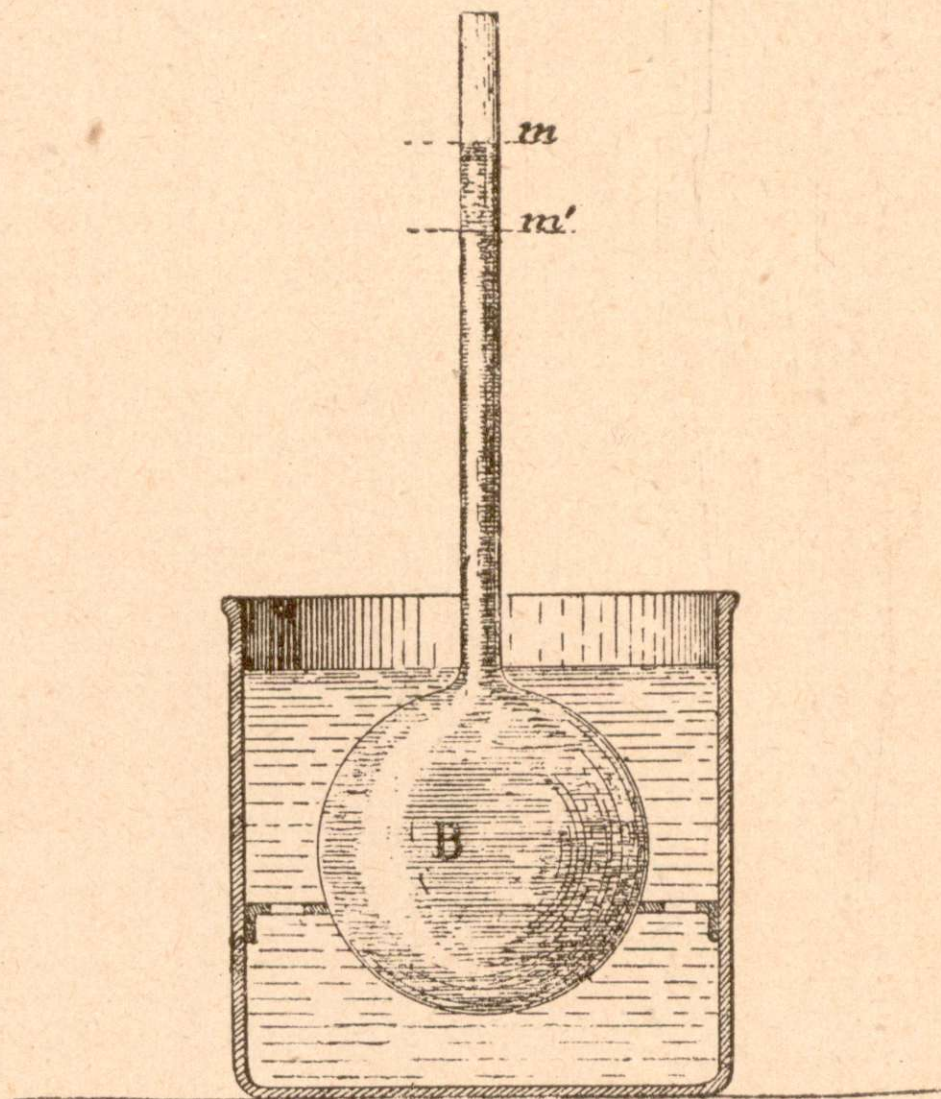
Dilatación de los sólidos. — Tómese una barra de metal (*fig. 12, vista 1.^a*) que se ajuste exactamente en los rebajos t, t' hechos en la placa.



(Fig. 12)

Si la barra se calienta, resulta como se representa en la *vista 2.^a*, demasiado larga para ser allí colocada. Pero acaba por enfriarse y recobra sus primitivas dimensiones.

Con esta experiencia solo se pone de manifiesto la dilatación en el sentido de la longitud; pero se concibe fácilmente que



(Fig. 13)

ella tenga lugar en todos.

Dilatación de los líquidos.

Con un tubo largo de vidrio, de diámetro interior muy pequeño y terminado por una de sus extremidades en un recipiente B de cristal (*fig. 13*), puede realizarse esta experiencia, que se principia llenando en parte este aparato de un líquido cualesquiera, y sumergiendo la bola ó recipiente en agua caliente.

Se vé entonces el líquido dilatado por el calor, subir de m' á m.

Cuando el aparato se saca del agua caliente y se coloca al aire libre como estaba anteriormente, el nivel del líquido desciende y recobra su posición primitiva.

Dilatación de los gases.

Puede uno servirse de un globo ó bola de cristal unido á un tubo de muy corto diámetro (*fig. 14*). Se llena en parte el instrumento de aire ú otro gas. Después se introduce por encima de este fluido un pequeño cilindro A de mercurio de 2 á 3 centímetros de altura. Este pequeño cilindro es el que ha de servir de índice y para interceptar la comunicación entre el gas interior y el aire exterior. Hecho esto, bastará aproximar la mano á la bola, para que la pequeña columna mercurial se ponga en movimiento de una manera rápida hácia la

(*Fig. 14*) abertura del tubo.

Este efecto alcanzado, solo puede atribuirse á la dilatación producida por el calor del operador sobre el gas contenido en el aparato. Retirando la mano se vé



que el pequeño cilindro desciende ocupando su posición primitiva.

La experiencia anotada enseña también que la dilatación de los gases es muy sensible para una pequeña variación de calor. Por consiguiente, su dilatabilidad es superior á la de los líquidos y con mucha mayor razón á la de los sólidos.

31.—P.—Presentar algunas consideraciones sobre dilatación de los metales, cuyo principio á tanta aplicación se presta en las máquinas.

R.—Los sólidos tienen determinados sus coeficientes de dilatación, es decir, el aumento que bien en su volumen ó ya en su longitud sufre la unidad de medida por cada grado de temperatura.

La dilatación cúbica refiérese al aumento del cuerpo en el sentido del lugar ó espacio ocupado, y la lineal al crecimiento, ó por mejor decir, alargamiento en el sentido de la longitud.

Ha demostrado la experiencia, por lo que á los metales se refiere, que su dilatación no es exactamente la misma para el grado comprendido entre 1 y 100, que para el que se elije entre 300 y 400, límite ó cantidad esta última bastante cercana del punto de fusión. Aumenta la dilatación en los grados extremos.

Así mismo se ha puesto de manifiesto, que las piezas de hierro de fundición, tales como parrillas y planchas de calderas, no vuelven exactamente á su primitiva posición después de haberse dilatado bajo la acción del calor, y que á cada caldeo que sufren, experimentan un pequeño aumento de longitud que no vuelven á perder.

A continuación publicamos algunos coeficientes de

dilatación lineal, determinados para la unidad de longitud á cero grados.

Fundición	0'00001125
Hierro forjado	0'00001220
Acero templado.	0'00001239
Bronce.	0'00001816
Latón	0'00001878
Estaño	0'00002173
Plomo	0 00002857

Para mejor comprender la utilidad práctica de estos datos, supongamos que nos proponemos determinar qué descuello debemos dejar á los estays ó vientos de una chimenea antes de encender, como margen necesario para la dilatación que la misma ha de experimentar.

Raciocinemos de la siguiente manera:

La chimenea está unida á la caldera: ésta sufre distinta temperatura que aquélla, y los efectos de ambas se sumarán para afectar la dilatación de la primera; así pues, hacen falta conocer los elementos que á continuación valoramos:

Temperatura exterior	= 10°
Id. de las planchas de la caldera	= 110°
Id. » » » » » chimenea	= 210°
Altura de la chimenea	= 10 metros
Diámetro de las calderas	= 5 »

Si el coeficiente de dilatación de la plancha de hierro forjado á cero grados es de 0,0000122, á 100 grados diferencia entre 10 y 110, que es la temperatura supuesta á la plancha de la caldera, será 0'00122, ó lo que es lo mismo, que cada metro de plancha aumentará 1'22 milímetros. Y como el diámetro es 5, el aumento por lo que á la caldera se refiere será de 6'10 milímetros.

Respecto á la chimenea tendremos, que su temperatura aumentará la diferencia de 10 á 210 ó sean 200,

y por tanto, habrá que multiplicar 0·0000122 por 200, lo que nos dá 0·00244 por metro, y como tiene 17 metros de altura $17 \times 0,00244 = 0\cdot04148$ ó 41·48 milímetros.

Así, pues, el aumento total será:

Por las calderas	6,10 milímetros	
Por la chimenea	41,48	id.
SUMA. . .	47,58	id.

48 milímetros es el margen que como minimum habrá que dar de holgura á los estays para evitar que rompan.

32.—P.—¿Qué se entiende por **temperatura** de un cuerpo?

R.—Es la energía más ó ménos grande con la cual el calor contenido en este cuerpo tiende á salir. No debe confundirse la intensidad del calor, con la cantidad de calor contenida en un cuerpo. La distinción entre una y otra cosa la explicaremos más adelante.

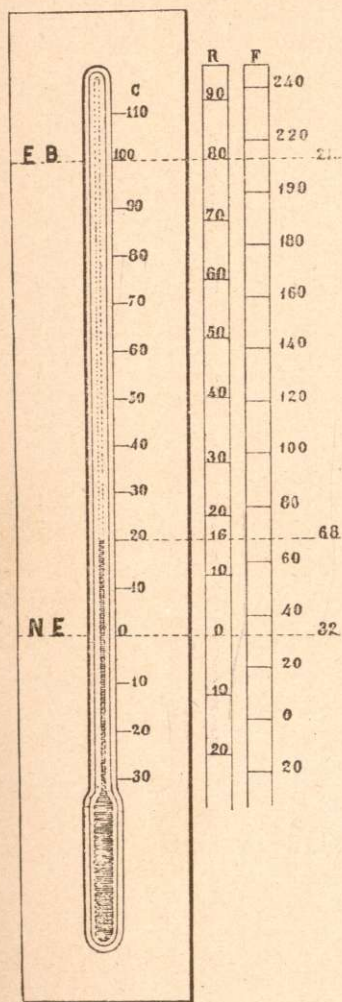
33.—P.—¿Qué es un **termómetro**?

R.—El instrumento que sirve para medir la temperatura ó calor sensible de los cuerpos.

Uno de los efectos más notables que el calórico produce en los cuerpos, es el de dilatarlos, haciendo variar su volumen sin aumentar su peso. En este efecto del calórico se funda la construcción de los termómetros.

34.—P.—¿Cómo se construye un termómetro?

R.—Se toma un tubo de cristal muy delgado y de igual sección, llamado **capilar**, porque la parte interiormente hueca tiene poco mayor diámetro que el



(Fig. 15)

de un cabello. En uno de los extremos de este tubo se suelda un pequeño recipiente, bien de forma cilíndrica ó esférica. El todo se llena de mercurio puro, seco y caliente, cerrando á fuego la abertura del tubo, durante cuya operación hay que cuidar esté constantemente ocupado por el mercurio el tubo, y lo que se consigue dilatándolo por el calor.

35.—P.—¿Cómo se gradúa un termómetro? (Fig. 15.)

R.—Para trazar la escala ó graduar el termómetro, se han elegido dos puntos invariables, fáciles de hallar en las mismas circunstancias: los dos puntos generalmente escogidos, son: la temperatura de fusión del hielo y la de ebullición del agua, porque la columna de mer-

curio se detiene siempre en el mismo punto, en el hielo fundente, permaneciendo estacionaria mientras dura la fusión, y se ha observado la misma permanencia durante la ebullición del agua.

Se coloca, pues, el tubo en nieve ó rodeado de pequeños fragmentos de hielo fundente; el mercurio desciende en el tubo porque con el enfriamiento disminuye de volumen: en el punto en que se detenga N E, se hace una marca ó señal. Se obtiene el segundo punto, sumergiendo el depósito y casi todo el tubo en el vapor de agua hirviendo; el mercurio sube porque se dilata; el punto E B en que se detenga será el buscado. Estos dos puntos son generalmente fijados sobre una plancha ó en el mismo tubo, y el espacio total se divide de la siguiente manera:

1.º Para la escala **centígrada**; se coloca 0 en el hielo fundente, 100 en la ebullición: el intervalo se divide en 100 partes iguales y se prolongan las divisiones por encima y por debajo.

2.º Para la escala **Reamur**; se coloca 0 en el hielo fundente, 80 en el agua hirviendo: se divide en 80 partes iguales y se prolongan las divisiones por ambos lados.

3.º Para la escala **Fahrenheit** (termómetro inglés); se coloca 32 en el hielo, 212 en la ebullición: el intervalo se divide en 180 partes y se prolongan las divisiones.

36.—P.—¿Cómo se reducen grados de una escala á los de otra?

R.—La relación que hay entre el número de partes en que cada escala está dividida, expresará el número

fraccionario por quien habrá que multiplicar en cada caso.

Sabemos que:

$$\frac{100}{180} = \frac{5 \times 20}{9 \times 20} = \frac{5}{9} \quad \text{y} \quad \frac{100}{80} = \frac{5 \times 20}{4 \times 20} = \frac{5}{4}$$

Estas dos relaciones simplificadas, nos permiten obtener la siguiente sencilla regla:

Para convertir grados de la escala centígrada en la de Farenheit, se multiplican por $\frac{9}{5}$ y al producto se suma 32, que es el punto de esta última escala, equivalente al 0 de la 0 centígrada.

Ejemplo: 28° centígrados ¿a cuántos equivalen Farenheit?

$$28 \times \frac{9}{5} = \frac{252}{5} = 50.4 \quad 50.4 + 32 = 82.4 \text{ Farenheit.}$$

82.4 Farenheit ¿a cuántos centígrados equivalen?

$$82.4 - 32 = 50.4, \quad 50.4 \times \frac{5}{9} = \frac{252}{9} = 28 \text{ centígrados.}$$

Más simple es todavía la reducción de centígrados á Reamur y viceversa: bastará multiplicar por $\frac{4}{5}$ en el primer caso y por $\frac{5}{4}$ en el segundo.

37.—P.—¿Cómo se mide la cantidad de calor que absorbe ó suministra un cuerpo?

R.—Por medio de una unidad especial llamada **caloría**?

38.—P.—¿Qué es una **caloría**?

R.—Es la cantidad de calor que se necesita suministrar á 1 kg. de agua para elevar su temperatura 1 grado centígrado. Esta cantidad puede servir de unidad porque es constante: es decir, que necesita la misma

cantidad de calor 1 kg. de agua para elevar su temperatura de 0° á 1° , que de 40° á 41° y que de 90° á 91° .

39.—P.—¿Qué es el **calor específico** de un cuerpo?

R.—El número de calorías que necesita 1 kg. de este cuerpo para elevar su temperatura en 1 grado del termómetro centígrado. La tabla siguiente, al mismo tiempo que enseña los calores específicos de algunos cuerpos, nos hace ver que el del agua es superior á todos los demás, pues todos están representados por cantidades menores que la unidad.

CALORES ESPECÍFICOS DE ALGUNOS CUERPOS

Hierro	1'144	Aceite	0'310
Cobre.	0'095	Alcohol	0'700
Plomo	0'031	Acido sulfúrico .	0'334
Mercurio. . . .	0'033	Madera de pino .	0'650

Se vé por este cuadro, que necesita próximamente 30 veces menos calor un kilogramo de mercurio que uno de agua, para elevar su temperatura el mismo número de grados.

40.—P.—¿Qué debemos entender por cuerpos **buenos ó malos conductores** del calor?

R.—Un cuerpo es buen ó mal conductor del calor, según que él deje ó permita más ó menos fácilmente circular el calor en su masa. Todos los metales son buenos conductores. Los líquidos (excepción del mercurio), los gases, las maderas, los depósitos salinos, etc., son muy malos conductores.

Las superficies blancas ó pulimentadas dejan difícilmente entrar y salir el calor de los cuerpos que ellas cubren: lo contrario tiene lugar con las negras y sin pulimento. Estas propiedades de los cuerpos se utilizan

en las máquinas de vapor para impedir los enfriamientos. Así las calderas se recubren con ojas de fieltro y por encima con telas pintadas de blanco. Esta capa de fieltro, llamada forro de la caldera, tiene un grueso de 0.04 m. y sobre ella se instala algunas veces un forro de madera sostenido por planchuelas de hierro que se afirman á las paredes de aquéllas al través de todo el revestimiento. Esto se hace con objeto de evitar el desperdicio de calórico, que por la superficie externa del generador tiene lugar como consecuencia de la radiación.

41.—P.—¿Qué debemos entender por **vapor**?

R.—Un líquido que bajo la influencia del calor ha pasado al estado gaseoso: los vapores son, pues, gases: pero generalmente se designan por **vapores** ó vapor de gas, á los que son líquidos á las temperaturas ordinarias. Para nosotros y siempre que empleemos la palabra vapor, deberemos entender se refiere al vapor de agua.

42.—P.—¿Se necesita que el agua esté muy caliente para que produzca vapor?

R.—No: el agua produce vapor á cualquiera temperatura. La prueba de ello está, en que un cuerpo mojado se pone al aire y aunque éste sea frío se seca: hasta el hielo mismo emana vapor.

43.—P.—¿Qué es **evaporización**?

R.—La conversión lenta del agua en vapor á las temperaturas ordinarias.

44.—P.—¿Y qué es **vaporización**?

R.—Es la producción rápida del vapor cuando se calienta el agua fuertemente, como sucede con las calderas en las máquinas de vapor.

45.—P.—¿Qué es **ebullición**?

R.—Es el estado de un líquido que se reduce ó convierte en vapor en toda su masa, produciéndose grandes burbujas que estallan en la superficie.

46.—P.—¿Hierve el agua siempre á la misma temperatura?

R.—Sí, si ella es pura y está sometida á la misma presión. Bajo la presión atmosférica, la ebullición tiene lugar á los 100° centígrado: pero si el agua se encierra en un vaso ó depósito en el cual se haga un vacío más ó menos perfecto, hervirá á temperaturas cada vez más bajas en proporción á la mayor cantidad de vacío.

47.—P.—¿Suponiendo la presión la misma, hierven todos los líquidos á igual temperatura?

R.—No: bajo la presión atmosférica.

El Alcohol hierve á	78°,6
El Eter á	37°,8

Estos líquidos son más volátiles que el agua.

Los Aceites á	916,0
El Agua del mar á.	100,7
El Agua saturada de sal marina á	108,7
El Mercurio á	360,0

Estos líquidos son ménos volátiles que el agua.

Mezclando con el agua líquidos más volátiles, se adelanta el punto de ebullición. Por el contrario, si se une con líquidos ménos volátiles ó bien se le disuelven sales, se tarda.

48.—P.—¿Hierve ordinariamente el agua en las calderas de vapor?

R.—No; porque para que la ebullición exista, es necesario que la masa líquida esté á una temperatura tal, que la tensión del vapor que á esta temperatura

corresponda sea un poco superior á la presión que soporta esta masa. Y por tanto, en un vaso cerrado como una caldera, el líquido está prensado, digámoslo así, por el vapor que produce y que se encuentra generalmente á la misma temperatura. Las ebulliciones en las calderas, deben ser consideradas como accidentes, teniendo cuidado en prevenirlas y una vez que se presenten, hacerlas desaparecer prontamente, aumentando los fuegos ó disminuyendo la salida de vapor de la caldera. El perjuicio que ocasionaría la ebullición propiamente dicha en la caldera, se traduce en fuertes trepidaciones que hacen padecer las planchas, y en proyecciones de agua en tubos y cilindros etc., con evidente daño.

49.—P.—¿Cuáles son las leyes á que está sujeto el fenómeno de la ebullición?

R.—1.^a La temperatura de ebullición aumenta con la presión.

2.^a Para una presión dada, la ebullición no empieza sino á una temperatura determinada, que varía de un líquido á otro, pero que para igual presión es siempre la misma en un mismo líquido.

3.^a Por muy grande que sea el calor aplicado á un líquido, la temperatura permanece invariable desde el momento que empieza la ebullición.

50.—P.—¿Qué se llama **tensión** y **presión** del vapor?

R.—La **tensión** del vapor, es la fuerza más ó menos grande con la cual él tiende á separar las paredes del vaso que lo contiene: se evalúa generalmente en atmósferas, centímetros de mercurio ó libras.

La **presión** es el resultado de la tensión: esta última, el efecto; aquélla, la causa. Se la mide por el número de kilogramos sobre cada centímetro cuadrado de superficie: así, una tensión de 2 atmósferas ó bien 152 centímetros de mercurio, dá lugar á una presión de dos veces 1'033 kilogramos por centímetro cuadrado de superficie.

Las tensiones del vapor se miden por comparación con la presión media de la atmósfera. Esta equivale á la acción normal de 1'033 kilogramos sobre cada centímetro cuadrado de superficie de un cuerpo cualquiera, ó en medidas inglesas á 14'7 libras sobre pulgada cuadrada. En los barómetros ya hemos visto que la atmósfera se equilibra con una columna de mercurio de 0'76 m. ó de 30 pulgadas próximamente. Por consiguiente, la tensión del vapor puede evaluarse en *kilogramos sobre centímetro cuadrado*, en *libras sobre pulgada cuadrada*, en *centímetros* ó en *pulgadas de mercurio* y últimamente en *atmósferas*.

Por ejemplo: la tensión del vapor es de 2 atmósferas, 2'066 kilogramos, 30 libras, 152 centímetros ó 60 pulgadas de mercurio: cantidades equivalentes entre sí, pues todas ellas significan, que la presión del vapor es doble de la que produciría la atmósfera terrestre.

Para convertir la evaluación de la presión dada en una de estas formas en otra cualquiera de las que pueden emplearse, bastará formar una proporción directa con los datos dados y sus unidades equivalentes.

EJEMPLO I.—¿Cuál es el número φ de atmósferas equivalentes á una presión de 1'40 kg. por centímetro cuadrado?

Por la regla anterior, se tiene:

$$\frac{\varphi}{1'40\text{ks}} = \frac{1\text{at}}{1'033\text{ks}} \text{ de donde } \varphi = \frac{1 \times 1'40}{1'033} = 1'355 \text{ at.}$$

EJEMPLO II.—¿Cuál es el número φ de atmósferas equivalentes á una presión de 80 libras por pulgada cuadrada?

$$\frac{\varphi}{80\text{lbs}} = \frac{1\text{at}}{14'7} \text{ de donde } \varphi = \frac{1 \times 80}{14'7} = 5'4 \text{ at.}$$

EJEMPLO III.—¿Cuál es el número φ de centímetros de mercurio equivalente á 2'710 atmósferas?

$$\frac{\varphi}{2'710\text{at}} = \frac{76\text{cm}}{1\text{at}} \text{ de donde } \varphi = \frac{2'710 \times 76}{1} = 205'92 \text{ cm.}$$

EJEMPLO IV.—¿Cuál es el número φ de kilogramos por centímetro cuadrado, correspondiente á una presión de 2'710 atmósferas?

$$\frac{\varphi}{2'71\text{at}} = \frac{1'033\text{kg}}{1\text{at}} \text{ de donde } \varphi = \frac{2'71 \times 1'033}{1} = 2'80 \text{ kgs.}$$

EJEMPLO V.—¿Cuál es el número φ de kilogramos por centímetro cuadrado, equivalente á una presión de 103 centímetros?

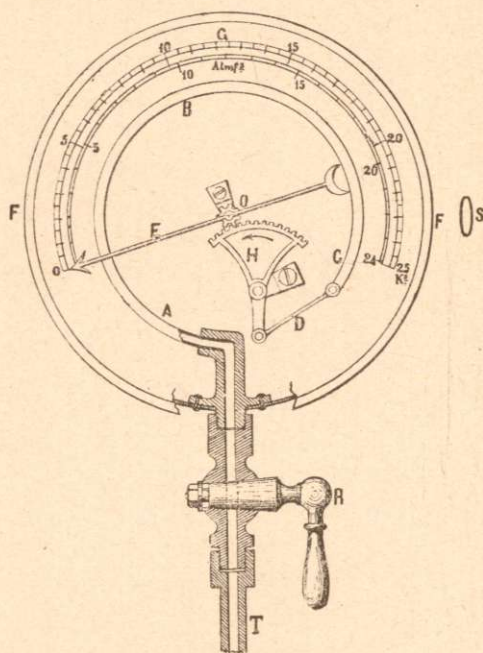
$$\frac{\varphi}{103\text{cm}} = \frac{1'033\text{kg}}{76\text{cm}} \text{ de donde } \varphi = \frac{103 \times 1'033}{76} = 1'40 \text{ kg.}$$

51.—P.—¿Cómo se mide la presión del vapor?

R.—Por medio de los **manómetros**. El más usado es el manómetro metálico de Bourdón. (*Fig. 16.*) Es un tubo de latón encorvado en espiral A B C, de sección elíptica S: una de sus extremidades A comunica con la caldera por el tubo T provisto de una llave R; el otro extremo C está cerrado y lleva la articulación de una pequeña palanca D que puede dar movimiento de rota-

ción á una aguja E alrededor del punto O; el todo está encerrado en un cilindro F y cubierto con un cristal.

Cuando la presión aumenta en el tubo, la sección



(Fig. 16)

tiende á convertirse en circular, el tubo se desarrolla y marca la presión del vapor sobre un cuadrante graduado G. Las divisiones del cuadrante corresponden á centímetros de mercurio, libras ó atmósferas, según la magnitud de las tensiones en que el aparato se emplea. Lo más general en las graduaciones son las atmósferas ó libras.

Algunos manómetros indican solamente el exceso

de presión del vapor sobre la presión atmosférica: este exceso se llama **presión nominal**; es necesario añadirle una atmósfera para obtener la presión. Si el manómetro comunicando con el aire libre, la aguja marca cero, dará la presión nominal: si señala 1 en iguales circunstancias, dará la presión real en atmósferas.

52.—P.—¿Qué se entiende por vapor **saturado**?

R.—Es el vapor en contacto con el líquido que lo produce, como acontece en las calderas.

53.—P.—¿Qué es vapor **desaturado** ó **recalentado**?

R.—Es el que no estando en contacto con el líquido, se eleva á mayor temperatura que éste.

Según que el vapor se encuentre en uno ó en otro caso, así son los usos y aplicaciones que de él se hacen, como más adelante veremos.

54.—P.—¿Qué significa la tensión **máxima** del vapor?

R.—Es la más alta tensión que puede adquirir el vapor saturado: depende únicamente de la temperatura del líquido que lo produce. Contrariamente á la ley de Mariotte, que no es verdadera más que para los gases permanentes ó vapores recalentados, si se disminuye el volumen de un vapor saturado, una parte del vapor se hace líquido; si se aumenta su volumen, una parte del agua se convierte en vapor; pero la tensión es siempre la misma á igualdad de temperatura.

A continuación la tabla con algunas tensiones máximas. La columna **volumen** indica la relación del volumen del vapor saturado al del agua que lo ha producido.

TENSIONES MÁXIMAS DEL VAPOR

Temperaturas en grados centígrados.	Tensión en atmósferas.	Presión en kilog. por centímetros cuadrados.	Volumen.
40	»	0,072	20,343
100	1	1,033	1,695
121,5	2	2,066	896
135	3	3,099	619
145	4	4,132	476
150	5	5,165	389
160	6	6,198	328
164,4	7	7,231	286
»	»	»	»
200,5	15	15,495	»

Se vé por este estado, que el crecimiento ó aumento de la tensión es mucho más rápido que el de la temperatura, puesto que á 200° la tensión no es doble que á 100°, sino cinco veces mayor: asimismo pone la tabla de manifiesto, que á 100° el volumen del vapor es 1,695 veces mayor que el del agua que lo ha producido, y que los volúmenes varían próximamente en razón inversa de las tensiones.

55.—P.—¿Cómo crecen las tensiones de los vapores desaturados ó recalentados, cuando se aumenta la temperatura?

R.—Muy lentamente: su crecimiento es casi proporcional al de la temperatura. Si se toma un vapor saturado á 100° para recalantarlo ó desaturarlo, su tensión á 200° no llegará más que á $1\frac{1}{2}$ atmósferas.

Según lo expuesto hasta aquí, los gases permanentes ó los vapores recalentados, obedecen, cuando la presión que sufren no cambia, á la ley establecida por

Gay-Lussac sobre la dilatación relativa á la temperatura, y que así se expresa:

Los gases permanentes y los vapores desaturados, cuando están á una temperatura y tensión alejada de su punto de licuación, se dilatan una cantidad constante para cada grado de aumento en la temperatura, á condición de que la presión que soporten y que es igual á su tensión, sea constante.

Esta ley con la de Mariotte, permite encontrar la tensión de un vapor recalentado cuando se conoce el coeficiente de dilatación, según se ha puesto de manifiesto en la pregunta 21.

56.—P.—¿Cuál es el calor de **vaporización**?

R.—Para convertir un kilogramo de agua que se encuentre á 0° de temperatura, en vapor á 100°, se necesitan 640 calorías: si el agua en lugar de 0° marcase 100°, entonces solo serían precisas 540.

Estas 540 calorías, que ninguna sensación producen en las indicaciones del termómetro y que se combinan por decirlo así, con las moléculas del agua para convertirlas en vapor, se llama **calórico latente** ó **calor latente**, muy distinto por cierto del calor sensible, que es el que indica el termómetro y acusa la temperatura.

Si el agua marcase 40°, para convertir un kilogramo de ella en vapor á 160°, se necesitarían 60 calorías **sensibles** y 540 **latentes**, formando un total de 600; si se encontrase á 70° y se quisiera el vapor á 200°, serían precisas 30 sensibles y 550 latentes: y en general 640—T, representando T la temperatura inicial del agua que se evapora.

Para mejor comprender la verdadera significación

de **calor latente**, bastará fijarse en la siguiente sencilla explicación.

Si un cuerpo sólido se convierte en líquido, es porque *absorbe calor*; y lo mismo ocurre para que un líquido llegue á evaporizarse.

Cuando un líquido se solidifica, no es ya absorción, sino *emisión* ó desprendimiento *de calor* lo que se efectúa; y otro tanto acontece con la condensación del vapor. Desde el momento que la escala termométrica alcanza la altura ó el descenso que corresponde al principio de cada uno de estos fenómenos enunciados, la *temperatura permanece constante*, sin perjuicio del calor absorbido ó emitido.

57.—P.—El calor total de vaporización, aumenta cuando se quiere convertir el agua en vapor, marcando 121°, 135°, 145°, es decir teniendo una tensión de 2, 3, 4 atmósferas?

R.—Muy poco: **Watt** ha descubierto que en los límites ordinarios, el calor total de vaporización de un kilogramo de agua tomado á t° , es próximamente igual á $640 - t$ cualquiera que sea la temperatura final, de tal manera, que el aumento de calórico sensible está casi compensado por la disminución de calor latente. Esta ley Watt ha sido verificada y corregida por el químico francés Regnault; pero en la práctica se la puede considerar como exacta.

58.—P.—¿Qué es la condensación del vapor?

R.—Es el cambio del vapor al estado líquido, por medio del enfriamiento ó compresión.

59.—P.—¿Cómo se condensa el vapor en las máquinas?

R.—Se hace entrar el vapor en un vaso ó depósito cerrado llamado **condensador**, al cual llega una inyección de agua fría, en cuyo caso se dice que la condensación, se ha verificado ó se verifica por **inyección**: también puede realizarse, pasando el vapor por pequeños tubos alrededor de los cuales circula el agua refrigerante; entonces se denomina condensación por **contacto** ó de **superficie**.

60.—P.—¿Cuál es el calor perdido por el vapor durante la condensación?

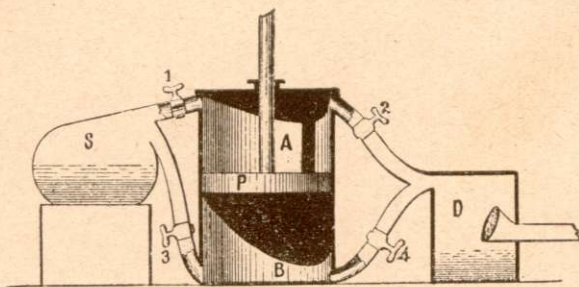
R.—El mismo que el calor de vaporización. El agua de la condensación se mezcla con la de la inyección, y si la mezcla marca 40° , cada kilogramo de vapor habrá perdido $640 - 40 = 600$ calorías.

SEGUNDA PARTE

Descripción de las Máquinas Marinas

61.—P.—Explicad el modo de trabajar el vapor en las máquinas. (*Fg. 17.*)

Consideremos un vaso ó recipiente A B de forma cilíndrica, al cual separa ó divide en dos partes ó secciones un émbolo ó pistón P. Este pistón está unido á un vástago ó barra que sale por la cubierta ó tapa del



(Fig. 17)

cilindro, mediante una garganta que no permite el paso ni al aire ni al vapor. El cilindro comunica por arriba y abajo: 1.º, con la caldera S, en la que se genera ó pro-

duce el vapor; 2.º, con el condensador D, en el cual pasa al estado líquido después de haber trabajado: los cuatro tubos que se vén en la figura pueden ser abiertos ó cerrados por las llaves ó grifos marcados con los números 1, 2, 3 y 4; el aparato no contiene aire.

Si las llaves 1 y 5 están abiertas, el vapor llega á A por encima del émbolo, con una fuerza de 1.033 kilogramos por atmósfera de tensión y por centímetro cuadrado de superficie del pistón, mientras que por la parte baja estando ella en comunicación con el condensador, no experimenta apenas presión alguna: el émbolo desciende, pues, con una fuerza aproximada á 1 kilogramo por atmósfera y centímetro cuadrado.

Cuando el émbolo ha llegado al límite de su curso ó carrera, si se cierran las llaves 1 y 4, y se abren las 2 y 3, se producirá el mismo efecto en sentido inverso y el pistón subirá con la misma fuerza. Moviendo, pues, convenientemente estas llaves, el movimiento podrá continuar indefinidamente, si la caldera suministra constantemente vapor y si la condensación puede efectuarse.

62.—P.—¿Cómo se podrá expresar el trabajo realizado por el émbolo.

R.—Sean:

S, número de centímetros cuadrados de superficie del émbolo.

K, el número de atmósferas de la tensión.

H, el curso ó carrera del pistón expresado en metros.

N, el número de carreras simples ó emboladas por segundo.

P, el número de caballos ó fuerza efectiva.

La fórmula será:

$$P = \frac{K \times S \times H \times N}{75}$$

ó bien si N' representa el número de las dobles carreras ó emboladas completas en un minuto:

$$P = \frac{2 \times K \times S \times H \times N'}{60 \times 75}$$

Vamos á raciocinar sobre esta fórmula para explicar su fundamento:

Sabemos que la presión por centímetro cuadrado y por atmósfera, es 1,033 kg.: pero esta presión es en parte contrarestada por la del vapor que está en comunicación con el condensador, por lo cual se desprecia la fracción decimal y se admite como de 1 kilogramo por centímetro cuadrado y atmósfera, la presión efectiva.

Tenemos, pues, que,

$K \times S$, es el número de kilogramos para toda la superficie del émbolo;

$K \times S \times H$, es el trabajo para una excursión ó carrera simple del mismo;

$K \times S \times H \times N$, es el trabajo en un segundo;

Y puesto que el caballo efectivo de vapor está representado por 75 kilogrametros en un segundo, $\frac{K \times S \times H \times N}{75}$, será el número de caballos de vapor.

Si N' representa el número de veces que se ha efectuado el movimiento completo del émbolo, es decir, la doble carrera de ida y vuelta que produce una revolución completa en el eje de la máquina en un minuto, entonces:

$2 \times K \times S \times H \times N'$ será el trabajo en un minuto: si la dividimos por 60 será en un segundo, y dividido además por 75, nos dará el número de caballos.

Se obtiene una fórmula más exacta, reemplazando K por $p - p'$, siendo p la presión en kilogramos por centímetro cuadrado del vapor al salir de la caldera, y p' la del condensador.

Si la máquina no tiene condensación, ó por mejor decir, si el condensador es la atmósfera, p' será igual á 1,5 kg. próximamente.

Ejemplo: Se desea saber el trabajo realizado por un cilindro en las condiciones siguientes:

Diámetro del émbolo=1 metro. Tensión del vapor =160 libras ó 11 atmósferas. Carrera del émbolo=40 centímetros. Número de excursiones por segundo 3, ó completas en el mismo tiempo 1'5.

La fórmula es:

$$P = \frac{2 \times K \times S \times H \times N'}{60 \times 75}$$

$K=11$.

$S=\pi r^2=3.141 \times (50)^2=3,141 \times 2,500=7852 \text{ cm}^2$

$K=0,40$ metros.

$N'=90$ por minuto.

Sustituyendo:

$$P = \frac{2 \times 11 \times 7852 \times 0,40 \times 90}{60 \times 75} = 1391 \text{ caballos.}$$

Podíamos haber empleado esta otra fórmula:

$$P = \frac{D^2 \times C \times N \times P'}{0.28647}$$

Siendo D=Diámetro del émbolo expresado en metros.

C=Su carrera también anotada en metros.

N=Número de revoluciones por minuto.

P'=Presión en kilogramos por centímetro cuadrado de superficie.

Sustituyendo

$$P = \frac{1 \times 0,40 \times 90 \times 11}{0,28617} = 1382 \text{ caballos.}$$

Para los Maquinistas de la Compañía Trasatlántica tiene preferente aplicación la fórmula inglesa que á continuación insertamos:

FUERZA EFECTIVA PARA CADA CILINDRO

$$F = \frac{(\text{Diámetro})^2 \times 0,7854 \times \text{Presión} \times \text{Carrera} \times 2 \times \text{Revoluc.es}}{33000.}$$

El diámetro en pulgadas; la presión en libras; la carrera en piés. Resultado, caballos efectivos.

Apliquemos los datos del ejemplo anterior á ella, convirtiendo antes en medidas inglesas las métricas.

Diámetro del émbolo, 1 metro=39'36 pulgadas.

Carrera del » 0'40 » =1'312 piés.

Tensión del vapor 11 atmósferas= 160 libras.

Revoluciones = 90.

$$F = \frac{(39'36)^2 \times 0,7854 \times 160 \times 1'312 \times 2 \times 90}{33000} = 1393 \text{ caballos efects}$$

Todavía más sencillo que la anterior fórmula, es el tipo de cálculo que presentamos á continuación, en el que solo multiplicaciones deben hacerse, mediante colocar el número constante 0'000238 en sustitución de la división de 0'7854 por 33000.

Aplicando los mismos datos del anterior ejemplo,

39'36		Diámetro en pulgadas.
39'36		
23616		
11808		
35424		
11808		
1549'2096		Cuadrado del diámetro.
1'31		Carreras en piés.
15492096		
46476288		
15492096		
2029'464576		
180		Duplo de las revoluciones.
26232		
2029		
365220		
160		Presión por pulgada cuadrada.
219132		
36522		
58435200		
0'0000238		Cantidad constante.
4674816		
1753056		
1168704		
1390'7577600		Caballos de fuerza

La **presión media** es la que se utiliza para este cálculo y debe ser obtenida por medio de los diagramas.

Otro ejemplo: ¿Cuál es la fuerza en caballos de una máquina con las siguientes características;

D=5 piés, carrera=72 pulgadas, R=30 y presión=60?

60		Diámetro en pulgadas.
60		
3600		
6		Carrera en piés.
21600		
60		Duplo de las revoluciones.

1296000	
60	 Presión en libras.
77460000	
0'0000238	 Cantidad constante.
62208	
23327	
15552	
1850'6880000	 Caballos de fuerza.

63.—P.—¿Estás fórmulas dán realmente la potencia de una máquina?

R.—No, por varias razones: 1.º, en ellas se supone que el valor tiene la misma tensión en el cilindro, lo cual nunca se verifica, como más adelante evidenciaremos; 2.º, los resultados que se obtengan solo podrán representar el trabajo del pistón; porque para obtener el del propulsor sería necesario restar todas las resistencias inútiles ó pasivas, que ocasionan los rozamientos de las piezas movibles, el trabajo de la bomba de aire, el de la alimentación, etc., etc.

En una buena máquina el trabajo del propulsor es aproximadamente la mitad de el del émbolo.

64.—P.—¿Qué se entiende por **fuerza nominal** de una máquina?

R.—Es la potencia de esta máquina calculada por una fórmula oficial, según las dimensiones de los cilindros y número de excursiones de los émbolos, sin tener en cuenta la expansión variable y funcionando á baja presión. La fuerza real es, pues, mucho mayor que la nominal, que no indica más que el valor mercantil de la máquina.

65.—P.—¿Cuáles son los órganos esenciales de una máquina de vapor marina?

R.—1.º Un aparato que produzca vapor, con una tensión determinada para la resistencia que deba vencer el pistón, y en cantidad suficiente para obtener el número de revoluciones necesarias á la velocidad que se quiera dar al buque: este aparato ú órgano, es la **caldera ó generador**.

2.º El **cilindro de vapor** ó simplemente **cilindro**, cuyo objeto ya ha sido explicado.

3.º El aparato destinado á la distribución ó **distribuidor**, que llena el oficio de las 4 llaves ó grifos indicados para la demostración elemental del juego del vapor.

4.º El **condensador**, recipiente de forma arbitraria, en el cual el vapor pasa al estado líquido.

5.º La **inyección**, tubo terminado en regadera, dentro del condensador, y por el cual el agua del mar se precipita en lluvia fina enfriando el vapor.

6.º La **bomba de aire**, que extrae el agua de la inyección y el aire para conducirlos á la **cisterna**.

7.º La **cisterna**, recipiente de forma arbitraria, donde se deposita el agua que ha de servir para la alimentación, y cuyo excedente vuelve al mar por medio del **tubo de descarga**.

8.º La **bomba alimenticia**, que toma el agua de la cisterna y la conduce á las calderas.

9.º El sistema de transmisión del movimiento del émbolo al eje de la máquina por el intermedio de las **barras de conexión y cigüeñales**.

10.º El **eje principal**, con sus accesorios los ejes secundarios y el de cigüeñales.

11.º Los propulsores, ya sean **ruedas de paletas** ó **hélices**.

66.—P.—¿La producción más ó menos grande de vapor en las calderas, á qué condiciones obedece?

R.—Principalmente á la cantidad de combustible quemado, y por consecuencia, á la magnitud de superficie de emparrillado, á la forma, al buen estado de conservación de las calderas y al modo de utilizar los fuegos.

67.—P.—¿Con la misma caldera y quemando igualmente bien en todos casos la misma cantidad de combustible, podrá obtenerse la misma fuerza con tensiones diferentes, es decir de 1, 2, 3 ó 4 atmósferas, por ejemplo?

R.—Sí, si el empleo ó utilización del vapor es el mismo bajo el punto de vista del gasto de condensación.

En efecto, Watt ha evidenciado ser necesario el mismo número de calorías para obtener un kilogramo de vapor á 1, 2 ó 3..... atmósferas. Además á igual peso de vapor, cuanto mayor es la tensión, más pequeño es el volumen (véase la tabla inserta en la pregunta 51), de tal manera, que el producto $K \times S \times H \times N$, que es proporcional al trabajo de vapor utilizado é igual á su volumen $S \times H \times N$ multiplicado por su tensión K , es un número constante.

68.—P.—¿Puede, pues, en una misma caldera producirse el vapor á tensiones diferentes?

R.—Sí, bastará disminuir el gasto ó consumo del vapor para que la tensión se eleve.

69.—P.—¿Cuál es el límite de la tensión á que se puede llegar?

R.—Lo marca la resistencia de la caldera. Así, cuando la vaporización regular está ya establecida, si no se dá paso al vapor para utilizarlo en la máquina ni tampoco se envía á la atmósfera por el tubo de desahogo, la presión aumentará continuamente hasta que la caldera haga explosión. Las calderas se prueban ó ensayan generalmente, á presiones muy superiores á las que se adoptan para ellas mismas como regimen ordinario de servicio ó trabajo.

70.—P.—¿Qué ventajas presentan las máquinas de baja presión?

R.—Poderse utilizar con ellas calderas ya en uso, sin temor á accidentes; ser poco numerosos en todo el sistema los recalentamientos; necesitar menor cantidad de materias lubricadoras; y en general, ser mejor y más fácil y económica la conservación del aparato.

71.—P.—¿Cuáles son los inconvenientes?

R.—A igualdad de potencia, los cilindros tienen que ser mayores; el aparato en conjunto más voluminoso; la condensación debe ser forzada; las averías en el condensador ó bomba de aire, impiden seguir funcionando; pero la mayor desventaja estriba, en que las bajas presiones no permiten utilizar el empleo en grande escala de la expansión.

Las bajas presiones se estiman de $1 \frac{1}{2}$ atmósferas.

72.—P.—¿Cuáles son las ventajas de las máquinas de alta?

R.—El aparato motor es más reducido; se puede suprimir el condensador, con lo cual queda la máquina

más sencilla, y si lo tiene puede de él prescindirse en caso de avería, sin que por eso deje de funcionar la máquina. La expansión puede y es suficientemente grande para utilizarla con notoria ventaja, alcanzando una gran economía en el combustible y permitiendo regular á voluntad la velocidad.

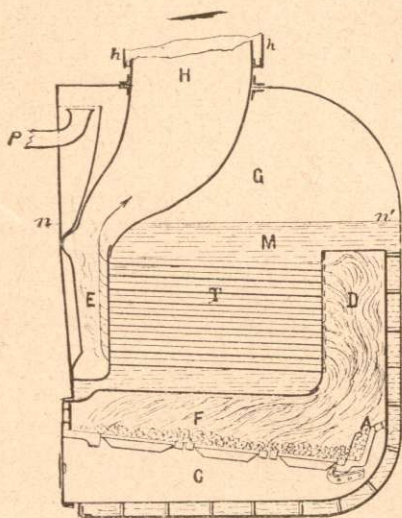
73.—P.—¿Cuáles son las presiones generalmente empleadas en la marina?

R.—Refiriéndose á buques recientemente construi-

dos, solo se utilizan las altas, que han llegado en algunos vapores mercantes como el MONTEVIDEO, á la enorme cifra de 180 libras ó 12,2 atmósferas. El crucero REINA REGENTE trabajaba con 150 libras.

75.—P.—¿Cuál es la caldera ordinariamente empleada en la marina? (*Figs. 18, 19, 20 y 21.*)

R.—La caldera tu-

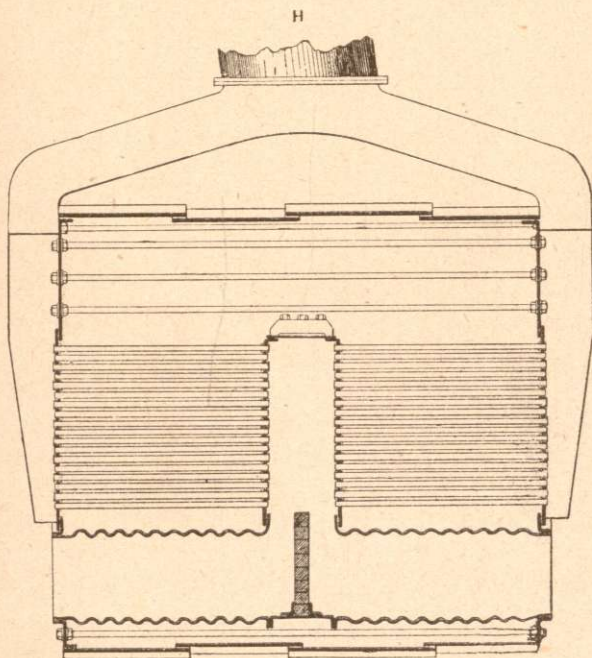


(*Fig. 18*)

bular de llama de retorno, representada en corte por la (*fig. 18*), para poder mejor ser analizada, y la tubular cilíndrica de doble frente, cuya estructura pónese claramente de manifiesto mediante la simple inspección de las figuras 19 y 21.

Esta última caldera ó sea la de **doble frente**, es la que utilizan los buques de crecido tonelaje, cuyas máquinas trabajaban con presiones superiores á 100 libras por pulgada cuadrada.

En los buques de algún porte, el generador está formado por varios grupos de calderas relacionados con el tubo general de vapor, mediante una **válvula de comunicación** (*fig. 20*), que permite no emplear más que el número de calderas que se juzga necesario.



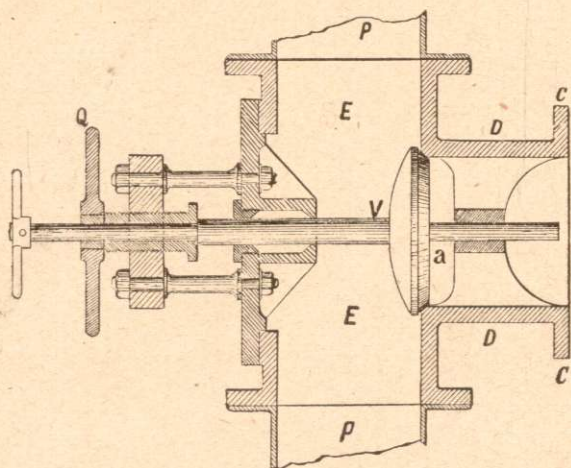
(Fig. 19)

Esta válvula de comunicación que tan importante papel juega, la describiremos más adelante.

A las calderas mencionadas podemos agregar las Belleville, de aplicación ya hoy en algunos trasatlánticos franceses.

El principio en que están éstas fundadas no es otro, que el de hacer llegar el agua á superficies muy caldeadas, mediante lo cual rápidamente se vaporiza, al mismo tiempo que por sí mismo renueva el líquido con el movimiento ascensional que dentro de la tubería caldeada adquiere.

Al contrario de lo que acontece en las calderas ordinarias, el líquido circula por los tubos que la llama

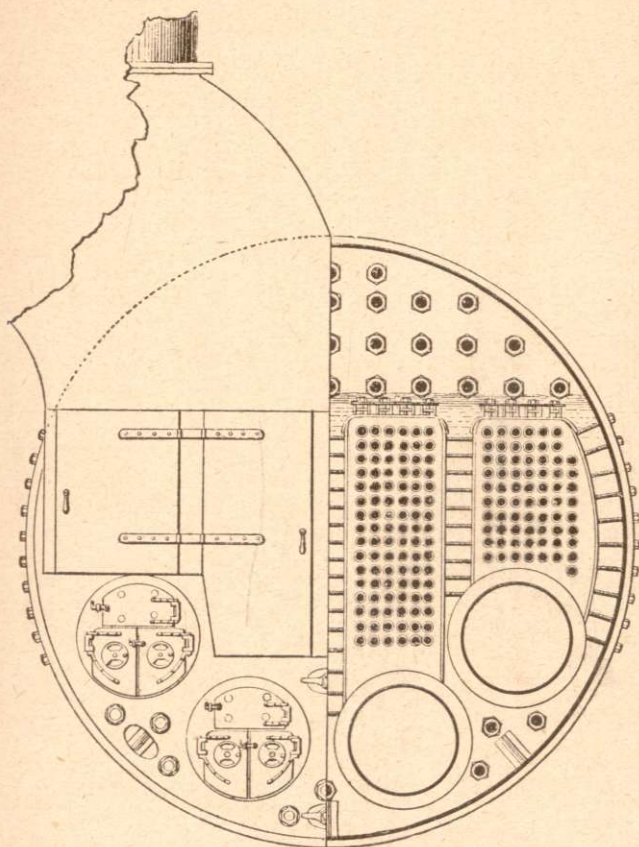


(Fig. 20)

envuelve, los cuales están colocados en haces superpuestos y con comunicación entre sí, por cuyo medio se obtiene en alto grado la absorción rápida del calor, que es en lo que estriba su más esencial ventaja.

76.—P.—¿Cuál es el metal empleado generalmente en la construcción de las calderas?

R.—La plancha de hierro, cuyo espesor varía de 8



(Fig. 21)

á 30 mm., según la presión de regimen y la región de la caldera que se considera: las partes expuestas á la

acción directa del fuego, tienen mayor espesor y hasta una forma adecuada al objeto. Las planchas son remachadas las unas sobre las otras. El acero empieza á utilizarse con bastante éxito.

77.—P.—¿Cuál es la forma general de las calderas? (*Fig. 18.*)

R.—Para las máquinas que funcionan á bajas y medias presiones, el tipo más usado es el de forma de paralelepípedo rectángulo con los ángulos redondos: tienen próximamente 3 metros de fondo, siendo el alto y ancho variables.

Cada caldera lleva de 3 á 4 **hornos**, los cuales están divididos en dos partes por la superficie de parrillas, y ligeramente inclinados hácia el fondo para facilitar cargar el horno: entre cada dos parrillas se deja un claro ó hueco próximamente de 1 cm.; el ancho de las mismas es de 3 cm.

La série de barras paralelas que llamamos parrillas, divide al horno en dos regiones como hemos dicho, llamándose **hogar** la superior y **cenicero** la otra.

En los generadores que trabajan á altas presiones, la forma de las calderas es cilíndrica. (*Figs. 19 y 21.*) El adoptar este tipo obedece entre otras razones, á la imperfección con que las paredes planas resisten sin deformarse los grandes esfuerzos ó presiones.

Las calderas cilíndricas son, pues, más fuertes que las prismáticas y su construcción más sencilla, porque su natural resistencia dispensa de emplear tantas consolidaciones como exigen las prismáticas, cuya ventaja principal está en la fácil estiva ó colocación á bordo, y en lo que favorece su forma la buena disposición de los

diversos elementos de que se compone.

78.—P.—¿Cómo están colocados los **tubos**?

R.—Los tubos T (*fig. 18*), están colocados por encima de los hornos: son cilíndricos y se disponen en haces paralelos, variando su número entre 60 y 80: su diámetro de 5 á 6 centímetros, su longitud 2 m. y el espesor ó grueso de la plancha de que están formados de 2 á 3 mm.

Sirven para aumentar la superficie de calefacción, pues por ellos circulan los gases de la combustión estando circundados por el agua.

El material de que se construyen es, hierro batido, acero, latón y en algunos casos, cobre. Se aseguran de varios modos á las **placas de tubos** que los sostienen, siendo el procedimiento más general y fácil, fijar sus bocas á los orificios abiertos en las placas, remachando enseguida el borde los tubos. Otros se fijan por medio de férulas de hierro ó acero que se ajustan á viva fuerza.

Las llamas salen por el fondo de los hornos, entran en la **caja de fuego** D, pasan por los tubos y salen á la parte anterior ó delantera de la caldera, en la **caja de humos** E: de allí escapan para la chimenea H.

79.—P.—¿Qué se entiende por **superficie de calefacción**?

R.—Toda la superficie de las regiones y conductos porqué las llamas pasan; la que está expuesta á la acción inmediata de los fuegos, acostumbra á nombrarse superficie directa de caldeo.

80.—P.—¿Qué es la **caja de fuegos**? (D. *Fig. 18.*)

R.—Es la parte de la caldera situada por detrás de los hornos y en cuyo interior se reúnen los gases de la combustión al salir de los hogares. Generalmente para cada horno existe una caja de fuego, y en determinados casos una sola para todos ellos.

81.—P.—¿Qué es la **caja de humos**? (E. *Fig. 18.*)

R.—Es la parte de la caldera situada encima de los hornos y delante de los tubos. A su salida de los tubos los gases penetran en la caja de humos, que suele ser común para todos los haces de tubos ó para todos los hogares. Esta caja comunica con la chimenea, y además lleva siempre puertas ordinarias giratorias situadas verticalmente, que se utilizan para registrar y limpiar las cajas, así como á los tubos con que comunican.

82.—P.—¿Qué es la **cámara de agua**?

R.—Con este nombre se designa la capacidad destinada para el líquido: ella envuelve todos los conductos y cajas porque las llamas circulan, elevándose hasta una altura mn' de 10 á 15 cm. por encima de la última línea de tubos.

83.—P.—¿Qué es la **cámara de vapor**? (G. *Fig. 18.*)

R.—Es toda la parte de la caldera situada por encima del agua y ocupada por el vapor.

84.—P.—¿Qué se entiende por segundo puente ó **plancha muerta**? (A. *Fig. 18.*)

R.—Es una plancha revestida de ladrillos refractarios, colocada en el fondo de los hornos, sobre la cual descansan las extremidades de las parrillas, y que además por su forma especial, detiene el combustible é impide sea la plancha quemada.

85.—P.—¿Qué es la **toma de vapor**? (P. *Fig. 18.*)

R.—Es un tubo adicional que partiendo de la cámara de vapor de la caldera, se une al tubo general del vapor.

86.—P.—¿Qué es la **válvula de comunicación?** (V. *Fig. 20.*)

R.—Es una válvula, movida por tornillo, que permite cerrar la toma de vapor y hacer un cuerpo de caldera independiente del resto de los generadores. Llámase de comunicación, porque una vez abierta, deja pasar el vapor que de cada caldera sale al tubo que lo conduce á la máquina.

La fig. 20 representada por medio de un corte horizontal, reproduce la disposición más generalmente adoptada para las válvulas de comunicación, cuyo objeto en el párrafo anterior queda expresado.

Al frente C de la caldera se fija la arandela de un corto tubo D, que arranca de la caja cilíndrica E., lazo de unión de los dos trozos de tubo P, que forman el tubo general del vapor.

La válvula de comunicación se compone de un casquete esférico V de bronce, que descansa ó se apoya en un rebajo anular a del mismo metal.

Para que la válvula no se desvíe de la dirección rectilínea en que ha de moverse, sirve el eje horizontal ó vástago que en la figura se observa.

Con la rueda ó volante Q, se alcanza la mayor ó menor separación del casquete V en el rebajo anular a. Movimiento este que es muy interesante se efectúe gradualmente y con bastante lentitud, para salvar los inconvenientes que acompañan á una repentina salida de la caldera de una considerable cantidad de vapor.

La disposición del vástago y del volante, cuyos por-menores muestra bien claramente el dibujo, permiten la ejecución del movimiento en los términos dichos.

87.—P.—¿Cuáles son las otras instalaciones ú órganos indispensables al buen funcionamiento de las calderas?

R.—Estos son:

La chimenea y la camisa de la chimenea.

Los estay y tirantes.

El tubo de toma de agua y de extracción á mano.

Los tubos de extracción continua.

El tubo de alimentación.

Los indicadores de nivel y grifos de prueba.

Los manómetros.

Las válvulas de seguridad.

La válvula atmosférica.

88.—P.—¿Qué es la **chimenea**? (H. *Figs 18 y 21.*)

R.—Es un cilindro de plancha de hierro, que partiendo de la caldera, atraviesa las cubiertas y se eleva algunos metros por encima de la última. La chimenea es el conducto en donde terminan las corrientes de los gases de la combustión, hasta su salida á la atmósfera; sirve para producir el tiro y elevar los humos á la suficiente altura para que no ocasionen daño en la cubierta alta. Las chimeneas son **fijas**, de **rebatimiento** ó de **telescopio**. Se aseguran ó afirman por medio de cabos de cadena llamados vientos, los que deben ser aflojados cuando se enciende.

89.—P.—¿Qué es la **camisa de la chimenea**? (h. *Figura 18.*)

R.—Es una envuelta de plancha que rodea la chi-

menea á una distancia de 15 á 20 centímetros, y se eleva hasta 1,5 m. ó 2 m. por encima de la cubierta alta. El aire circula entre estos dos cilindros, y esta instalación impide el que las cubiertas sean quemadas.

Se acostumbra también á llamar **guarda-calor**.

90.—P.—¿Qué son los **tirantes** y **estays**?

R.—Para que las cámaras de combustión, como hornos, cajas de fuego ó cajas de humos, conserven sus posiciones relativas con respecto á las paredes de las calderas, se emplean cabillas de hierro cilíndricas más ó ménos gruesas, llamadas **tirantes** y que consolidan la colocación de estos departamentos. Los tirantes se instalan de modo que cada uno de sus extremos se fije á dos paredes opuestas.

Los **estays** propiamente dichos, son de menor longitud que los tirantes y se les destina para ligar unas partes con otras.

91.—P.—¿Qué es el **tubo de toma de agua** y de **extracción á mano**?

R.—Es un tubo que partiendo del fondo de cada cuerpo de caldera, está en comunicación con el mar por debajo de la flotación; un grifo ó llave y más generalmente unas válvulas llamadas **kinstongs**, permite abrirlo ó cerrarlo. Sirve para dejar entrar el agua del mar en las calderas cuando se quieren llenar, para hacer la extracciones periódicas ó á mano, y para dejar salir el agua de la caldera cuando se la quiere vaciar y existe presión conveniente.

92.—P.—¿Qué son los **tubos de extracción continua**?

R.—Son los que comunicando por un extremo con

el mar y por otro con la caldera, á diferentes alturas de ésta, permiten por medio de llaves regular la abertura de salida y por consiguiente la cantidad de agua arrojada.

93.—P.—¿Qué es el tubo de alimentación?

R.—Es un tubo que pone en comunicación la caldera con el depósito para la alimentación: una llave regula la abertura.

94.—P.—¿Qué es el tubo de nivel?

R.—Es un tubo de cristal grueso, cuya mitad corresponde próximamente al nivel normal del agua en la caldera: está sostenido en sus dos extremos por dos armazones de metal: comunica con el interior de la caldera por dos tubos: el superior vá á la cámara de vapor y el inferior á la parte baja de la misma ocupada por el agua: ambos están provistos de llaves ó grifos. Una tercera llave que lleva el tubo de nivel en su parte inferior y la que generalmente se conserva cerrada, permite limpiarlo cuando se considere conveniente, utilizando la presión del vapor.

95.—P.—¿Qué son los grifos de prueba?

R.—Tres grifos colocados en la parte anterior de la caldera y á la altura de un hombre, comunicando con el interior por medio de tubos: el de enmedio está colocado á la altura del nivel normal: el superior algunos centímetros más arriba, y el inferior algunos más abajo.

Cuando el nivel del agua en la caldera es bueno, si se abre el alto, no debe salir por él más que el vapor; abriendo el de abajo, agua solamente; y si el nivel es

exacto, abriendo el de enmedio deberá salir una mezcla de agua y vapor.

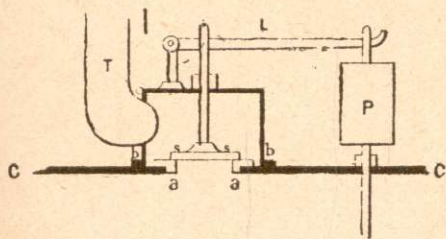
96.—P.—¿Qué es un **manómetro**?

R.—Ya se ha dicho que es el instrumento destinado á medir la presión del vapor. El más usado es el de Bourdon ó manómetro metálico. (51 y *fig. 16.*)

97.—P.—¿Qué es una **válvula de seguridad**? (*Figura 22.*)

R.—Es el aparato que deja escapar el vapor por el **tubo de desahogo T**, cuando la presión aumenta consi-

derablemente, bien por exceso en la manera de sostener los fuegos con relación al gasto ó consumo de vapor, ó ya por parada de la máquina.

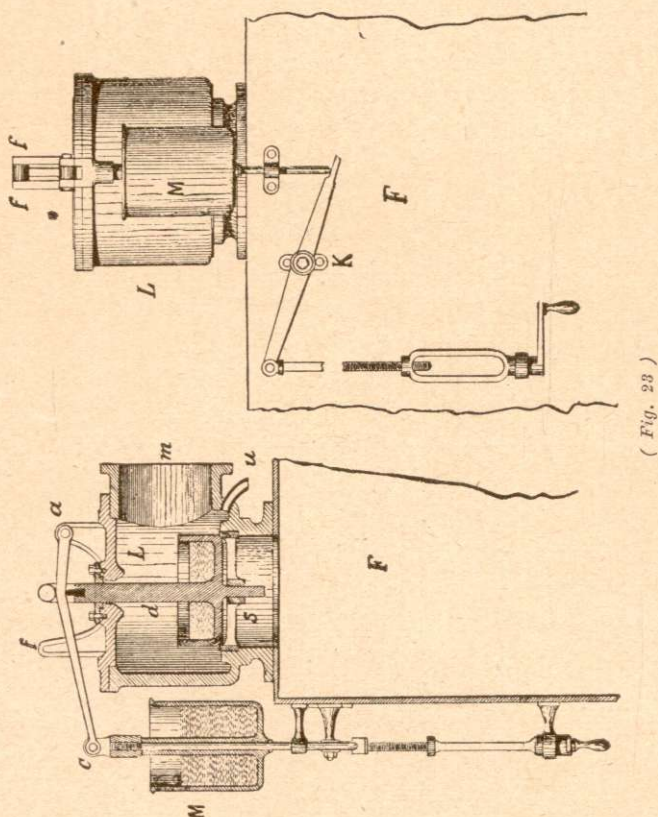


(*Fig. 22*)

Sobre la pared superior de la caldera se traza una abertura circular, que se refuerza con una placa de fundición igualmente agujereada, y sobre la cual se fija un anillo de bronce *a*; este es el descanso de la válvula. La abertura de este anillo está cerrada por un disco de bronce provisto de un vástago ó barra perpendicular á su plano: esta es la válvula *s*. El todo está envuelto ó encerrado en una caja cilíndrica *C*, cuya parte superior atraviesa el vástago de la válvula: de esta caja parte el tubo de evasión ó desahogo, que luego se prolonga adosado á la chimenea. La válvula se mantie-

ne ordinariamente cerrada por una palanca *L* que se apoya en el vástago, y en cuyo extremo lleva un peso *P*.

La válvula de seguridad no puede por sí misma abrirse, sino cuando la presión del vapor que se ejerce



(Fig. 23)

de abajo hacia arriba, es superior á la del peso que obra de arriba á bajo: pero puede hacerse á voluntad del ma-

quinista, levantando este peso por medio de palancas articuladas.

Cada cuerpo de caldera debe tener dos válvulas de seguridad: su diámetro, la zona anular, su carga, etc., son fijadas por reglamentación obligatoria.

Para la mejor y más completa ilustración en lo referente á válvulas de seguridad de contrapeso, incluimos la fig. 23, dedicada á poner claramente de manifiesto el interior y exterior de la misma.

Representa la caldera Y, en cuya parte superior vá convenientemente atornillada la caja de la válvula L.

Esta caja es indispensable, pues sirve para recibir el asiento de la válvula, é impedir que el vapor que por ella escapa vaya á parar á las cámaras de máquinas y calderas. La parte superior está atornillada á fin de permitir el reconocimiento interior sin necesidad de desmontar la caja.

m, arranque del tubo de desahogo por el cual el vapor pasa á la atmósfera: u, tubo para purgar la caja de la válvula del vapor que en ella se condensa: s, asiento de la válvula: d, vástago de la misma que tiene su salida por el prensa situado en la tapa de la caja: aC, palanca que oscila alrededor del eje a. ff, piezas situadas en la tapa de la caja y cuya misión estriba en sostener en un plano vertical la palanca aC en sus movimientos oscilatorios: M, contrapeso de la válvula y su vástago; está formado por un cilindro hueco, dentro del cual se deposita el plomo suficiente ó necesario para la carga: K, palanca para maniobrar á mano con la válvula.

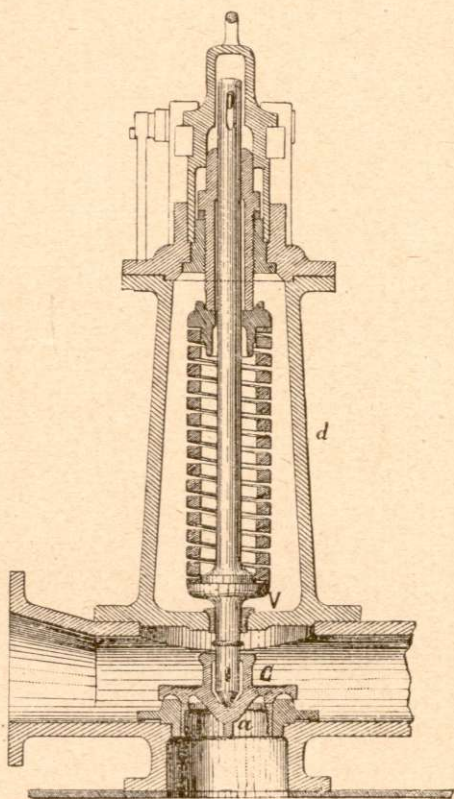
Las válvulas de contrapeso tienen el inconveniente,

de que como á bordo siempre se producen balances y cabezadas, se inclinan los vástagos, y el peso total de la carga de cada válvula, que actúa siempre en sentido vertical, forma un ángulo más ó menos grande con ellos; de modo, que tan solo se aprovecha para deter-
minar el cierre de las válvulas, la componente de dicho

peso dirigida según cada vástago.

Por esta razón, en la actualidad se sustituyen las cargas muertas con muelles espirales, cuyo peso es reducido.

Uno de los tipos de válvula de muelle que mejor satisface esta necesidad, es la de Adams, representada por la fig. 24 en corte para que pueda ser analizado su interior.



(Fig. 24)

Se compone de un disco circular de bronce a, con un canal anular en su contorno. Varios nervios radiales guían su movimiento vertical. El cierre se obtiene por el simple ajuste de una faja de la misma válvula sobre análoga superficie de su asiento.

El vástago V de cada válvula, unido á esta por un pasador, lleva en su parte alta el muelle que fija la carga, al cual se le encierra en una caja cilíndrica d, superpuesta á la de las válvulas para librarlo de la acción oxidante del calor y la humedad. El vástago después de atravesar un prensa, termina finalmente en una cruzeta desmontable que permite asegurarse de la sensibilidad de la válvula y abrirla si necesario fuere.

El rasgo característico de estas válvulas Adams que acabamos de describir consiste, en la canal anular de sus discos. Mientras se encuentran cerradas, solo ejerce el vapor presión en la sección de ellas, correspondiente al orificio que obtura. Pero una vez levantada, el vapor choca con toda la cara baja de su disco, penetrando en la canal, con lo que aumentada la presión en el disco, precisamente cuando más se necesita por aumentar la resistencia del muelle á medida que se le comprime, deja la válvula franca salida al vapor de la caldera.

Terminaremos estas ligerísimas nociones sobre las válvulas de seguridad, presentando algunos ejemplos acerca del procedimiento para calcular la carga con que éstas deben ser dotadas según los casos.

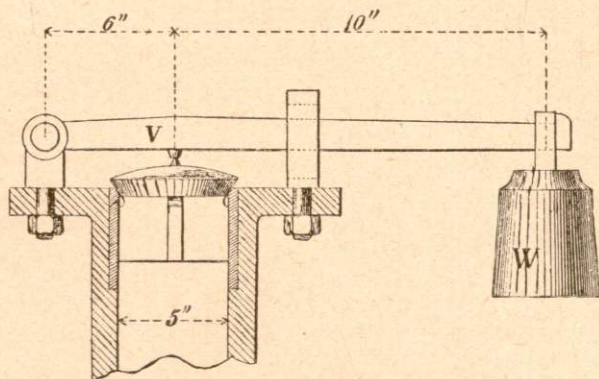
La regla que deberá seguirse es la siguiente:

1.^a *Determinese el área de la válvula y multiplíquese por la presión por pulgada cuadrada.*

2.^a De este producto réstese la suma de los pesos de la palanca y de la válvula.

3.^a Fundados en la teoría de la palanca ó sea, producto de la fuerza por la distancia al punto de apoyo igual á la resistencia por la distancia al mismo punto, multiplíquese el resultado anterior por la distancia al punto de apoyo y divídase por la distancia de la resistencia al mismo punto, con lo que obtendremos el peso en libras.

EJEMPLO I.—Hallar el peso que debe colocarse en el extremo de una palanca de una válvula de seguridad que ha de funcionar con 20 libras de presión, siendo el diámetro de la misma de 5 pulgadas, la distancia de la potencia al punto de apoyo 6" y de la resistencia al mismo punto 16". El peso de la palanca es de 80 libras y el de la válvula 12 libras.



(Fig. 25)

La fig. 25 ayudará á formar más claro juicio del problema.

Partiendo de que la teoría de la palanca aplicada á

este caso es $P \times 6 = R \times 16$, y que queremos hallar á R , ésta será igual á $\frac{P \times 6}{11}$.

De modo que será preciso practicar las siguientes operaciones, cuyo tipo de cálculo presentamos:

$$\begin{array}{r}
 3'141 = \pi \\
 6'25 = r^2 \\
 \hline
 15705 \\
 6282 \\
 \hline
 18846 \\
 19'63125 \text{ Area de la válvula.} \\
 20 \text{ Presión.} \\
 \hline
 392'62500 \text{ Presión que sufre el área.} \\
 92 \text{ Descuento por pesos.} \\
 \hline
 300'625 \\
 6 \\
 \hline
 1803'750 \mid 16 \\
 20 \quad 112'734 \text{ libras} = R. \\
 43 \\
 117 \\
 55 \\
 70 \\
 6
 \end{array}$$

EJEMPLO II.—Hallar el peso que debe colocarse al extremo de la palanca de una válvula de seguridad, que debe sufrir una presión de 30 libras por pulgada cuadrada, siendo el diámetro de la válvula de 6 pulgadas, la distancia del punto de apoyo á la válvula, de 2, y de ésta al peso, de 14.

El peso de la palanca es de 49 lbs. y el de la válvula 9 lbs.

$$\begin{array}{r}
 3'141 = \pi \\
 9 = r^2 \\
 \hline
 28269 = \text{Area de la válvula.} \\
 30 = \text{Presión.} \\
 \hline
 \end{array}$$

848'070 = Potencia.

58 = Descuento por pesos.

790'07

2

1580'14 | 16

140 98'75

121

94

14

98.—P.—¿Cómo deben **abrirse** las válvulas de seguridad?

R.—Debe hacerse muy lentamente; si así no se practicase disminuiría rápidamente la presión, dando lugar á choques violentos que podrían producir la separación de las planchas: asimismo se manifestarían proyecciones de agua, que tanto perjudican á los cilindros.

99.—P.—¿Qué es una **válvula atmosférica**?

R.—Es una válvula que se abre de fuera hácia adentro ó del exterior al interior en la cámara de vapor. Cuando los fuegos se apagan y se vacía la caldera, la presión interior disminuye rápidamente, y la presión exterior ó sea la atmósfera, destruiría la caldera que no está construida sino para resistir presiones interiores. Es por esto, que la válvula por su disposición permite automáticamente dar entrada al aire exterior, tan luego como la presión interior se hace inferior á la atmosférica, evitando así la producción de los males é inconvenientes apuntados.

100.—P.—¿Qué es una **extracción**?

R.—Es el envío al mar, utilizando la presión del vapor, de una parte del agua de la caldera por medio de cualquiera de los tubos de extracción.

101.—P.—¿Porqué se hacen las extracciones?

R.—Para impedir las sales que siempre contienen todas las aguas que se emplean y más particularmente la del mar, las cuales se depositan sobre las paredes de las calderas formando depósitos é incrustaciones.

102.—P.—¿Qué son **depósitos**?

R.—Materias fangosas y salinas que se depositan sin tomar consistencia sólida.

103.—P.—¿Qué son **incrustaciones**?

R.—Materias excesivamente duras que se forman sobre la superficie de caldeo, por la acción del calor sobre los depósitos salinos. Después de una navegación un poco larga, es tal la adherencia de las incrustaciones, que hay necesidad de emplear el buril para desprenderlas.

104.—P.—¿Cuáles son los inconvenientes de las incrustaciones?

R.—Ellos son muy graves: 1.º Siendo estas materias malos conductores del calórico, impiden que el calor de los hogares llegue al agua, ocasionando así una gran pérdida de combustible.

2.º Por esta misma razón, el calor se acumula sobre las planchas y las enrojece; por consiguiente disminuye notablemente su resistencia y algunas veces hasta las quema: se han visto maquinistas que por descuidos en este particular, han puesto los generadores fuera de servicio al poco tiempo de utilizarlos.

3.º Si estando la plancha roja y cubierta por una incrustación, ésta se desprendiese, al ponerse el agua en contacto con la parte enrojecida, podría dar lugar á explosiones fulminantes.

Por estas razones, en los generadores modernos que trabajan á altas presiones, únicamente se emplea el agua dulce, llevándola en depósitos ó tanques ó utilizando destiladores, para reponer las pérdidas que ocasionan los escapes de vapor é imperfecciones de la condensación.

105.—P.—¿Cómo se hacen las extracciones?

R.—Las extracciones continuas se hacen como el mismo nombre lo indica, continuamente. La extracción superior cuyo tubo tiene entrada en la caldera por una altura un poco más baja de la del nivel normal, es la que conduce las materias depositadas, que generalmente se encuentran en gran abundancia en la parte alta del líquido, como consecuencia del movimiento ascensional que le comunican las burbujas de vapor; pero debe advertirse que en la parte baja de la caldera es donde se encuentra el agua más salada.

La extracción **periódica** ó á **mano**, se hace generalmente de hora en hora.

106.—P.—¿Cómo se hace una extracción á mano?

R.—Se fuerzan un poco los fuegos y la alimentación; se eleva el nivel del agua algunos centímetros por encima del normal; se abre el grifo de extracción hasta que el nivel normal vuelva á obtenerse, cerrando en este momento el grifo ó llave de extracción.

107.—P.—¿Qué cantidad de agua es la que conviene extraer?

R.—En las calderas tubulares, la mitad próximamente del agua de alimentación. La cantidad de calorico perdido por este concepto, viene á ser $\frac{1}{20}$ del calor total producido por la combustión. Para explicarse la

pequeñez relativa de esta cifra, basta recordar lo que se ha dicho sobre el calor latente de vaporización.

108.—P.—¿Porqué las sales se depositan en las calderas?

R.—Porque una cierta cantidad de agua no puede disolver más que una cantidad limitada de cada especie de sal. Cuando el líquido no puede disolver ya más, se dice que está **saturado** de esta sal. Y como la alimentación se hace generalmente con agua salada y en la vaporización no se pierde ó gasta más que el agua pura, cada vez vá estando el agua de la caldera más concentrada ó cargada de sales, y de aquí la acumulación y más tarde el depositarse. Es por esta razón, de indispensable necesidad las extracciones en las calderas alimentadas por agua del mar.

109.—P.—¿Las extracciones no son, pues, indispensables en todas las calderas?

R.—No, de ellas puede prescindirse en las que están alimentadas por agua dulce, como frecuentemente ocurre con las que trabajan á altas presiones y en las máquinas provistas de ciertas clases de condensadores?

110.—P.—¿Cómo se aprecia ó juzga la oportunidad de una extracción?

R.—En el supuesto de que las extracciones hayan sido descuidadas, se toma por medio del grifo de prueba inferior, una cantidad de agua, en la cual se sumerge el salinómetro ó **pesa-sales**. Como el agua es tanto más densa cuanto más salada está, resulta como consecuencia del principio de Arquímedes, que tanto ménos se sumergerá el pesa-sales cuanto más sales en disolución contenga el líquido.

Hé aquí la construcción del aparato:

Se compone de un tubo de metal muy delgado, lastrado en su base por granalla ó munición de plomo y en algunos con mercurio, á fin de obtener la posición vertical cuando se le sumerge en el agua pura hirviendo; en este punto debe marcarse el **cero**. Después, si el volumen de agua es un litro, por ejemplo, se disuelven 3 gramos y $\frac{1}{2}$ de sal marina; el tubo sube y en el punto de él que queda rasante á la superficie del líquido y el cual se llama **punto de enrase**, se pone 1. Vuelven á disolverse otros $3\frac{1}{2}$ gramos de sal y se obtiene la división 2, y así sucesivamente.

Como consecuencia de esta construcción y cuando el aparato se utiliza, el número que marque el punto de enrase, nos indicará cuantas veces el agua ensayada contiene más sal, que el agua del mar ordinaria.

Generalmente el pesa-sales que se emplea en los vapores de la Compañía Trasatlántica, aunque fundado en el mismo principio, difiere en su forma y graduación. Se llama de *How*, y consiste en un vástago de latón terminado en dos esferas del mismo metal, que se destinan, la baja á mantenerlo en posición vertical y la otra á darle condiciones de flotabilidad. En el vástago hay una escala gravada, con la siguiente numeración de arriba á abajo: $0, \frac{1}{32}, \frac{2}{32}, \frac{3}{32}$ y $\frac{4}{32}$. El cero marca el punto hasta donde se sumerge el instrumento en agua destilada á la temperatura de 200° Farenheit. El número $\frac{1}{32}$ que expresa la proporción en volumen de las sales que contiene por término medio el agua de mar ordinaria, marca el punto de enrase en la misma agua á la temperatura citada, etc., etc.

Generalmente en la división de la escala correspondiente á la fracción $\frac{2,5}{32}$, se encuentra la palabra *Blow*, que es la indicación de que se debe proceder á extraer el agua de la caldera.

Para que las indicaciones del pesa-sales de que nos ocupamos sean exactas, es preciso que el agua en que se sumerja se encuentre á la misma temperatura de 200° Farenheit que la que se utilizó para graduarlo.

111.—P.—¿Qué es la **combustión**?

R.—Es la combinación de ciertos cuerpos llamados **combustibles**, con el oxígeno del aire.

Esta combinación se hace con calor y luz. Ordinariamente se necesita para principiar la combustión, llevar los combustibles á temperaturas elevadas: esto es lo que se llama **encender los fuegos**.

112.—P.—¿Qué es la llama y el humo?

R.—Son los resultados gaseosos de la combustión. Cuando estos gases mezclados con el aire, vapor de agua, vapores bituminosos y el polvillo de los combustibles están al calor rojo, entonces forman lo que se nombra **llama**: si esta misma mezcla se enfría en parte dejando de ser luminosa, entonces se la designa por **humo**. Los vapores bituminosos y el polvillo que se deposita en las corrientes de las llamas, es lo que se conoce por **hollín**.

113.—P.—¿Cuáles son los residuos sólidos de la combustión?

R.—Las cenizas y las escorias.

Las **cenizas** son polvos terrosos incombustibles que caen en el cenicero. Las **escorias** son pequeños pedazos de carbón incompletamente quemados, que ván mez-

clados á diminutos fragmentos incombustibles ó carboncillos, que fundiéndose en las parrillas bajo la acción del calor, dificultan la combustión.

114.—P.—¿Qué es un **combustible**?

R.—Es una materia relativamente económica ó barata, que arde fácilmente y produce por este medio gran cantidad de calor.

115.—P.—¿Cuáles son los combustibles empleados en la marina?

R.—Las hullas ó carbón de piedra, mucho ménos caros y ménos voluminosos que las maderas: se les divide en dos clases: **carbones bituminosos y antracitas**.

116.—P.—¿Cómo se clasifican los carbones bituminosos?

R.—En tres especies:

1.º Las hullas **crasas**; que fácilmente se encienden, producen mucho humo y cenizas, se funden sobre las parrillas, haciendo difícil el tiro y defectuoso por tanto su empleo.

2.º Las hullas **secas**; mejores que las crasas, pero produciendo en sus residuos cantidad abundante de carboncillo.

3.º Las hullas **compactas**; superiores á las precedentes, ardiendo bien, produciendo una larga llama blanquecina y dando muy poco carboncillo en sus residuos.

Un kilogramo de hulla desarrolla al arder próximamente 7.500 calorías, siendo ménos de esta mitad lo que se utiliza en las calderas ordinarias: puede vaporizar 5 kilogramos de agua aproximadamente,

117.—P.—¿Qué son las **antracitas**?

R.—Son hullas compuestas ó formadas de carbón casi puro: son más densas y por consiguiente ménos voluminosas que los carbones bituminosos: á igual peso, producen más calor: pero cuando se las emplea solas, es decir, sin mezcla, arden con dificultad y exigen un tiro forzado.

118—P.—¿Qué es la combustión expontánea?

R.—Es el incendio sin causa exterior de una gran cantidad de materia, como consecuencia de la combinación química de los cuerpos que contiene.

En los cuerpos en que más fácil y frecuentemente se presenta la combustión expontánea, es en aquellos que contienen hidrógeno en gran cantidad, como ocurre con el heno, algodón y las hullas recientemente extraídas de las minas.

La acumulación de estas materias, sobre todo si están húmedas y privadas de ventilación, determinan con frecuencia la combustión expontánea.

Para prevenir este accidente, tratándose de las hullas, es conveniente no embarcarlas hasta después de una larga ó prolongada exposición al descubierto, que las desembaraze del hidrógeno libre.

Abordo es muy conveniente airear las carboneras y procurar no levantar polvareda en ellas, por estorbar esto la fácil circulación del aire. Una vez presentado el incendio, lo mejor es cerrarlas por la parte baja y abrir el tubo que para llenarlas de vapor generalmente llevan las máquinas. Por este procedimiento, se llenan las carboneras de vapor de agua y la combustión queda detenida.

119.—P.—¿Qué es el tiro?

R.—Es el movimiento ascensional del aire y de los resultados gaseosos de la combustión á través del combustible, en todos los espacios ocupados por las llamas y chimenea: puede ser natural y forzado.

El **tiro natural** es producido por la lijereza específica de los gases calientes contenidos en los conductos de las llamas y chimenea. Estos se elevan, y la presión atmosférica aporta nuevos elementos de aire frío que pasan por el combustible, convirtiéndose en llamas y saliendo por la chimenea.

120.—P.—¿Qué es el **tiro forzado**?

R.—Es el que se obtiene forzando el aire para pasar á través del combustible, valiéndose de un ventilador cualquiera, ó más simplemente por medio de un grifo de vapor interior á la chimenea y cuya salida es por la parte baja de la misma, impulsando con su fuerza los gases al exterior.

121.—P.—¿Qué es una **explosión**?

R.—Es la ruptura parcial ó total de la caldera. Se distingue la explosión lenta y la fulminante.

122.—P.—¿Qué es la explosión **lenta**?

R.—Es la ruptura de una parte de la caldera, ocasionada por el mal estado de las planchas ó un aumento exagerado en la presión á que se trabaja. Generalmente este género de explosión es poco peligroso, en las que trabajan á bajas presiones; pero puede tener consecuencias terribles en las de alta, sobre todo si la fisura que vá extendiéndose paulatinamente hasta producir la inutilización y por la cual se escapa el contenido, tiene lugar en la cámara de agua. La única maniobra posible

en estos casos, es arrojar grandes cantidades de agua en la cámara de las máquinas.

123.—P.—¿Qué es una explosión **fulminante**?

R.—Es la ruptura brusca y repentina de la caldera cual pudiera hacerlo una granada, lanzando trozos más ó ménos considerables de sus paredes en todos sentidos y con gran violencia. Por lo general, esta forma de reventar la caldera, entraña la pérdida del buque y de un número más ó ménos grande de su dotación.

124.—P.—¿Cuáles son las causas de las explosiones fulminantes?

R.—Son poco conocidas; se han dado un sinnúmero de explicaciones probables del fenómeno. Parece, sin embargo, generalmente admitido, que la principal causa ocasional en la explosión fulminante, lo es, cuando ocurre una bajada notable en el nivel del agua, y por consecuencia, parte de la superficie de caldeo está al rojo, la llegada á esta superficie enrojecida del líquido, que entonces dá lugar á la vaporización instantánea de una masa considerable de agua, ó lo que es igual al desarrollo de una fuerza que se valúa por centenares de atmósferas. Las consecuencias son evidentes; por resistente que fuera la caldera, saltaría hecha pedazos.

125.—P.—¿Cómo se puede preveer y evitar una explosión fulminante?

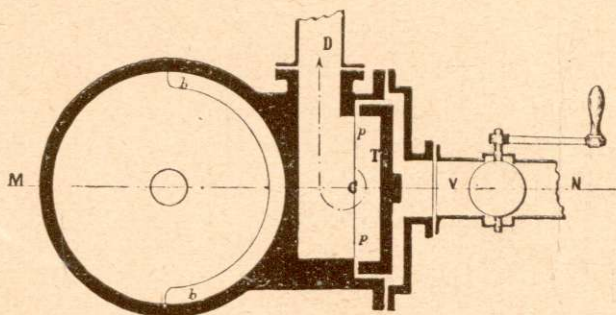
R.—Siempre que el nivel del agua sea inferior al normal y como consecuencia las planchas se enrojezcan, debe temerse la posibilidad de una explosión fulminante.

En este caso, debe ante todo tenerse cuidado con evitar toda operación que pueda dar lugar á proyeccio-

nes de agua sobre las planchas; por consiguiente, ni se debe aumentar la alimentación, ni aumentar el gasto del vapor, ni dar á éste salida por las válvulas de seguridad; lo único hacedero es disminuir los fuegos y dejar enfriar algo la caldera.

126.—P.—Describir el **cilindro** de vapor. (1)

R.—El cilindro de vapor A B es un cuerpo de hierro fundido, teniendo en su interior una forma perfectamente cilíndrica, y al exterior la misma, salvo la



(Fig. 26)

parte en donde están colocados los **orificios** a, b, c, que presenta una superficie plana y cuyo ancho es próximamente igual al diámetro del cilindro. Esta superficie

(1) En todas las explicaciones que se relacionen con el cilindro, nos referimos á las figs. 26, 27 y 28.

Las mismas letras se emplean en ellas.

La fig. 26 representa un corte horizontal, según la línea R Q de la fig. 27.

La fig. 27 representa un corte vertical, según la línea M N de la fig. 26 y X Y de la fig. 27.

La fig. 28 representa la vista en elevación ó proyección vertical del lado del espejo, y desprovisto del distribuidor para que puedan observarse los orificios para la admision y evacuación.

se llama **placa de fricción** ó **espejo** p. Sobre ella se aplica el distribuidor T.

De las dos bases del cilindro, la una es fija y algunas veces fundida con el mismo cuerpo y se la llama **fondo del cilindro**; la otra que se denomina **tapa** y que está atravesada por la barra ó vástago K del pistón, se liga convenientemente al cilindro por un número suficiente de pernos y tuercas.

La forma en las anteriores líneas descrita, es la generalmente adoptada; no solo en las máquinas antiguas, sino también en aquellas nuevas cuya pequeñez ó escasa importancia, excusa el empleo de sistemas más perfeccionados.

Pero desde que se trata de poderosos y modernos aparatos, ya no hay que considerar únicamente el cuerpo del cilindro y las tapas como los solos elementos esenciales, sino que debe agregarse además á estas piezas la **camisa** ó cuerpo interior.

Un cilindro, pues, de una máquina moderna, aparece constituido ó formado de la siguiente manera:

Cuerpo exterior del mismo de fundición de hierro y limitado por uno de sus extremos por las diversas piezas que en conjunto constituyen el fondo; pieza tubular de acero fundido ó comprimida llamada *camisa*, que se ajusta con esmero por ambos extremos y aún á trechos por el medio dentro del cuerpo exterior, quedando entre ambos un espacio anular de 20 á 30 centímetros destinado á la circulación del vapor; por último la *tapa*,

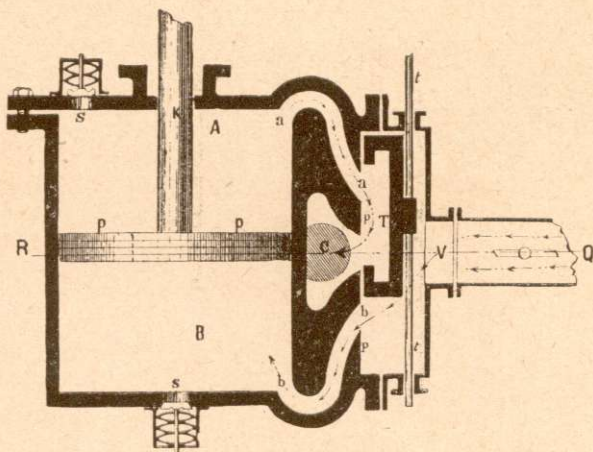
La sola disposición enunciada, pone bien claro de manifiesto, la necesidad de que la instalación de las

camisas ó cuerpos interiores de los cilindros se lleve á cabo de la manera más cuidadosa, á fin de evitar pueda comunicarse la capacidad del cilindro con la de la gallería por donde circule el vapor.

127.—P.—¿Cuáles son los orificios del cilindro?

R.—1.º El lugar necesario para el paso de la barra ó vástago que atraviesa la tapa y que tiene una garganta G, figurada en los dibujos 27 y 28. Esta garganta se dedica á dejar libre el movimiento de sube y baja del vástago, impidiendo al mismo tiempo el paso del aire y del vapor. Esta misma instalación se establece en todas las circunstancias análogas para el movimiento de un órgano.

2.º Los orificios de admisión del vapor a b, que se abren interiormente en las extremidades del cilindro y exteriormente sobre la placa de fricción. Su longitud es mucho mayor que su altura, como puede verse inspeccionando la fig. 27.



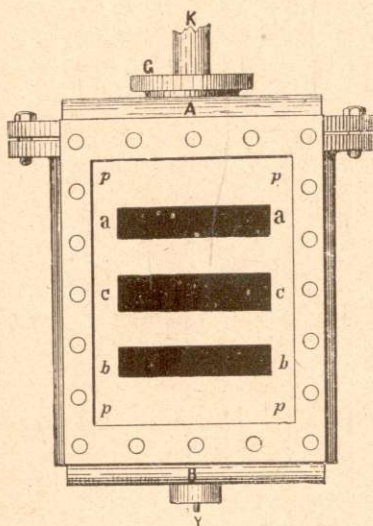
(Fig. 27)

3.º En todas las máquinas provistas de distribuidores de concha, entre los orificios de la admisión se abre sobre la placa el de la evacuación *c*, que no atraviesa la pared del cilindro, sino que lo circunda ó rodea en parte hasta buscar la salida por un tubo, ó bien como la fig. 26 en línea recta y á buscar el tubo *D*, que comunica con el condensador.

4.º Las válvulas de seguridad *s*, ordinariamente colocadas en las dos bases del cilindro, que se mantienen cerradas por un resorte y se abren para dejar escapar el agua que proviene de la condensación en el interior del cilindro, ó como consecuencia de proyecciones de la caldera. Sin estas válvulas, el agua que es

incomprensible, encontrándose comprimida entre el émbolo y la tapa ó fondo del cilindro, podría determinar la rotura de estas piezas. En algunos cilindros, las válvulas son reemplazadas por dos grifos de purga, que de tiempo en tiempo se abren.

5.º Los conductos para la lubricación con sus grifos correspondientes que permiten dejar

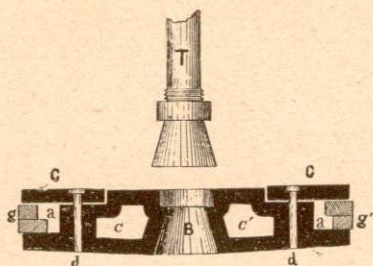


(Fig. 28)

entrar en el cilindro el sebo derretido, aspirado por el vacío que en el interior se produce cada vez que se efectúa la evacuación en una de sus partes.

128.—P.—¿Qué es el émbolo ó pistón? (Figs. 29 y 30.)

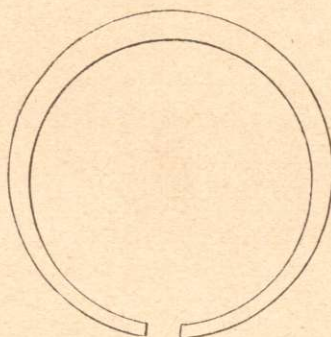
R.—Es un disco de fundición compuesto de varias



(Fig. 29)

partes: el cuerpo del émbolo, la corona ó anillo y la garganta para el empaquetado. La fig. 29 es una sección diametral del cuerpo del émbolo, de la corona C y de las gargantas metálicas: el hueco a sirve para alejar el empaquetado gg': cc' es otro hueco anular cuyo único objeto es hacer más ligero el émbolo: B es el rebajo para el vástago del pistón; y últimamente dd son los pernos pasantes que cierran y aseguran la corona.

Los empaquetados están compuestos de dos círculos de fundición (fig. 30), de



(Fig. 30)

un diámetro algo mayor que el del cilindro. Un arco de su circunferencia está cortado, á fin de que se les pueda cerrar y hacer entrar en el cilindro, contra el cual su elasticidad se aplica.

Cuando el cuerpo del pistón se arma, se colocan los dos empaquetados, el

uno por encima del otro y de modo que las hendiduras ó arcos cortados, se correspondan con los extremos de un mismo diámetro. Después se coloca la corona ó anillo y se la asegura.

129.—P.—¿Qué es el **vástago** del émbolo? (T. *Figura 30.*)

R.—Es una barra cilíndrica de hierro ó mezcla de hierro y acero. La parte inferior de ella está provista de un tronco cono que se aloja en la parte hueca B del pistón. Por la parte superior de este tronco cono lleva un anillo cilíndrico de tornillo destinado á recibir una tuerca circular.

Esta instalación asegura la fijeza de la barra con el émbolo.

130.—P.—¿Qué es el **distribuidor**? (T. *Figs. 26, 27, 28 y 29.*)

R.—Es el órgano que sirve para el conveniente reparto del vapor: cuando la máquina está en movimiento el distribuidor es movido por la máquina misma. El más generalmente usado es el de **concha**, representado en perspectiva (*fig. 30*), en corte horizontal (*figura 26*) y en corte vertical (*fig. 27*); se apoya sobre la placa de fricción p y está sostenido por su vástago t, siendo fuertemente comprimido sobre la placa ó espejo cuando la máquina funciona, por la presión del vapor. Los bordes ó cantos dd', ee' paralelos á los orificios, se llaman **barretas**, y su distancia d' e debe ser tal, que uno de los orificios de la admisión y el de la evacuación quedan al mismo tiempo encerrados en el interior del distribuidor, como claramente demuestran las figuras 27, 32 y 33. La placa de fricción y el distribuidor los

contiene una caja C' generalmente llamada caja de distribución, á la cual llega el vapor; éste no puede pasar más que por el orificio que el distribuidor descubre.

Así en la figura 27, con la posición que el distribuidor ocupa, permite que el vapor que está en la parte superior del émbolo pase por el orificio a al condensador, al mismo tiempo que por el b alcanza entrada el que procede de la caldera viniendo por el tubo Q. Consecuencia de esto, que el émbolo sube; pero antes que llegue á la extremidad de su carrera, el distribuidor ha cambiado de posición y en sentido inverso se

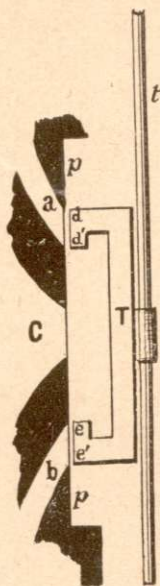
produce el juego del vapor; es decir, admitirá por arriba y evacuará por abajo.

131.—P.—¿Qué es la **regulación** del distribuidor?(*Figs. 31, 32, 33, 35 y 36.*)

R.—Es la operación por la cual se regula ó arregla el alto de las barretas, su separación y la relación que debe existir entre el movimiento del distribuidor y el del émbolo.

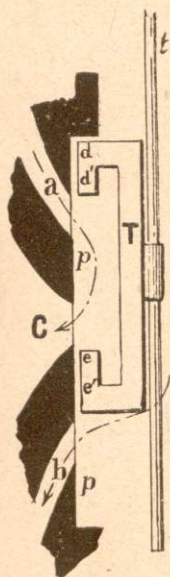
Para dar solamente una lijera idea de esta operación, supongamos que las barretas tienen el mismo alto que los orificios de admisión, y que la distancia entre ellas es igual á la a b de los orificios.

Debe empezarse por observar, que el alto de las barretas no puede ser menor que el de los orificios, pues de serlo, el vapor



(Fig. 31)

podría directamente ir al condensador como lo evidencia la fig. 30 para este único objeto dibujada. Además, la distancia de las aristas internas de las barretas d' e no puede ser mayor que la a b de las aristas internas de los orificios de admisión, porque de serlo, el vapor podría entrar en el cilindro á un mismo tiempo por arriba y por abajo y en algunas posiciones directamente al condensador.



(Fig. 32)

Una vez esto reconocido, supongamos el émbolo á la terminación de su curso ó carrera ascendente; es necesario que en el mismo instante el vapor empiece á entrar en el cilindro por la parte superior; así pues, la arista d de la barreta superior (*fig. 31*) debe empezar á separarse de la arista a del orificio superior y el distribuidor bajar por lo tanto. Pero como anteriormente el vapor ha debido entrar libremente por debajo del émbolo, es decir, pasar por el orificio b, el distribuidor debió haber ocupado la posición indicada en la *fig. 32*. Si suponemos que el émbolo esté en la parte baja de su curso, hay que admitir asimismo debe hallarse el distribuidor en la posición de la *fig. 31*, pero empezando á subir, de-

biendo antes haberse hallado en la posición de la *figura 33*; por consecuencia la máquina podrá ser puesta en movimiento, si el émbolo, encontrándose en el extremo de su curso ascendente, el distribuidor se ha-

lla en la mitad de su curso descendente; y si el émbolo estando en la parte baja de su carrera descendente, el distribuidor está á la mitad de su camino ascendente; las dos disposiciones extremas del distribuidor, corresponderán naturalmente á las dos posiciones medias del émbolo en su movimiento de ascenso y bajada.

El movimiento de los distribuidores se obtiene en las máquinas marinas, por medio de excéntricas circulares montadas en el eje motor ó en uno secundario. Su movimiento rectilíneo alternativo es paralelo al del émbolo; pero después de la explicación del párrafo anterior se comprende, que los períodos de marcha de ambos órganos, aunque de igual duración no coinciden en el principio y fin, y por tanto, cada uno de ellos debe llegar en instantes distintos á los extremos de su carrera. El del distribuidor debe **preceder** al del émbolo en 90 más un pequeño ángulo x .

La máquina podrá así marchar: pero esta será una mala regulación, por las razones siguientes:

1.º El émbolo llegará á todo vapor á las extremidades de su carrera, es decir, á las posiciones en que su trabajo debe ser nulo, dando con ello lugar á convertir este esfuerzo en el sentido de quebrar el eje del hélice á que se trasmite el movimiento del émbolo.

2.º Al principio de la inversión ó cambio de movimiento, será sumamente pequeña ó estrecha la abertura de los orificios, bien sea del lado de la admisión, ya del de la evacuación: esto dará lugar á choques y detenciones.

3.º Como el movimiento es continuo, los orificios

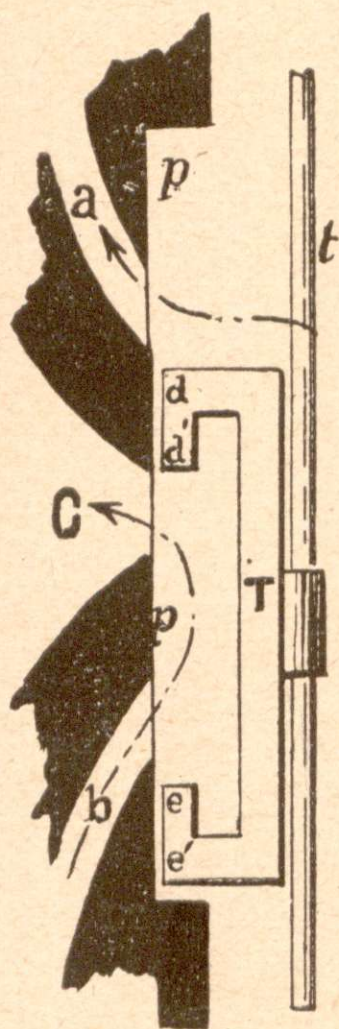
de admisión y evacuación no estarán suficientemente abiertos en los precisos momentos en que el trabajo del émbolo sea el más eficaz.

Por todas estas razones se regula ó arregla el distribuidor de manera de obtener: el **avance** á la **admisión**, el **avance** á la **evacuación** y lo que se denomina **expansión fija**.

132.—P.—¿Qué se entiende por **avance** á la **admisión**?

R.—Es la abertura del orificio de la admisión antes que el émbolo llegue al extremo de su carrera: el vapor que por el lado opuesto al camino que sigue el émbolo entra, viene á ser una especie de almohadillado que detiene el choque del émbolo cuando llega á sus **puntos muertos** ó á su cambio de movimiento.

Ella presenta además otra señalada ventaja; efectuándose las aberturas de los orificios de una manera continua, el avance á la admisión permite mayor abertura á la entrada del vapor cuando el émbolo habiendo rebasado sus puntos muertos, trabaja eficazmente.



(Fig. 33)

133.—P.—¿Qué se entiende por **avance** á la **evacuación**?

R.—Es la abertura del orificio de la evacuación antes que el émbolo llegue á la terminación de su carrera. Como quiera que la condensación no es instantánea, conviene esté realizada al trabajar el émbolo de

su manera más eficaz, y para ello el que empiece la condensación antes de terminar su curso. Además, toda la fuerza que posee el pistón al llegar á los puntos muertos, es perjudicial, y beneficioso por tanto cuanto tienda á disminuirla.

Si las barretas tuviesen la misma altura que los orificios, el avance á la evacuación sería exactamente

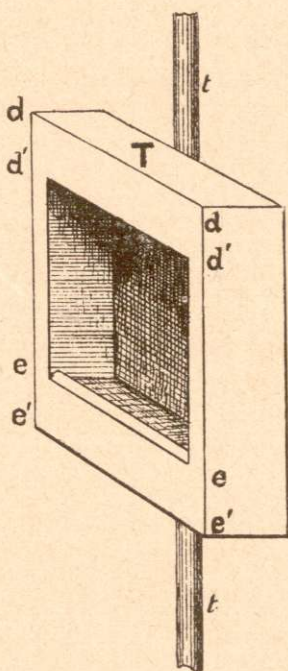
el mismo que el avance á la admisión: pero se ha reconocido la conveniencia de que el primero sea mayor que el segundo, cuyo objeto se consigue:

1.º Prolongando al exterior cada barreta una cierta cantidad x . (*Fig. 36*).

2.º Aumentando el ángulo que forma el eje ficticio de la excéntrica con el cigüeñal correspondiente al cilindro.

Por el eje ficticio de la excéntrica debemos entender, la línea que une el centro del platillo de la excéntrica y el centro del eje.

Así pues, haciendo que en cada máquina forme determinado ángulo con el ci-



(*Fig. 34*)

güeñal correspondiente al cilindro el ficticio de la excéntrica que dirige el movimiento del distribuidor, y dando á las barretas de este aparato una altura (contada

en el sentido de su carrera) mayor que la análoga de los orificios del espejo, se realizan las condiciones impuestas y enumeradas para el movimiento conveniente del émbolo. Por regla general y solo lo citamos para ayudar á formar idea, el ángulo que forman los dos ejes referidos, es ordinariamente de 120° á 130°



(Fig. 35)

ra que lo produce. La fuerza expansiva del vapor ya introducida en el cilindro, continúa obrando sobre el émbolo y su efecto útil se aumenta.



(Fig. 36)

134.—P.—¿Qué se entiende por expansión del vapor?

R.—Se dice que el vapor trabaja por expansión, cuando el cilindro no está en comunicación con la caldera que lo produce. La fuerza expansiva del vapor ya introducida en el cilindro, continúa obrando sobre el émbolo y su efecto útil se aumenta.

Se dá el nombre de expansión, á los aparatos ó instalaciones que cierran orificios de admisión ó impiden la introducción del vapor en un momento dado. De aquí las dos clases de expansión, fija y variable.

135.—P.—¿Qué es expansión fija?

R.—Es una consecuencia natural de la diferencia que existe entre los avances á la admisión y evacuación: ella es igual á esta diferencia obtenida por el aumento x de la barreta. En efecto, á partir del momento en que la arista interior de la barreta coincide



con la exterior del orificio, el vapor deja de entrar; obra, por tanto, por expansión, todo el tiempo que el distribuidor emplea en recorrer la longitud de x .

Dicho se está que la expansión fija es susceptible de ser aumentada, bastando para ello hacer mayor el ángulo de los ejes ficticios y de cigüeñal, y al mismo tiempo la altura de la barreta. Esta expansión fija, ordinariamente es de $0'15$; quiere esto significar ó decir, que el vapor deja de entrar cuando el émbolo llega á los $0'85$ de su carrera.

Esta regulación del distribuidor, tal como la acabamos de explicar, es debida á Wat.

Para el solo objeto de poder mejor formarse idea sobre la expansión fija ó **natural**, que así también se la nombra, hemos anotado la fig. 37, que con bastante claridad nos representa los movimientos de el distribuidor y émbolo, y las aberturas de los orificios respectivos.

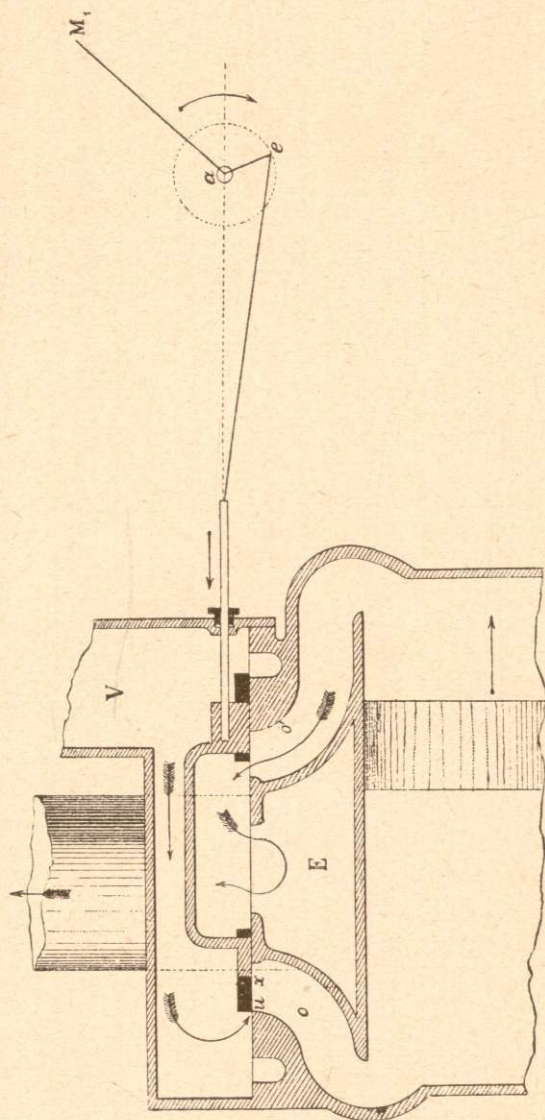
La dirección de los movimientos de uno y otro órgano es contraria, conforme indican las flechas.

El distribuidor en su movimiento de avance hácia la izquierda, llega á cerrar totalmente el orificio de introducción o, que es el instante reproducido por la figura.

El pistón o' émbolo, encuéntrase entonces en el principio del último tercio de su carrera hácia la derecha, cesando el vapor de introducirse por su parte inferior.

Existe, pues, á partir de este momento y en tanto el émbolo concluya la carrera, la expansión llamada natural ó fija.

Y es bueno hacer notar para mejor comprender esto,



(Fig. 37)

g f d c, baja por efecto del filete saliente ó cama c, colocado sobre el eje principal A. Son varios los filetes salientes colocados unos delante de los otros, abrazando una porción variable de la circunferencia del eje: la pieza g puede girar á lo largo de su eje de rotación y colocarse en contacto con el filete que se desee.

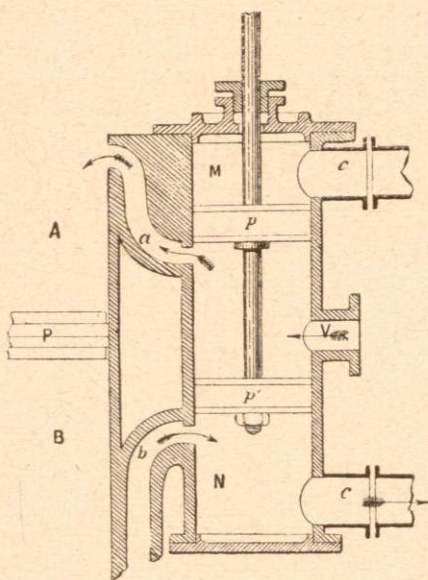
La expansión produce una economía considerable de combustible, como lo indica la siguiente tabla:

Introducido el vapor durante toda la carrera del émbolo	1 Su efecto útil es . . .	1'0
Durante una fracción representada por	$\frac{1}{2}$ Será	1'7
—	$\frac{1}{3}$ —	2'1
—	$\frac{1}{4}$ —	2'4
—	$\frac{1}{5}$ —	2'6
—	$\frac{1}{7}$ —	3'0
—	$\frac{1}{8}$ —	3'2

Pero es evidente que á igual potencia, cuanto mayor sea la expansión, mayor tiene que ser la superficie del émbolo y por lo tanto el cilindro. Además, el vapor en su expansión está sometido á la ley de Mariotte, y su tensión vá siendo cada vez más débil; así pues, si la expansión se exajera, el vapor no suministrará presión bastante para poner en movimiento el aparato.

Estas dos consideraciones limitan la expansión: pero se vé por estos razonamientos con bastante claridad, que cuanto mayor sea la presión de regimen con que el vapor llega á los cilindros, mayor será el aumento que en la expansión puede utilizarse. De aquí el empleo de las altas tensiones con que hoy trabajan las máquinas modernas, para poder aprovechar la expansión en su mayor amplitud, como ocurre con las de triple y cuádruple.

137.—P.—¿Qué es un distribuidor cilíndrico? (*Figura 39.*)



(Fig. 39)

ca de distribución. En la fig. 39, p y p' son los émbolos provistos de empaquetados constituidos por anillos metálicos: M y N los espacios de la caja de distribución comprendidos entre los primeros y las tapas, y en cuya zona realizase la evacuación por los orificios cc; ab los orificios para la introducción; A y B los espacios del cilindro que corresponden á la parte superior é inferior del émbolo ó pistón.

Como se vé por la simple inspección de la figura, el vapor entra en A por a, y sale de B por b.

Los distribuidores de esta clase presentan la importante ventaja de que la acción del vapor no se traduce

R.—Las crecidas presiones que se utilizan en los cilindros de alta de las máquinas modernas, requieren el empleo del distribuidor cilíndrico.

Ordinariamente está formado por dos émbolos que, montados en un vástago común á ambos, muévense dentro de una caja cilíndrica

en ellos por fuerte presión que los comprime sobre el espejo ó placa de fricción. El peso del distribuidor y el reducido rozamiento que los empaquetados tienen con la caja del aparato, son las únicas resistencias á vencer: en cambio de estas ventajas, su utilización exige un perfecto ajuste de los émbolos, sin el cual fácil sería tuvieran lugar los escapes de vapor de unos á otros departamentos del aparato.

138.—P.—¿En qué consiste el **distribuidor de Watt** ó distribuidor en D?

R.—En principio es un distribuidor semejante al cilíndrico: la diferencia estriba en que la sección de las barretas es semicircular, cuya forma obliga á modificaciones en algunos detalles.

Estos dos distribuidores tienen la ventaja de ser perfectamente equilibrados: es decir, que la presión del vapor se ejerce igualmente en todos sentidos, no oponiéndose nunca á su marcha. En el distribuidor de concha, el exterior está en comunicación con la caldera, y el interior con el condensador: la diferencia de las presiones con que el vapor actúa en uno y otro caso sobre el mismo cuerpo, se traduce en rozamiento considerable sobre la placa de fricción ó espejo, cuya importancia se evidencia diciendo, que en algunas máquinas el trabajo perdido llega á representar hasta 10 caballos. El inconveniente apuntado se ha podido en parte aménorar en los distribuidores de concha de que nos ocupamos, construyéndose **distribuidores compensados ó equilibrados**, que son los que generalmente se utilizan.

139.—P.—¿Que es el **condensador**? (*Figs. 40, 41 y 42.*)

R.—Es una caja ó depósito de fundición, al cual vá á parar el vapor á su salida del cilindro para ser condensado: su forma y sitio de colocación son arbitrarios: debe tener cuando ménos la mitad del volumen del cilindro.

La condensación puede efectuarse de tres modos diferentes: por **comprensión**, **expansión** y **enfriamiento**.

La primera tiene lugar cuando se disminuye el volumen ocupado por el vapor que está en contacto con el líquido que lo produce.

La condensación por **expansión** se verifica, cuando se deja escapar el vapor del recipiente que lo encierra á un medio más ámplio y que posee una tensión menor. Ejemplo de esta forma de licuación lo encontramos en la salida ó escape á la atmósfera del vapor, por las válvulas de seguridad de las calderas. Caracteriza á este vapor el aspecto de nube blanca, que es precisamente lo que hace diferenciar el **vapor acuoso** ó con partículas líquidas, del **vapor seco**, que es invisible y trasparente como el aire.

La condensación por **enfriamiento** se verifica, cuando se introduce el vapor en un medio más frío que el ó á más baja temperatura.

Se emplean dos procedimientos para obtenerla.

El primero estriba, en hacer llegar una inyección de agua fría al recipiente en que el vapor se aloja para ser condensado. Esta agua fría mézclase con el vapor, y la condensación así alcanzada se dice está obtenida por **inyección** ó **mezcla**.

El segundo consiste en refrescar las paredes y tubos de los espacios ocupados por el vapor, mediante la

circulación del agua fría, la cual roba el calórico al vapor á través de las paredes de las superficies puestas en contacto con el mismo. Esta forma de condensar, llámase por **contacto**.

La condensación por **enfriamiento**, ya sea alcanzada por el uno ó el otro medio que se acaba de indicar, es la exclusivamente empleada en las máquinas de vapor.

En los modernos condensadores de superficie el vapor rodea á los tubos, y el agua refrigerante circula por su interior.

Esta circulación del agua se alcanza, bien ingiriendo agua por medio de bombas al efecto dispuestas ó por el contrario extrayendo con esas mismas bombas el agua que se deja llegar hasta las cámaras de agua.

El sistema que mejor conviene adoptar, subordínase en la generalidad de los casos á el espacio disponible, tipo de máquinas de que se trata y otros particulares de menor importancia.

La fig. 40 dá idea de un tipo de condensador de superficie con tubería vertical.

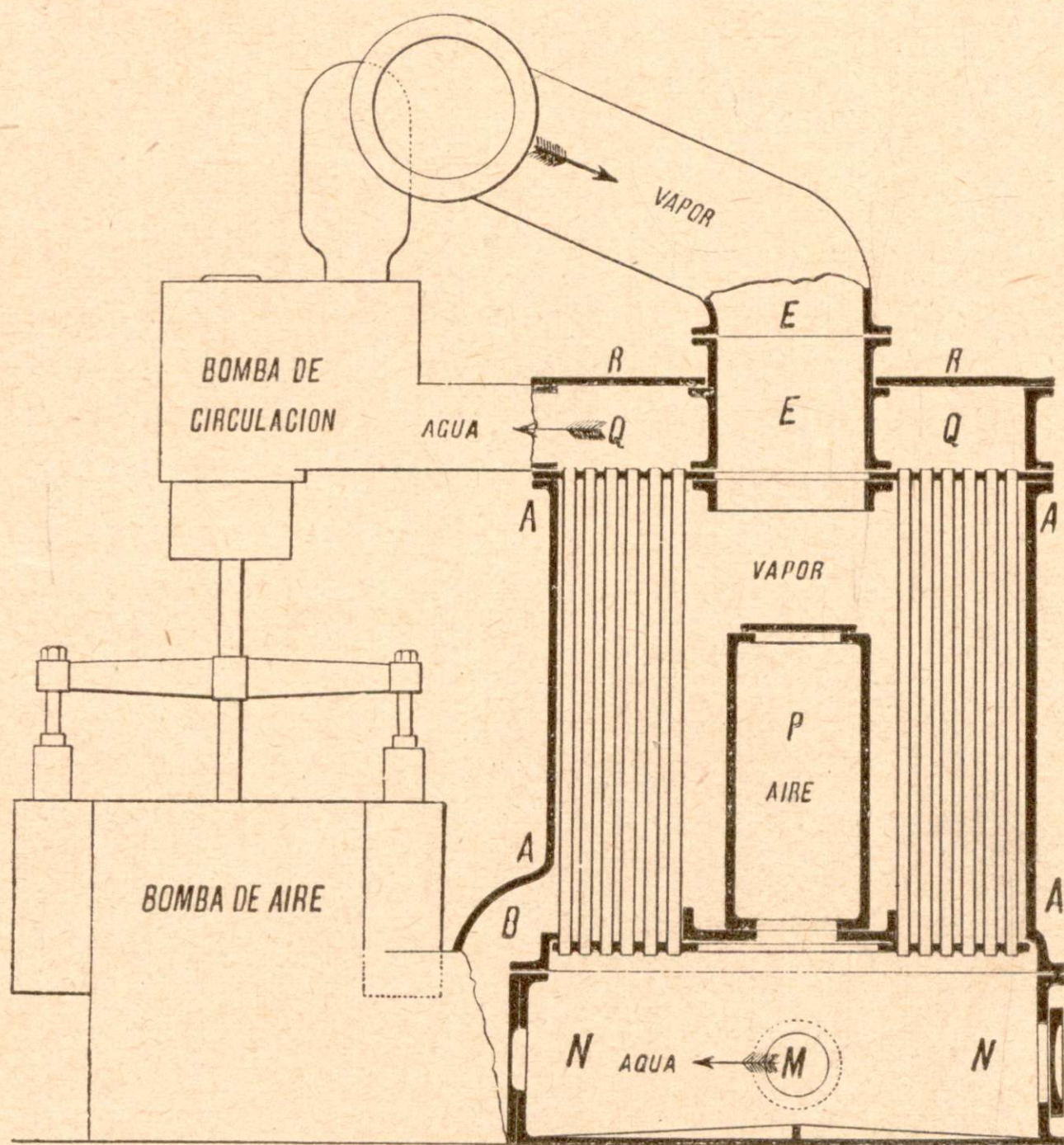
Consta de tres cuerpos: el inferior N por donde el agua efectúa su entrada; cuerpo intermedio A en donde está la tubería y cámara de condensación; y por último, del tercero Q en relación con la caja de válvulas de la bomba de circulación y descarga.

La marcha del agua y del vapor es siempre en sentido inverso.

Por el tubo M que arranca del costado, entra el agua del mar aspirada por la bomba de circulación. Afluye al departamento inferior N; enseguida dentro de los tubos cuyo aire arrastra y deposita en P, á quien

convierte en regulador de velocidad del agua; por último, pasa el líquido al cuerpo superior Q, caja de válvulas de la circulación y tubo de descarga.

Interin esto ocurre, el vapor que ha trabajado en los cilindros acude al cuerpo intermedio A por el tubo de evacuación E, aquí se expansiona rodeando los



(Fig. 40)

tubos, y liquidándose cae al fondo de la caja de la cual sale por el conducto B y pasa al depósito D. La bomba de aire T la aspira en unión del aire, pasando á la cisterna.

140.—P.—¿Cuáles son las ventajas é inconvenientes de la condensación?

R.—Entre las ventajas, figura como la más principal, el que la presión del vapor que se opone al movimiento de avance del émbolo, solo llega á la pequeña cifra de 60 á 70 gramos por centímetro cuadrado de superficie. El aire que en más ó ménos cantidad siempre contiene el condensador, hace variar esta presión de 80 á 350 gramos, según el vacío más ó ménos perfecto; en cambio, en las máquinas sin condensación, evacuándose el vapor al aire libre, tiene una tensión de 1 á $1\frac{1}{2}$ atmósferas, lo cual dá por la parte del émbolo cuyo vapor se evacua, una presión aproximada de 1.250 gramos por centímetro. La resistencia, pues, que tiene que vencer el émbolo, es en las máquinas sin condensación extremadamente superior.

Figura también entre las ventajas, obtener agua para la alimentación con temperatura y condiciones de pureza altamente beneficiosas.

Los inconvenientes son: el espacio ocupado por el condensador, la cisterna y bomba de aire; el peso de estos aparatos y además el del agua de la inyección; últimamente el trabajo gastado en poner en movimiento la bomba de aire.

141.—P.—¿Qué es el **tubo de inyección**? (*Figs. 41 y 42.*)

R.—Es un tubo que comunica, por una parte con el mar debajo de la línea de flotación, y por la otra con el condensador por encima de las válvulas colocadas al pié de la bomba de aire. En la parte introducida en el condensador, termina en una especie de regadera, por

donde el agua sale en forma de fina lluvia. Este tubo puede ser cerrado cerca del costado por un grifo llamado de seguridad, llevando además otro cerca del condensador, que sirve para regular la inyección. Este debe ser proporcional á la velocidad de la máquina; no solo porque cuanto menos gasto de vapor haya, menos agua necesita el condensador, sino también porque la cantidad de agua extraída es proporcional á la velocidad del movimiento de la bomba de aire, que como se sabe es movida por el eje principal. Así, pues, si con una velocidad pequeña la inyección no se disminuyese, el condensador se llenaría, el agua acudiría á la caja del distribuidor, después al cilindro, lo cual podría dar lugar á averías importantes en el aparato principal.

142.—P.—¿Qué es la inyección suplementaria?

R.—Es la inyección hecha con agua de la bodega por un tubo especial, y la cual se utiliza en caso de vía de agua considerable.

Para emplearla basta cerrar el grifo de la inyección ordinaria y abrir el de la toma de agua de la bodega: la bomba de aire viene en este caso á prestar el servicio de una bomba de achique. La inyección suplementaria solo debe utilizarse en casos muy excepcionales, por lo sucias que son las aguas que proceden de la bodega y sentinas, lo cual podría dar lugar á que se paralizase el funcionamiento de la bomba de aire, aún estando provisto de rejilla el tubo en cuestión.

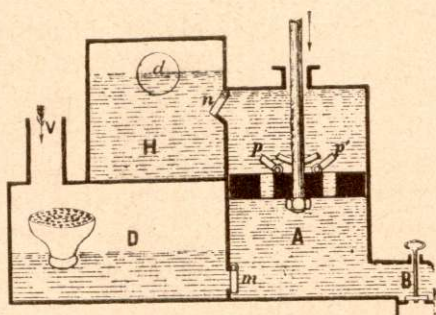
143.—P.—¿Qué es la bomba de aire?

R.—Es la bomba que extrae el agua y aire del condensador.

Las hay de dos clases: que son de simple y de doble efecto, siendo esta última la más generalizada.

144.—P.—Explicad la de **simple efecto**. (*Fig. 41.*)

R.—Es un cilindro A dentro del cual funciona un



(Fig. 41)

émbolo provisto de dos aberturas con sus correspondientes válvulas pp' que se abren de abajo hacia arriba. Comunica con el condensador D por un canal provisto de su válvula corres-

pondiente m, y con la cisterna ó depósito H por otra n. La m se abre del condensador á la bomba, y la n de la bomba á la cisterna.

Supongamos que el pistón se encuentre en la parte baja de su curso y bañado por el agua de la condensación; cuando se eleve, hará el vacío entre él y el agua; esta agua forzada por la presión de aire contenido en el condensador, seguirá el movimiento del émbolo acompañándolo en su subida.

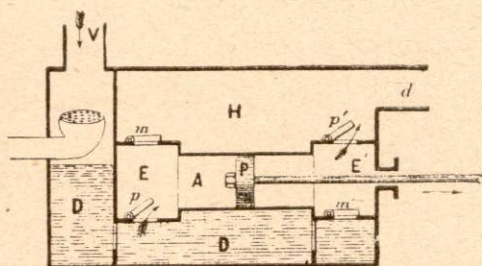
Cuando el émbolo baja, comprime al agua, lo cual dá lugar á que se cierre la válvula baja m y se abran las p p'. El émbolo desciende, pues, á la parte baja del cilindro y el agua pasa por aquél á colocarse en su parte superior, pues no puede volver al condensador. A su subida obliga á el agua que se ha colocado en su

parte superior, á pasar á la cisterna, abriendo la válvula de cabeza n.

En la figura 41 se ha representado una válvula B, que se abre á mano cuando se quiere purgar la máquina.

145.—P.—¿En qué consiste la bomba de **doble efecto?** (*Fig. 42.*)

R.—Es un cilindro A ordinariamente horizontal,



(*Fig. 42*)

alojado en la caja que forma el condensador D y la cisterna H. Está provisto de un émbolo macizo P, que lo

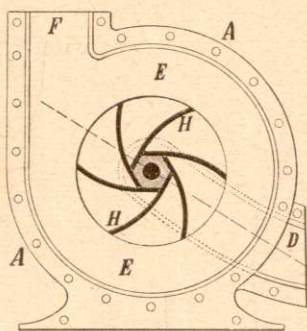
más frecuente es que reciba su movimiento directamente de la máquina. A las extremidades del cuerpo de bomba están dos cajas rectangulares EE', provistas de válvulas mm' pp', abriéndose todas de abajo arriba.

Para comprender su manera de funcionar, suponemos que el émbolo se encuentra á la izquierda y que se inicia el movimiento hácia la derecha. El émbolo hace el vacío por detrás de él, y como consecuencia de ello la válvula p se abre dando entrada al agua. Cuando el émbolo vuelve de derecha á izquierda, la m' se abre también y deja pasar el agua, pero la p se cierra por la presión del agua alojada en el cuerpo de bomba, abriéndose la m y dando salida al líquido para la cisterna,

146.—P.—¿Qué es una bomba **centrífuga de circulación?**

R.—En los condensadores de superficie es frecuente el empleo de bombas centrífugas para producir la circulación del agua refrigerante.

La fig. 43 representa un modelo de esta clase de



(Fig. 43)

aparatos cuya descripción es sencilla. Se compone de una rueda H de paletas curvas movida por una maquinita auxiliar. Esta rueda vá alojada dentro de la caja con toda claridad presentada en la figura.

Un tubo D que arranca del costado permite la llegada hasta la bomba del agua del exterior. Otro tubo F que parte de la caja, proporciona salida al agua expulsada por la bomba y la conduce hasta las cámaras del condensador, cuyas capacidades recorre.

Su funcionamiento no puede ser más sencillo.

El rápido movimiento rotatorio de la rueda, dá lugar á que el agua alojada entre cada dos paletas adquiera una velocidad centrífuga que la aleja del centro y al mismo tiempo una marcha tangencial que es la que la lleva á buscar la salida por F.

El vacío que se produce en los espacios inmediatos al núcleo de la rueda por efecto de estos movimientos, ocasiona la aspiración para llenarlos de agua nuevamente, con la que afluye por el tubo D.

147.—P.—¿Qué es la **cisterna**? (H. *Figs. 41 y 42.*)

R.—Es un depósito ó recipiente de forma arbitraria en donde queda el agua que proviene de la condensación é inyección. Una parte de este agua se envía á la caldera por medio de la bomba alimenticia; el resto pasa al mar por el tubo de descarga.

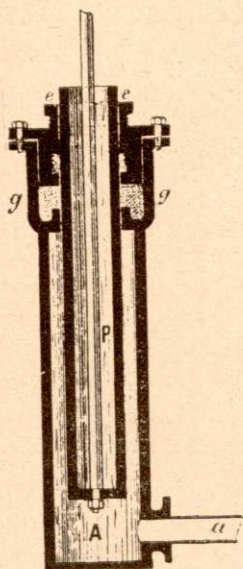
Cuando el tubo de descarga está por debajo de la línea de flotación, su cierre es muy sólido y exige una gran vigilancia. Es muy interesante no olvidarse abrirlo cuando la máquina se pone en movimiento, pues el agua acumulada en la cisterna podría romperlo, avería esta que ya ha ocurrido algunas veces.

148.—P.—¿Porqué se toma para la alimentación el agua de la cisterna?

R.—Por dos razones: porque está más caliente que el agua del mar, y además porque está ménos saturada de sales, toda vez que en parte está compuesta del agua pura que proviene de la condensación.

149.—P.—¿Qué es la **bomba alimenticia**? (*Fig. 44*)

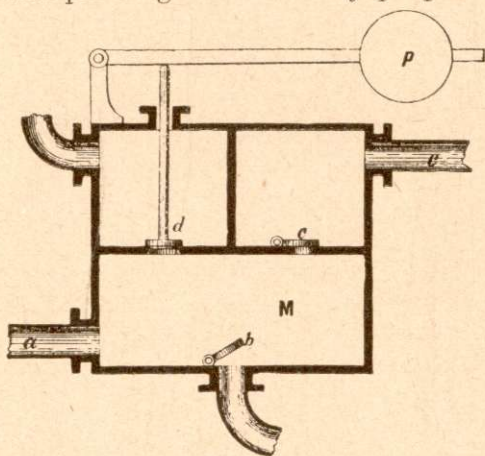
R.—Es una bomba aspirante é impelente, destinada á alimentar la caldera mientras que la máquina está en movimiento. Por lo general son de simple efecto. La fig. 44 reproduce la



(*Fig. 44*)

disposición universalmente aceptada, para el cuerpo

de bomba y émbolo de toda bomba de alimentación. Es el primero A de fundición de hierro, interiormente revestido con una capa de bronce ó todo él de este último metal, para evitar la corrosión del hierro en constante contacto con el agua. El segundo P es de bronce y se le hace hueco á fin de aligerarlo de peso; ofrece además la particularidad de que no toca al cuerpo de la bomba, apoyándose tan solo en el prensa e y su caja g, cuyas dimensiones son las necesarias para que puedan prestarle el servicio de una guía durante su movimiento. Así se consigue que los cuerpos extraños, arrastrados por el agua alimenticia y que proceden del



(Fig. 45)

mar ó de la sentina, si se condensa con la inyección suplementaria, no embaracen la marcha del émbolo en las bombas aludidas.

El cuerpo de bomba comunica por la parte inferior con la caja alimenticia, por medio del tubo a.

La **caja alimenticia** (*fig. 45*), tiene tres comparti-

mientos separados, provistos cada uno de su correspondiente válvula: el espacio M comunica con la bomba por el tubo a; la válvula b cierra el orificio de un tubo que vá á la cisterna; c cierra el compartimiento que comunica con la caldera; y por último, el tercer compartimiento que también comunica con la cisterna, está cerrado por una válvula d provista de un vástago, el cual comprime exteriormente el peso P.

Cuando el émbolo sube haciendo por tanto el vacío, b se abre y el agua ocupa enseguida el cuerpo de bomba. Si el émbolo baja, b se cierra pero c se abre, y el agua pasa por la caldera; pero como la bomba suministra más agua de la que la caldera necesita, el grifo de alimentación regula la que debe pasar y el resto que queda abre á d y retorna á la cisterna.

150.—P.—¿Qué es el donkey ó borriquete?

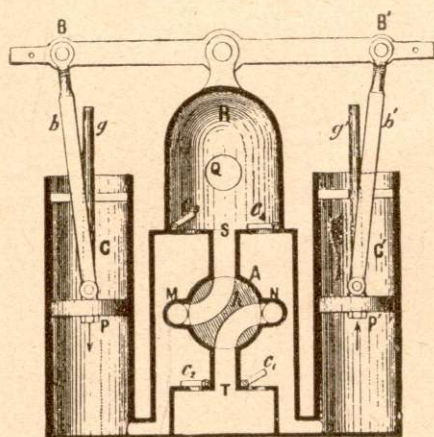
R.—Es una pequeña máquina de vapor independiente de la grande, que pone en movimiento una bomba alimenticia y se utiliza para sostener el nivel del agua en las calderas cuando la máquina principal está incidentalmente parada. Como en estas pequeñas máquinas auxiliares el vapor después de trabajar pasa á la atmósfera, de aquí que no puedan ser empleadas con presiones muy bajas.

151.—P.—¿Qué es la bomba de cuatro usos ó bomba de mano? (Fig. 46.)

R.—Es una bomba aspirante impelente, puesta en movimiento por una barra ó palanca movida á mano: sirve para terminar de llenar las calderas al encender los fuegos y acabar de vaciarlas cuando de ello se trata; suple á las bombas alimenticias en caso de avería, y

puede también utilizarse como bomba de incendio. Un juego de válvulas convenientemente dispuesto y el auxilio de una llave que restablece las comunicaciones, permite dedicarla á estos diferentes usos.

Veamos su descripción. Se compone de dos cilindros verticales C y C' abiertos por la parte superior,



(Fig. 46)

cuyos émbolos P y P' se mantienen derechos, mediante las guías g y g' y están puestas en movimiento por una palanca B B' con la ayuda de las barras b y b'.

Entre los dos cilindros está situada

una caja rectangular, encima de la cual lleva un recipiente cerrado R, que conteniendo aire hasta una cierta altura, desempeña el papel de un **volante** y regulariza la salida del agua.

Un cilindro horizontal A, que en el dibujo resulta representado en corte, está provisto de una llave para dos fines ó usos y cuya manivela está fuera de la caja, pudiendo con esto hacer se comuniquen los conductos S y M, T y N, ó bien dándole un cuarto de vuelta, los conductos S y N, T y M.

M y N son dos conductos cuyos orificios están fuera de la caja; Q es el orificio de un tercer conducto unido al regulador R. Estos tres orificios pueden ser abiertos ó cerrados por grifos exteriores; últimamente las paredes de los conductos S y T y del cilindro A, dividen la caja en dos partes, que no se pueden comunicar entre sí, sino mediante las válvulas c^1 , c^2 , c^3 , c^4 .

Supongamos que el aparato esté lleno de agua hasta la parte inferior de los émbolos y hasta una cierta altura del regulador R: Q cerrado, N comunicando con el mar y M con la caldera. El émbolo P bajando y P' subiendo.

La aspiración de P' abre c^1 y cierra c^4 ; el agua del mar entra en el aparato. La presión de P cierra c^2 y abre c^3 ; el agua es conducida á la caldera.

En el movimiento inverso de los émbolos, la aspiración de P abre c^2 , cierra c^3 y el agua del mar entra; mientras que la presión de P' cerrando c^1 y abriendo c^4 lleva por M el agua á la caldera.

Si se dá un cuarto de vuelta á la llave A, el agua de la caldera pasará al mar.

Últimamente si se abre Q, cerrando M ó N y poniendo la llave en una de estas dos posiciones, se podrá hacer volver por Q, ya sea el agua de la caldera, bien del mar.

152.—P.—¿Qué es una válvula de cuello?

R.—Es una válvula muy parecida á la de comunicación descrita en la pregunta 76, cuyo objeto es impedir ó facilitar la llegada del vapor á los diversos aparatos que lo distribuyen.

Indudablemente que sin su auxilio y valiéndose de

las de comunicación ó correderas que maniobran sobre los espejos de los distribuidores, pudieran regimentarse los movimientos del aparato motor; pero con semejantes medios, aunque valederos para el objeto que se persigue, nunca se alcanzaría la facilidad y prontitud que para tales maniobras se requiere y desde luego permite el órgano aludido.

Para aceptar como bueno este juicio basta, la consideración de que generalmente las válvulas de comunicación son tantas como calderas tiene el buque. Evidente es además, que la de cuello que nos ocupa, simplifica el manejo de las máquinas, en lugar de complicarlo como á primera vista parece, por cuanto su cierre equivale al de todas las válvulas de comunicación, cuyo número en buques de gran porte puede llegar á ser crecido.

Otro punto de vista no menos interesante es, el de la necesidad que en momento determinado puede haber de interrumpir rápidamente el paso del vapor á las máquinas, resultado obtenido con más facilidad actuando sobre un solo órgano que no sobre varios.

Por último, ocurre á veces, que el cierre imperfecto de alguna válvula de comunicación estando la máquina parada, permite escapes de vapor, que llegando en ocasiones hasta los cilindros, ejercen un empuje inconveniente contra sus émbolos y dá origen en aquéllos y en las cajas de las correderas á una acumulación de agua al condensarse, que puede llegar á ser peligrosa.

Repetimos que en las máquinas modernas el tipo de válvula de cuello lo representa bastante aproximadamente la fig. 20 á que nos referimos.

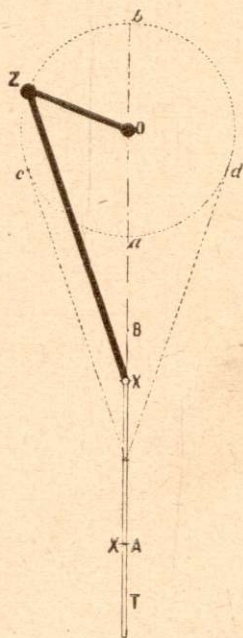
153.—P.—Dar una idea de cómo se transforma el movimiento **rectilíneo alternativo**, en movimiento **circulár continuo**? (*Fig. 47.*)

R.—Supongamos que el movimiento del punto X' extremidad del vástago T de un émbolo, y el cual se traslada alternativamente de A á B y de B á A, quiere transformarse en movimiento de rotación continuo alrededor de un árbol, cuyo eje o se supone perpendicular al plano de la figura y situado en la prolongación de la línea A B.

El medio empleado para este objeto en las máquinas, varía muy poco del que nosotros pasamos á indicar.

Se fija al árbol una pieza rígida llamada **cigüeñal**, que en el dibujo se representa por su eje O Z y teniendo exactamente de longitud la mitad de A B; después se articula á los dos puntos X y Z una pieza también rígida, llamada **barra de conexión**, que los mantiene siempre á la misma distancia $Aa = Bb = X'Z$.

Es evidente, que para todas las posiciones del punto X intermedias á A y B, el movimiento de este punto producirá la rotación del punto Z sobre la circunferencia a b c d, ya sea en un sentido ó en el



(Fig. 47)

otro. Pero en estas dos posiciones A y B, el vástago T, la barra y el cigüeñal encontrándose formando una línea recta, dará lugar á que todo el esfuerzo del primero se traduzca en llevar el punto o hácia a ó hácia b, movimiento este imposible por estar el punto o fijo. Así, pues, se efectuará una detención ó parada, si los puntos a y b no son rebasados por el punto Z, bien como consecuencia de la misma velocidad adquirida de antemano ó ya por otro procedimiento.

Estas posiciones A y B del punto X, correspondientes á las a y b del punto Z, se llaman **puntos muertos**; tienen lugar evidentemente, cuando el pistón se encuentra en las extremidades de su carrera, diciendo entonces que se halla en sus puntos muertos.

154.—P.—Indicar la trasmisión de movimiento en una máquina de vapor.

R.—Esta trasmisión, que no siempre es la misma, pues varía con los diferentes sistemas de máquinas, se compone esencialmente de la barra de conexión articulada por un extremo al vástago y por otro sobre un cigüeñal del árbol de la máquina ó eje principal. Por esta instalación, el movimiento rectilíneo alternativo del émbolo ó pistón, queda transformado en movimiento circular continuo del árbol principal.

Es fácil ver, sin embargo, que cuando el émbolo está en los extremos de su carrera, su movimiento no tiende á hacer girar el cigüeñal, sino solamente á quebrar el eje principal. Se remedia este inconveniente por medio de los avances á la admisión y á la condensación. En tierra generalmente se consigue este mismo objeto por medio de los volantes, cuyo papel es vencer la

resistencia de los puntos muertos, como consecuencia de la velocidad de que están animados los primeros. Además, la mayor parte de las máquinas marinas se componen de dos, tres ó más máquinas conjugadas sobre el mismo árbol ó eje, de tal manera, que cuando la una está á la mitad de su curso ó carrera, la otra se encuentra en sus puntos muertos, si ellas son dos. Cuando son tres por ejemplo, los tres cigüeñales forman entre sí un ángulo de 130° .

NOTA.—En las figuras 48, 49, 50 y 51 están representados los mismos órganos por las mismas letras; así se designa por

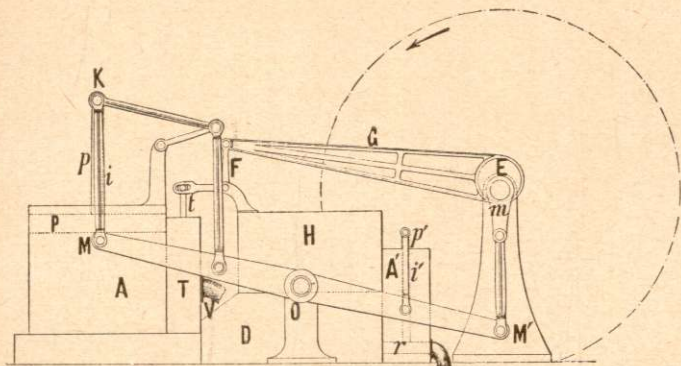
A'	el cilindro de vapor.	H	la cisterna.
I'	su émbolo.	Q	el tubo de desahogo de la cisterna.
p	el vástago del émbolo.	c	el tubo de evacuación.
T	el distribuidor.	I	la barra de conexión.
t	su barra ó vástago.	o	al centro ó eje del árbol principal.
A'	la bomba de aire.	m	el cigüeñal ó manivela.
P'	su émbolo.	E	la excéntrica.
p'	el vástago de este émbolo	G	la barra de la excéntrica
V	el tubo de vapor.	m'	(en la fig. 49) el cigüeñal de la bomba de aire.
r	bomba alimenticia ó de achique.		
D	el condensador.		

La respuesta á las preguntas siguientes, depende de los dibujos y de las nomenclaturas de las diferentes piezas.

155.—P.—Dar una idea de la máquina de balancín.
(Fig. 48.)

R.—A la terminación del vástago del émbolo, se fija una cruceta (K) perpendicular al plano de la figura y representada en ella, por consiguiente, por un punto K. A las extremidades de esta cruceta, se articulan dos barras i que á su vez ván ligadas á los extremos M de un balancín doble MM', oscilante alrededor del punto

O; los dos extremos M' de este balancín están ligados por otra cruceta que lleva en sí la articulación del pié de la barra de conexión. La bomba de aire está puesta en movimiento por dos barras i' ; el condensador y la cisterna se encuentran situados entre el cilindro y la bomba de aire. El vástago del pistón se mantiene rectilíneo por la instalación conocida bajo el nombre de



(Fig. 48)

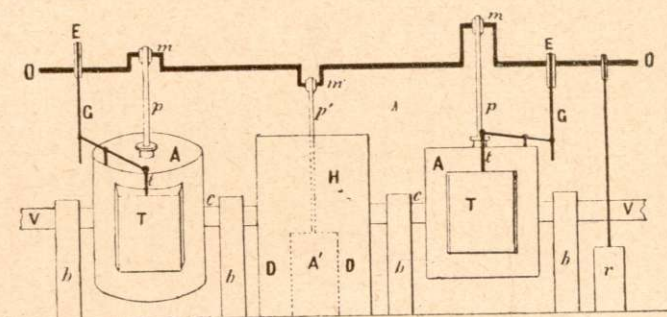
paralelógramo articulado de Wat, según cuyo principio, *si tres vértices de un paralelógramo articulado describen arcos de círculo, un punto tomado en las proximidades del cuarto vértice, describirá una línea recta sensiblemente.*

El movimiento del distribuidor se obtiene por medio de la excéntrica E y el sistema de palancas F.

La bomba alimenticia se encuentra por detrás de la bomba de aire, y está obtenido su movimiento por la misma cruceta.

156.—P.—Dar una idea de la **máquina de cilindros oscilantes.** (Fig. 49.)

R.—Los cilindros en lugar de estar fijos, pueden oscilar alrededor de dos fuertes ejes huecos *c* sostenidos por soportes y batientes *b*; los vástagos de los embolos



(Fig. 49)

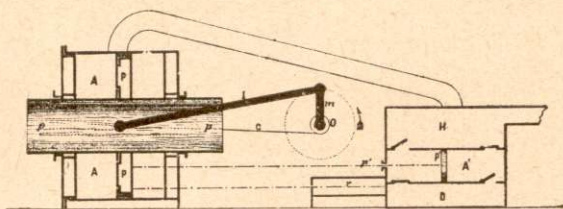
se ligan directamente á los cigüeñales del árbol principal. Estos cigüeñales en su giro hacen oscilar los vástagos y barras, y los cilindros obedecen á este movimiento. Los vástagos en esta clase de máquinas se requiere sean muy sólidos, así como los prensa-estopas que les sirven de guía.

Cada cilindro tiene dos distribuidores, uno para la admisión y otro para la evacuación. El vapor entra en una de las cajas de distribución por uno de los ejes y sale por el otro. Los distribuidores se ponen en movimiento por dos excéntricas unidas al árbol principal y un juego conveniente de palancas.

El condensador, la cisterna y bomba de aire se sitúan entre los dos cilindros, y las bombas alimenticias y de achique á los lados.

157.—P.—Dar una idea de la **máquina de tronco.**
(Fig. 50.)

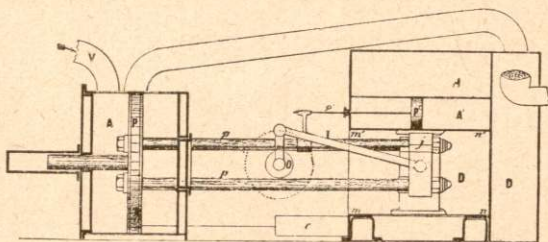
R.—En esta máquina, el vástago del émbolo está sustituido ó reemplazado por un cilindro hueco p p llamado **tronco**, que unido al émbolo participa de su mismo juego: el tronco atraviesa las dos bases del cilin-



(Fig. 50)

dro. El pié de la barra de conexión, se articula á un eje situado en el plano del émbolo y formando cuerpo con él. La bomba de aire y las alimenticias y de achique, reciben su movimiento directamente del émbolo. En la figura que hemos pintado, el distribuidor está oculto por el cilindro y accionado por dos excéntricas situadas en el eje principal de la máquina.

158.—P.—Dar una idea de la **máquina de barra invertida**. (Fig. 51.)

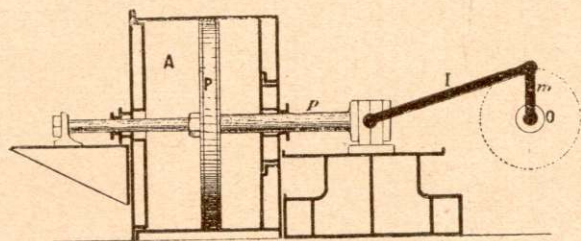


(Fig. 51)

R.—El émbolo lleva dos vástagos paralelos, cuyo plano tiene una inclinación de 45° , con objeto de pro-

porcionar espacio suficiente para los movimientos de la barra de conexión. Estos dos vástagos se fijan sobre una cruceta *j* que provista de patines resbala por las guías *m n m' n'*, en un hueco ordinariamente practicado en el depósito ó caja que contiene al condensador, cisterna y bomba de aire. Esta bomba, la de la bodega y la alimenticia, están directamente accionadas por el émbolo. En el muñón ó punto medio de la cruceta, es donde se articula el pié de la barra de conexión. El distribuidor puede ponerse en movimiento por medio del sector Stephenson, cuyo aparato describiremos más adelante.

Por oposición con el tipo de máquina que acabamos de describir, existe el de **barra directa**, representado en la figura 52 y caracterizado por la circunstancia de que



(Fig. 52)

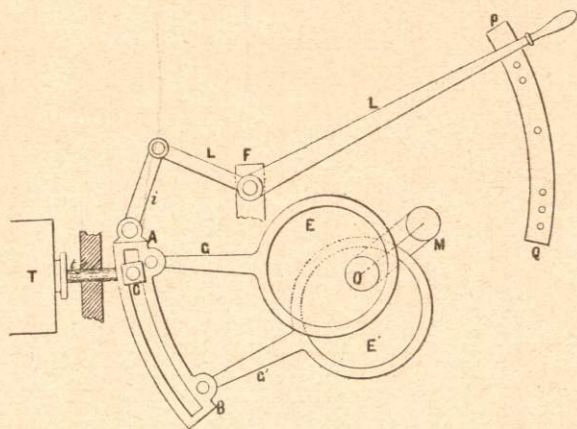
la transmisión de movimiento al eje se efectúa por medio de la barra de conexión *I*, que por uno de sus extremos se articula al vástago *P* del émbolo y por el otro al muñón de un cigüeñal *m*, que en frente del cilindro lleva el eje.

Relacionada la barra de conexión con el cilindro en la forma dicha, éste último puede ocupar la posición horizontal, vertical ó inclinada, según convenga.

159.—P.—Describir el mecanismo de **Stephenson** para el movimiento del distribuidor. (*Fig. 53.*)

R.—Este mecanismo indistintamente se conoce por regulador **Stephenson**, sector Stephenson ó aparato de marcha. E E' son dos excéntricas unidas al eje de la máquina, la una para la marcha adelante, la otra para la de atrás ó ciar. Sus barras G y G', están articuladas á las extremidades de una corredera circular A B de 30° próximamente; en esta corredera puede resbalar un dado C articulado directamente al vástago del distribuidor, como se representa en la figura 53, ó bien indirectamente como otras veces se practica.

Una barra i y una palanca L, cuyo punto fijo está determinado en F por una chumacera, permite bajar ó



(Fig. 53)

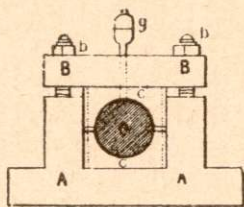
subir la corredera, de manera que el dado corresponda con una de las dos barras ó á un punto intermedio entre ellas.

El aparato está construido de tal modo, que cuando el dado se encuentre en las proximidades de los extremos de una barra, la otra solo puede hacer oscilar la corredera, sin contrariar el movimiento de la primera.

La simple maniobra de la palanca L, que se mantiene en la posición que se desee por medio de un pasador que entra en los rebajos practicados en el arco P Q, permite dar avante, atrás y parar, sin necesidad de tocar á los demás registros de la máquina.

Para esta última maniobra de parar, bastará mover la palanca suficientemente para que el dado ocupe la parte media de la corredera; el distribuidor permanece inmóvil. La velocidad se puede disminuir á voluntad fácilmente, ya sea en uno ó en otro sentido, con solo aproximar el dado á la medianía de la corredera; los orificios de admisión se abrirán ménos á la introducción del vapor, acortando por tanto la velocidad.

Este procedimiento para disminuir la marcha, no produce la economía de combustible que se obtiene con la expansión variable, puesto que siempre hay escape de vapor al cilindro durante toda la carrera; por tanto, la expansión fija se aumenta con la disminución de la



(Fig. 54)

velocidad del distribuidor, que emplea un tiempo relativamente mayor para recorrer la extensión en que las barretas exceden á los orificios de admisión.

160.—P.—¿Qué es una chumacera? (Fig. 54.)

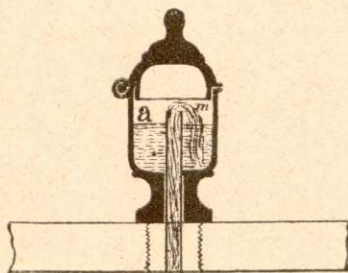
R.—Una chumacera es una instalación que tiene

por objeto mantener en una posición invariable un eje que gira; existen muchas formas diferentes para este género de instalaciones; pero lo esencial en ellas queda explicado con la figura 54, á que nos referimos.

A A es un armazón de hierro fundido, empernado sólidamente á la placa general de asiento en que descansa toda la máquina. En su hueco rectangular, son colocados dos broncees c c' alojados en una caja prismática á la que no pueden abandonar, siendo esta misma su forma exterior y semi-cilíndrica la interior. El eje que gira o, se aloja en el hueco cilíndrico existente entre los dos broncees. Los sujeta ó cierra una placa B B, llamada **sombrero de la chumacera**, por medio de los pernos, asegurados con chavetas y tuercas. El sombrero ó tapa lleva su correspondiente lubricador g, necesario para hacer llegar el aceite hasta el luchadero del eje, mediante estar taladrada la tapa y provisto de ranura el bronce superior, para permitir el pase de la materia grasa.

161.—P.—¿Qué es un **lubricador**? (*Fig. 55.*)

R.—Es un pequeño vaso, cilíndrico generalmente y



(*Fig. 55*)

de latón, que se coloca encima de la pieza á la cual debe suministrar la grasa: del fondo de este vaso, se eleva un tubito de mayor altura que el nivel del aceite y de este tubo parte una mecha de algodón que establece la comunica-

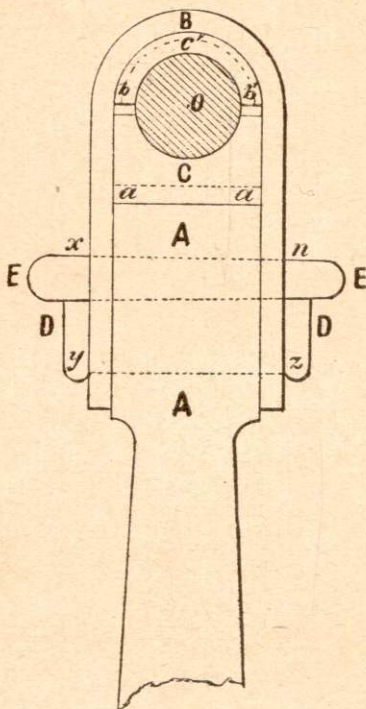
ción entre el líquido y el interior; por efecto de la capilaridad, la mecha forma sifón y el aceite vá pasando gota á gota á las superficies de rozamiento.

Ciertas piezas movibles, como las articulaciones de las barras de conexión horizontales, ván provistas de lengüetas curvas, que durante el giro de la cabeza de la barra pasan lamiendo una torcida de algodón, cuyo extremo, suspendido debajo del lubricador, al roce de las lengüetas desprende el aceite que lo impregna.

162.—P.—¿Qué es una **articulación**? (*Figuras 56 y 57.*)

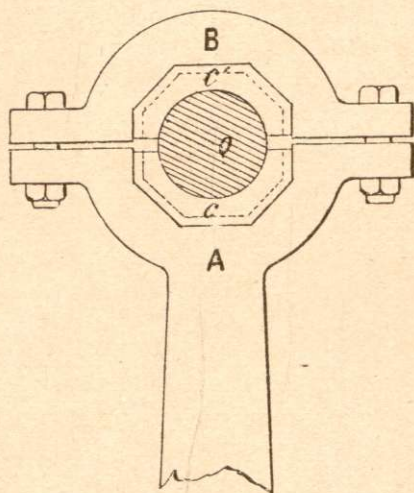
R.—Es una instalación destinada á ligar dos piezas que deben girar ú oscilar la una alrededor de la otra, como sucede con una barra y su cigüeñal, ó el vástago de un émbolo. La articulación que representa la figura 56, es la más generalmente usada.

La barra termina en una pieza rectangular A; sobre esta pieza descansa ó se apoya el bronce inferior C, sostenido por un pequeño resalte ó espiga a a; el



(Fig. 56)

eje del cigüeñal estando en o, se le coloca el bronce superior c' y después la pieza B. El bronce superior está mantenido en su posición por uno ó dos salientes b b'; para el cierre ó sujeción de todas estas diferentes piezas, el extremo A de la barra y la parte del collar B que le corresponde, ván atravesados por otra pieza



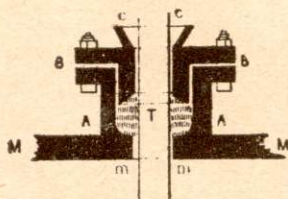
(Fig. 57)

de forma de trapecio x y z n, la que se asegura por medio de la chaveta D D, y contrachaveta E E, introducida esta última á golpe de martillo.

163.—P.—¿Qué es un **prensa-estopas**? (Fig. 58.)

R.—Entre los orificios abiertos en la tapa de los cilindros, hay uno que sirve para dar paso

á piezas móviles de sección circular igual á la de los mismos orificios, en cuya instalación hay necesidad de incomunicar el interior del cilindro con la atmósfera, lo que se consigue por medio de los prensa-estopas. La fig. 58 nos representa el vástago T y



(Fig. 58)

el prensa. Generalmente estos aparatos se componen de tres partes; la caja, uno ó más casquillos y el prensa propiamente dicho.

La tapa M M del cilindro está provista de un orificio circular m m, de un diámetro un poco mayor que el del vástago que por ella ha de pasar; sobre este orificio está colocada la caja cilíndrica A A, en la cual se alojan los casquillos ó empaquetados de trenzas de cáñamo, que forman la garganta que ha de rodear á la barra que gira; estos empaquetados están comprimidos por un anillo B B del cual una parte entra en la caja. Al comprimirse la garganta oblicuamente, se ajusta en el vástago.

El cierre se obtiene por medio de pernos de tornillo, y en la parte superior del prensa vá una especie de copa ó depósito c c, donde se coloca la materia lubricadora; instalación esta última que se modifica en su colocación, si la barra ó vástago fuese horizontal y no vertical como en la figura que analizamos.

Cuando se aprieta un prensa para impedir escapes de vapor, conviene hacer girar á todos sus pernos el mismo ángulo, lo cual es difícil si la operación se practica á mano y perno por perno. Se remedia este inconveniente instalando sobre la tapa del cilindro un engranaje, con cuyo auxilio todos los pernos de un prensa recorren á la vez caminos iguales.

En las máquinas que trabajan á altas tensiones los empaquetados suelen ser mixtos.

164.—P.—¿Qué se entiende por **árbol ó eje principal** de una máquina?

R.—Es un cilindro de hierro ó acero forjado, cuyo

eje se mantiene en una posición fija por medio de chumaceras; recibe y

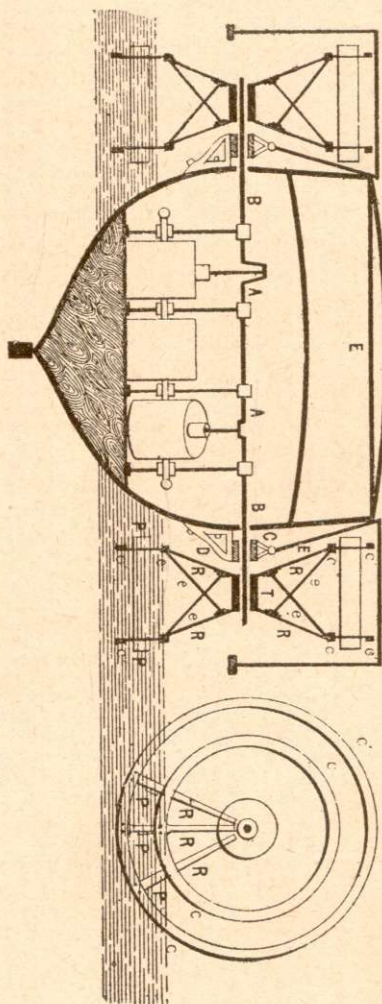
transmite un movimiento de rotación alrededor de su eje. Le imprime movimiento el cilindro de vapor y lo transmite al propulsor, á los cigüeñales y excéntricas de los distribuidores y á las diversas bombas.

165.—P.—¿Cómo se divide el árbol principal en las máquinas para buques de ruedas? (*Fig. 59.*)

Los ejes en general pueden dividirse en ejes de cigüeñales y ejes secundarios. Cuando el barco es de ruedas, no existe más que el primero, comunemente fraccionado en tres trozos

(*Fig. 59*)

(*Fig. 60*)



que reciben los nombres de ejes **exteriores**, que son los B, saliendo fuera del costado y soportando las ruedas, y eje **intermedio** A ó de la máquina.

Estas tres partes se ligán entre sí, ya por medio de cigüeñales ú otros procedimientos; de cada lado está el eje sostenido por chumaceras, y los exteriores descansan en fuertes chumaceras C situadas por la parte exterior del costado, las que se apoyan en unos armazones ó soportes D ligados sólidamente al casco. Las dos cajas de estas últimas chumaceras se ligán entre sí por una cadena ó tirante EE que rodea el buque á la altura del puente.

166.—P,—¿Cómo se dividen los ejes en los buques de hélice.

R.—Aquel al cual están unidos los grandes cigüeñales, las excéntricas, etc., se denomina **eje motor** ó **eje de la máquina**; esta parte generalmente es la que está más á proa; la parte de eje que se relaciona directamente con la hélice, **eje de la hélice**.

Estos dos ejes importantes de que acabamos de hablar y si la eslora ó la longitud del buque lo exigen, se ligán entre sí por medio de otros llamados secundarios.

La unión de unos con otros se efectúa, mediante unos discos que tienen en sus extremidades, comunmente llamados nueces, los cuales se adaptan entre sí y se aseguran por medio de pernos á iguales distancias colocados. Del centro de una de cada dos nueces próximas, arranca además un espigo cilíndrico que ajusta dentro de la caja para recibirlo preparado en la otra. Una chaveta parcialmente empotrada en ambos discos,

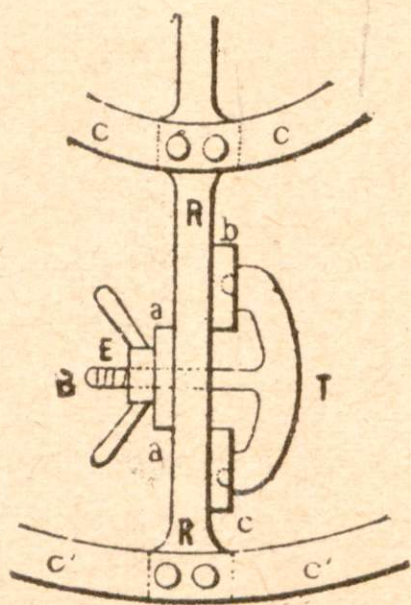
completa la instalación y alivia en parte á los pernos de los esfuerzos que durante el funcionamiento de la máquina soportan. En las máquinas pequeñas los discos se unen sin espigo ni chaveta.

167.—P.—¿Qué son las **ruedas de paletas**? (*Figuras 59 y 60.*)

R.—Se componen de las siguientes partes:

1.º De un robusto núcleo de hierro T montado en un eje B, que es precisamente uno de los dos que con el nombre de ejes exteriores se describió anteriormente. Este núcleo que á veces está provisto de dos ó tres platillos y consolidado por varios nervios, se fija rígidamente al eje.

2.º De dos ó tres séries de radios R de hierro forjado. Cada una de estas séries de radios arranca de uno de los platillos que coronan al núcleo. A éste se aseguran los radios, empernando sus extremos dentro de las mortajas expresamente abiertas para recibirlos en los platillos.



(Fig. 61)

3.º De varios tirantes e del mismo material que los radios, para asegurar las posiciones relativas de cada série.

4.º De las paletas P, piezas rectangulares de madera ó hierro que se instalan de diversas maneras.

168.—P.—¿Cuál es la manera más generalmente admitida de colocar las paletas? (*Fig. 61.*)

R.—La más usada es debida á M. Dupouy. Cada

paleta está dividida en tres partes a, b, c, dos situadas por la parte posterior del radio á que ván afirmadas, y otra en la anterior al mismo. Estas tres partes se fijan por medio de una traviesa T que encaja entre b y c, merced á unos espigos que la misma figura señala. Sujeta la traviesa T un perno B, el cual después de pasar por un orificio abierto en la misma y por otro practicado en a, recibe una tuerca de orejas E, con cuyo auxilio se produce la presión conveniente de los trozos de paleta contra el radio.

169.—P.—¿Cuáles son las principales dimensiones de las ruedas de paletas?

R.—El diámetro de las ruedas depende de varios factores que limitan sus dimensiones. La necesidad de que el borde de las mismas no rebase el calado del buque en que se montan; la imposibilidad de elevar el eje de las máquinas más allá de ciertos límites; el gran peso que habrían de tener si fueran excesivamente grandes; la resistencia que ofrecerían al aire siendo muy voluminosas, son las circunstancias más principales para señalar sus dimensiones. La longitud de las paletas varía entre $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ del diámetro de las ruedas. La separación entre ellas, próximamente de un metro. Y al encontrarse verticales deben estar sumerjidas de tal manera, que por encima quede el agua en una altura de 15 centímetros. Generalmente tres paletas deben estar constantemente sumerjidas.

170.—P.—Explicar la manera de accionar las ruedas de paletas.

R.—Si el agua no cediese á la presión de la paleta, ellas obrarían como una rueda dentada que engrana en

una cremallera fija, y la velocidad del buque sería igual á la de la rueda; pero como no es así, existe entre estas dos velocidades una diferencia llamada **retroceso**.

La velocidad de la rueda es el camino recorrido durante la unidad de tiempo por el centro de acción de la paleta; si se la designa por V , y v la del buque, el retroceso tiene por expresión $\frac{V-v}{V}$. Esta fracción se expresa generalmente en centésimos y su valor aproximado es 0'30.

171.—P.—¿Qué cuidados deberán observarse con las paletas?

R.—Se las debe bajar convenientemente cuando el buque se encuentra aligerado de carga ó con poco calado, y subirlas en caso contrario, siendo la cantidad que las paletas se suban ó bajen en cada caso, la necesaria para que las ruedas conserven la velocidad de regimen. Cuando el buque navegue á la vela, ó se desconectan las ruedas ó se desmontan las paletas sumerjidas.

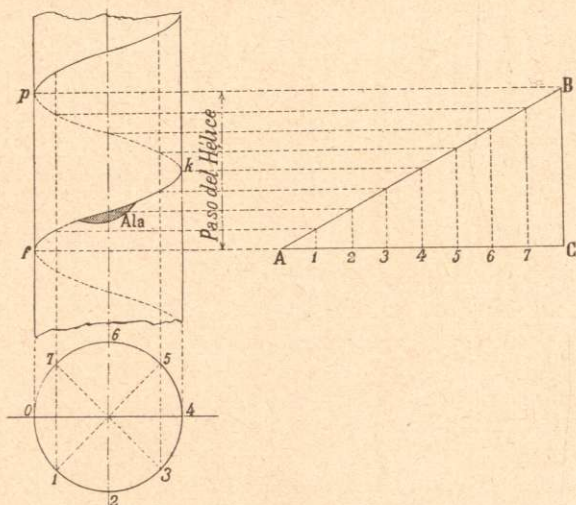
Esta última operación es peligrosa y requiere precauciones para ejecutarla. Lo primero que deberá hacerse mientras que se desmontan las paletas, es imposibilitar el movimiento de la máquina, fin que se consigue colocando cada una de las mismas en términos de obtener marcha contraria ó bien valiéndose de alguna pieza auxiliar que convenientemente colocada llena el mismo objeto. Después se trincarán las ruedas, y con estas precauciones pueden enviarse á ellas los hombres necesarios para la operación. Una vez esto obtenido y restituido todo á como anteriormente se encontraba, se

hace girar la máquina en cantidad conveniente para que los radios sin paletas sean los sumerjidos.

172.—P.—Dar una idea de la **curva hélice** y superficies que de ella se derivan.

R.—Por **hélice** geométrica debe entenderse, la curva trazada sobre la superficie de un cilindro, de tal modo que lo que un punto de ella se eleva es siempre proporcional á lo que se separa del punto origen.

Supongamos (*fig. 62*) un cilindro alrededor de cuya superficie quiere enrollarse la línea recta AB, que forma con la AC un ángulo cualesquiera. Para esto se dividirá la circunferencia base en un número arbitrario de partes



(Fig. 62)

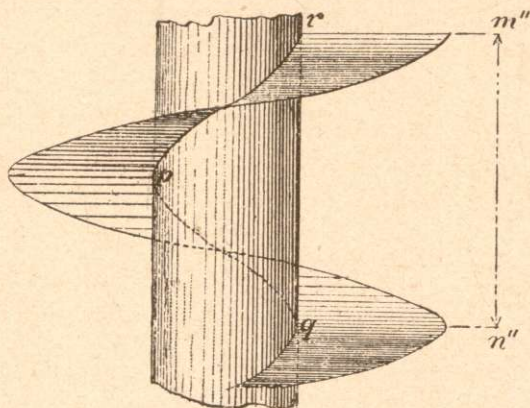
iguales, que en el presente caso son ocho, y por los puntos de división trazaremos paralelas al eje.

Si por AC se representa el desarrollo de la circun-

ferencia del cilindro, se dividirá en el mismo número de partes iguales que lo fué la circunferencia; después se levantarán perpendiculares por estos puntos de división obtenidos hasta encontrar á la recta A B, y últimamente por los puntos en que esta última línea queda cortada, líneas horizontales, que encontrarán á las generatrices del cilindro anteriormente trazadas, obteniendo así los puntos de la curva hélice. Esta sección ó trozo se llama **espira**, y la curva puede componerse de una ó muchas espiras.

La espira puede definirse diciendo, es el trozo de curva contado sobre dos puntos de una misma generatriz. En la figura 62 representa una espira completa p k f.

Por **helizoide** (fig. 63) se comprende, la superficie



(Fig. 63)

engendrada por una recta que se mueve paralelamente á sí misma, apoyando uno de sus extremos en la curva

hélice, y el otro en el eje del cilindro. La hélice en este caso es la **directriz** del helizoide engendrado.

Si imaginamos una superficie helizoidad formada con una espira completa y unida por la popa de un buque al trozo de eje que por esa parte se descubra con el movimiento de rotación del eje, se obtendrá el del helizoide, que trabajará en el agua de análoga manera á como lo hace un tornillo en su tuerca. Dicho se está por lo tanto, que el buque avanzará ó retrocederá según el sentido de su movimiento.

Este sencillo ejemplo es lo que dá más clara idea del principio en que está basada la **hélice propulsor**, que no cabe confundirla con la hélice geométrica, porque esta última es una línea y la otra un cuerpo.

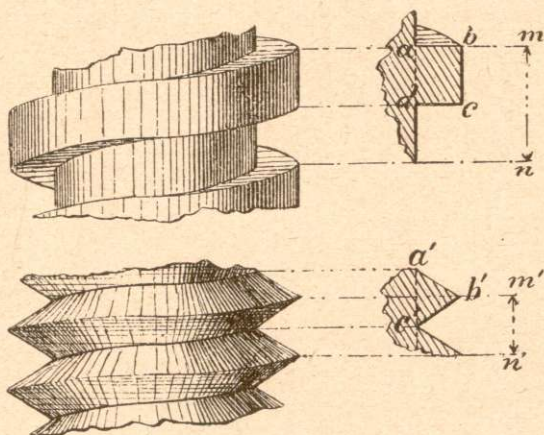
La costumbre, que á veces tiene más autoridad que la ciencia, ha hecho no se juzgue como errónea la denominación de **hélice** con que generalmente se nombran los propulsores, derivados de la curva mencionada.

La experiencia ha demostrado ser más provechoso emplear fracciones de helizoide para la formación del propulsor, que no la superficie helizoidad completa, de que antes se ha tratado.

Para formarse una idea de la composición del hélice, puede hacerse el siguiente razonamiento.

Imagínese un filete de tornillo rectangular, teniendo el primero poco grueso ó espesor y siendo muy saliente. De una vuelta ó espira completa, tómese una cuarta parte, la cual dividida por mitad, nos dará los dos trozos de superficie helizoidad, que colocados en el mismo plano y en dos puntos diametralmente opuestos del **núcleo**, formarán el hélice de dos palas.

Si sobre el trazado de la curva hélice se mueve un pequeño rectángulo $a b c d$ (*fig. 64*), ó triángulo $a' b' c'$, de manera que uno de los lados $a d$ ó $a' c'$ se apoye



(Fig. 64)

sobre una generatriz y un punto de estos lados recorra la curva, se engendrará un **tornillo** de filete rectangular ó triangular, según sea un rectángulo ó triángulo el que se suponga en movimiento.

Por último, si nos imaginamos una pieza hueca moldeada interiormente de manera que el tornillo encaje ó ajuste en ella, tendremos completada la idea sobre la **tuerca**.

Si la tuerca está fija y el tornillo se mueve, á cada vuelta de éste avanzará una cantidad igual á su paso $m n$ en el primer caso ó $m' n'$ en el segundo.

Generalmente en la práctica el funcionamiento del tornillo puede ser de dos modos utilizado: bien estando fija la tuerca, ó ya asegurados los extremos de aquél,

permitiendo que la tuerca, sin tener movimiento de rotación adquiera el de traslación.

Ejemplo del primer caso es el empleo que de ellos se hace para suspensión de pesos con los aparatos llamados **gatos**; fija la tuerca, el tornillo se eleva por cada revolución una cantidad igual al paso. El trabajo que así verifica, lo ejecuta con la relativa facilidad que proporciona la subida por un plano inclinado; pero el resultado es traducido por una suspensión ó esfuerzo en el sentido vertical. Esta manera de funcionar indica que para grandes esfuerzos, procurarse debe que los tornillos que se empleen sean de paso muy reducido, por cuanto será menor la inclinación de la superficie helizoidad que lo forma.

Dicho se está, que cuanto más se gane en facilidad de trabajo para el tornillo como consecuencia de disminución en el paso, tanto más se perderá en velocidad. Esta relación es constante. El beneficio obtenido en un sentido es siempre realizado á costa del otro. De aquí que para las ascensiones rápidas el paso sea crecido, y para los grandes esfuerzos lo más pequeño posible.

Algunos ejemplos prácticos sobre aplicaciones del tornillo, completarán la lijera descripción que antecede.

Como ley ó principio en que se funda, puede establecerse la siguiente:

Por cada revolución avanza una cantidad igual al paso, y la fuerza aplicada para hacerle adelantar esta cantidad, habrá recorrido la circunferencia de un círculo cuyo diámetro es doble del brazo de palanca á que la fuerza se aplica. Así pues:

$$\text{Fuerza} \times \text{Circunferencia} = \text{Peso} \times \text{Paso}.$$

EJEMPLO I.—La distancia entre dos hilos de una rosca ó sea el paso, es de $\frac{1}{2}$ pulgada y se aplica una fuerza de 200 libras al extremo de una palanca ó llave de 6 piés de largo. Se desea averiguar el peso que puede elevarse en las condiciones dichas.

$$\begin{aligned}
 200 \text{ Fuerza} \times 2 \pi r \text{ Circunferencia} &= \text{Peso } \varphi \times \text{Paso } 0'50 \\
 200 \times 2 \times 3'141 \times 72 &= \varphi \times 0'50 \\
 200 \times 144 \times 3'141 &= \varphi \times 0'50 \\
 \varphi &= \frac{288 \times 314'1}{0'50} = 180921 \text{ libras.}
 \end{aligned}$$

EJEMPLO II.—Un tornillo tiene de paso $\frac{3}{4}$ de pulgada y la palanca 2 piés de largo, ¿qué fuerza habrá que aplicar para mover un peso de 5 toneladas?

Planteo del problema:

$$\begin{aligned}
 \varphi \times 2 \times 3'141 \times 24 \text{ pulgadas} &= 5 \text{ toneladas} \times \frac{3}{4} \\
 \varphi \times 48 \times 3'141 &= 2240 \text{ libras} \times 5 \times \frac{3}{4} \\
 \varphi &= \frac{8400}{150'77} = 55'7 \text{ libras.}
 \end{aligned}$$

EJEMPLO III.—Los mismos datos del ejemplo primero, excepción hecha del paso, que es de $\frac{1}{4}$ de pulgada ó sea la mitad.

Fórmula:

$$\begin{aligned}
 \text{Fuerza} \times \text{Circunferencia} &= \text{Peso} \times \text{Paso} \\
 200 \times 2 \pi r &= \varphi \times 0'25. \\
 200 \times 2 \times 3'141 \times 72 \text{ pulgadas} &= \varphi \times 0'25. \\
 28800 \times 3'141 &= \varphi \times 0'25. \\
 \varphi &= \frac{28800 \times 3'141}{0'25} = 361843 \text{ libras.}
 \end{aligned}$$

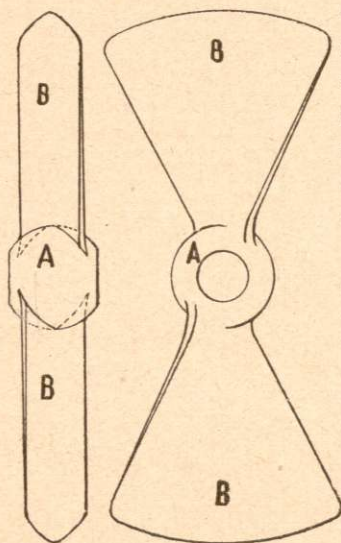
lo cual pone de manifiesto, que reduciendo el paso á la mitad y conservando iguales los demás factores, se duplica el peso que puede suspender.

Los anteriores ejemplos enseñan asimismo, que en esta clase de ejercicios y para obtener fácilmente los

resultados que se buscan, basta recordar la fórmula que liga á los elementos de la palanca, y no olvidar se expresen en **pulgadas y libras** los diversos factores que la forman.

172.—P.—¿Qué es un **hélice propulsor**? (*Fig. 65.*)

R.—A las noticias consignadas en el anterior párrafo, debemos agregar que es un propulsor que se



(*Fig. 65*)

compone de un cilindro ó esfera llamada núcleo ó nuez A, sobre el cual se fijan simétricamente varias porciones de superficies helizoidales, llamadas alas ó paletas del hélice B.

Estas alas están limitadas por su parte anterior y posterior, por dos planos paralelos perpendiculares al eje del núcleo, de manera que la proyección de las dos alas simétricas sobre el plano longitudinal ó sea el de la dirección en que el buque se mueve,

tiene la forma aproximada de un rectángulo, y su proyección vertical ó en otro sentido de la sección transversal, la de un sector circular troncado de ángulo más ó menos agudo. Hay hélices de dos, tres, cuatro, cinco ó seis palas.

Las hélices son de hierro ó bronce: desde hace algún tiempo las alas se funden separadamente.

Entre los elementos del hélice propulsor deben distinguirse los siguientes: el **diámetro**, el **paso**, la **fracción de paso parcial**, la **fracción de paso total**, y el **número de palas**.

Por **diámetro de la hélice** debe entenderse, el de la circunferencia descrita por un punto de las extremidades del ala ó pala. Los grandes diámetros son ventajosos porque con ellos se obtiene mayor superficie que apoyar en el agua para obtener el movimiento; pero esta dimensión la limita la necesidad de obtener para las palas una inmersión determinada, ó por mejor decir, lograr que la distancia entre la flotación y la extremidad de la pala encontrándose ésta en posición vertical, sea aproximadamente la $\frac{1}{6}$ parte del diámetro.

El **paso** conforme ya hemos expresado en anteriores preguntas, es la longitud del eje que corresponde á una espira completa de helizoide. El paso debe ser proporcionado al diámetro. La experiencia ha puesto de manifiesto, que aproximadamente el paso debe ser vez y media el diámetro. En algunos buques de crecida velocidad, el uno es igual al otro.

La **fracción de paso parcial** es la relación entre el paso y la longitud comprendida entre dos planos paralelos y perpendiculares al eje, que limitan la pala. Así, pues, la fracción de paso parcial viene á constituir la medida del ala en el sentido del eje. Esta dimensión no es siempre la misma, cualquiera sea la parte del ala que se considere; el nacimiento de ella exige una série de refuerzos que obliga á separarse, en parte, de la construcción teórica apuntada.

La **fracción de paso total** es la suma de las fraccio-

nes de pasos parciales de todas las palas que forman el propulsor; por término medio representa el 25 por 100, cualesquiera sea el número de palas.

El **número de palas** varía de dos á seis.

La experiencia enseña que con las hélices de cuatro alas, es con las que se obtiene resultados más ventajosos. Sobre alcanzarse un buen rendimiento, la trepidación apenas si se hace sensible.

174.—P.—¿Cuál es la manera de accionar del hélice?

R.—Si el agua estuviese fija dejándose cortar por las palas, la hélice se movería de la misma manera que lo hace el tornillo sobre la tuerca cuando esta última permanece inmóvil; avanzaría y haría avanzar al buque á cada revolución que diera, una cantidad igual á su paso; pero como el agua cede á la presión de las palas, el buque no avanza ó adelanta para cada revolución del propulsor toda esta cantidad: la diferencia es lo que se llama **resbalamiento** ó **retroceso**. Si se designa por P el vaso y por V el camino recorrido por el buque durante una revolución, $\frac{P-V}{P}$ es la expresión del retroceso. Esta fracción se evalúa ordinariamente en centésimos y próximamente puede ser representada por 0'10 á 0'15

Pero varía mucho según las circunstancias desde 1 á 0; algunas veces, sobre todo si á la vela se navega, V suele ser mayor que P, y el retroceso entonces es negativo.

En virtud de lo anteriormente expuesto, podemos obtener dos fórmulas con las cuales nos sea fácil calcular el resbalamiento en todos los casos.

Si se recuerda que una milla por hora de velocidad

equivale á 0'514 metros por segundo, se tendrá la relación.

$$\text{Avance} = \frac{\text{Velocidad en millas} \times 0'514 \times 60}{\text{Revoluciones por minuto.}}$$

La otra conforme se ha dicho más arriba, es:

$$\text{Resbalamiento} = \frac{\text{Paso} - \text{Avance}}{\text{Paso.}}$$

EJEMPLO I.—Un buque camina 10 millas con una hélice de 5'6 m de paso y dando 72 revoluciones por minuto. ¿Cuál será el resbalamiento en este caso?

Por la primera expresión se obtiene:

$$\text{Avance} = \frac{10 \times 0'514 \times 60}{72} = 4'28 \text{ m.}$$

Por la segunda expresión:

$$\text{Resbalamiento} = \frac{5'6 - 4'28}{5'6} = + 0'24.$$

Es decir, que en el ejemplo señalado el resbalamiento es de un 24 por 100.

EJEMPLO II.—Con los mismos datos de la hélice y siendo la velocidad de 13'09 millas, ¿cuál será el resbalamiento?

$$\text{Avance} = \frac{13 \times 0'514 \times 60}{72} = 5'06$$

$$\text{Resbalamiento} = \frac{5'6 - 5'06}{9'6} = 0.$$

EJEMPLO III.—Si en el mismo caso del ejemplo anterior, la velocidad de la nave fuera de 14 millas, ¿cuál sería el resbalamiento?

Por la primera expresión tenemos:

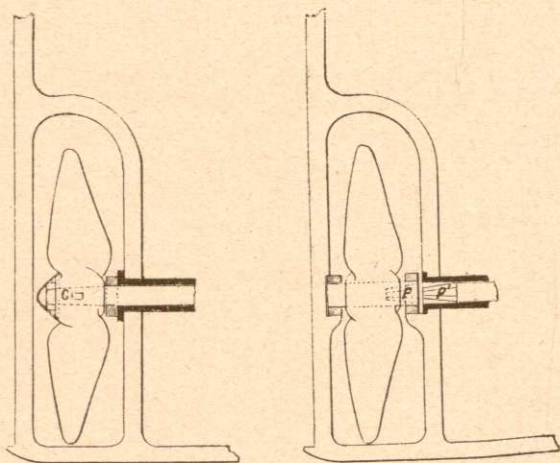
$$\text{Avance} = \frac{14 \times 0'514 \times 60}{72} = 5'99$$

$$\text{Resbalamiento} = \frac{5'6 - 5'99}{5'6} = - 0'06.$$

175.—P.—¿Qué es una hélice Mangín?

R.—Es una hélice inventada por el ingeniero francés de este apellido y compuesta de dos alas, cada una de las cuales está dividida en el sentido del diámetro en varias partes, que se colocan las unas detrás de las otras sobre el núcleo.

Este propulsor, cuyo funcionamiento ha dado casi el mismo resultado que la hélice de que se deriva, ofrece la ventaja de poseer un ancho contado en el sentido de la manga, bastante menor que el de la hélice ordinaria; de aquí el que cuando se navega á vela, una vez colocadas las alas verticalmente, quedan casi ocultas detrás del codaste proel, oponiendo una resistencia despreciable á la marcha del buque.



(Figs. 66 y 67)

176.—P.—¿Cuáles son los diferentes medios de instalación de las hélices para la navegación á vela?

R.—De tres modos diferentes: denominándose hélices fijas, locas y amovibles.

177.—P.—¿Cuál es la hélice **fija**? (*Fig. 66.*)

R.—Está montada de una manera invariable en el extremo del eje de popa, el cual se aloja perfectamente ajustado en la cavidad exprofeso abierta en el núcleo para recibirlo, al que se asegura además con el auxilio de chavetas dirigidas en sentido de la eslora y parcialmente empotradas en ambos. A este medio de sujeción se agrega otra fuerte chaveta *c* que atraviesa al núcleo y al eje, garantizando la ligazón.

178.—P.—¿Cuál es la hélice **loca**? (*Fig. 67.*)

R.—Como quiera que navegando á la vela, la acción del agua sobre el propulsor se trasmite á la máquina sufriendo sus piezas esfuerzos inconvenientes, y como además la resistencia que la superficie de la hélice á la marcha ofrece es otra desventaja, de aquí la conveniencia de las hélices locas, ó sean aquellas que pueden desconectarse del eje, quedando en libertad de girar independientemente de la máquina bajo el impulso del agua.

Generalmente la hélice está apoyada sobre dos coginetes establecidos en el codaste y falso codaste. Su núcleo está oradado en forma de tronco de pirámide exagonal *p*, en cuya cavidad entra el extremo del eje con forma análoga.

Llevando el eje un poco avante, valiéndose del aparato de conectar, escapola de la cavidad del núcleo y queda la hélice alocada.

Las hélices fijas y las locas tienen el inconveniente de exigir la entrada en dique cada vez que en ellas ocurren averías.

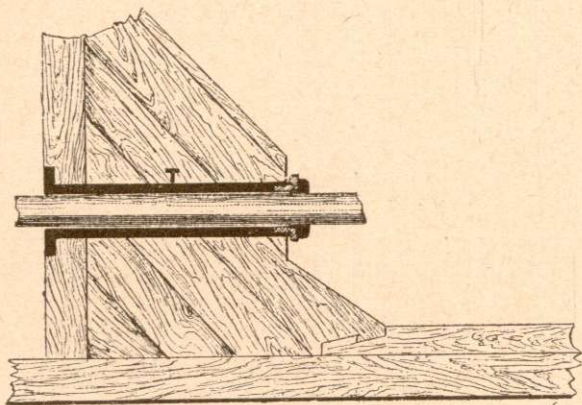
179.—P.—¿Qué es una hélice **amovible**?

R.—Es aquella que está destinada á poderse izar, colocándola en un pozo llamado de la hélice, situado en la popa del barco y por la parte superior del emplazamiento del propulsor. La hélice está sostenida por dos chumaceras situadas en las extremidades de un marco ó bastidor de bronce, el cual descansa sobre dos sillas ó caja, cuando el hélice está conectado á la máquina.

El bastidor se iza ó arría dentro del pozo á lo largo de los codastes, por medio de un aparejo guarnido con el auxilio de la roldana.

180.—P.—¿Qué es la **bocina** del eje? (*Fig. 68.*)

R.—Destinado el último eje á salir fuera del barco para sustentar la hélice, atraviesa un conducto cilíndrico



(*Fig. 68*)

abierto exprofeso en la popa, el cual en los barcos de madera se reviste interiormente con un tubo de bronce T, llamado bocina del eje de popa. En algunos buques

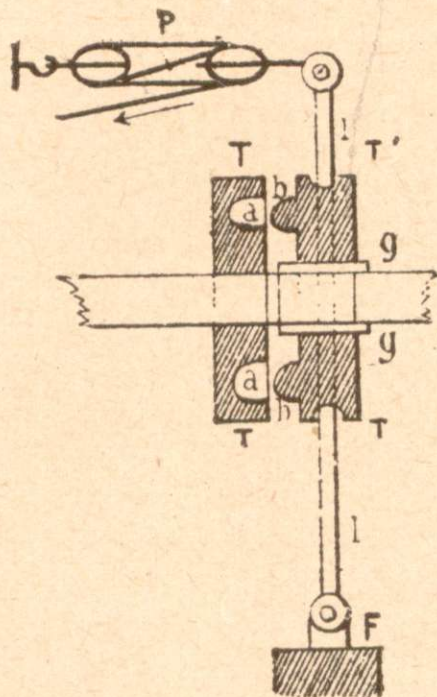
de hierro la bocina suele ser del mismo material que el casco; pero en ambos casos esta instalación se realiza con todas las precauciones necesarias para evitar las vías de agua.

Entre la bocina y el eje van colocadas una série de tiras de guayacán de sección trapezoidal. El agua del mar que libremente penetra en la bocina circulando en los estrechos espacios comprendidos entre los guaya-canes, lubrifica las superficies de contacto y garantiza los recalentamientos.

Esta disposición exige una caja de estopas con su prensa en la parte interior del casco, para evitar que el agua del mar invada la bodega.

181.—P.—¿Qué es el prensa estopas de la hélice?

R.—Es un prensa estopas ordinario, colocado en el extremo de la bocina que mira al interior del casco. Debe ser vigilado cuidadosamente, porque su rotura ó mal funcionamiento daría lugar á una vía de agua peligrosa.



(Fig. 69)

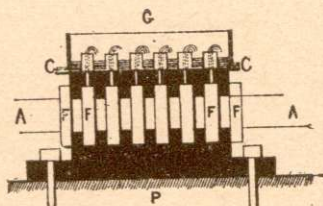
182.—P.—¿Qué es el aparato de conectar? (Figura 69.)

R.—El que sirve para hacer independiente ó poner en relación al eje de la máquina con el de la hélice.

La inspección de la figura 69 dá una clara idea de su estructura. A y A' representan los dos ejes mencionados. T es un platillo cilíndrico unido al eje A y provisto de las cavidades a. T' otro platillo semejante

al anterior, pudiendo resbalar sobre el eje A' á lo largo de dos ranuras salientes g g; este último platillo está provisto de dos dientes de igual forma que las cavidades practicadas en el T sobre el cual deben encajar. Ultimamente, una palanca l articulada en F, permite la unión y separación, según convenga, de los platillos y por tanto la de los ejes á que ambos pertenecen.

183.—P.—Qué se entiende por **chumacera de empuje?** (*Fig. 70.*)



(*Fig. 70*)

R.—El objeto de las diversas chumaceras es proporcionar apoyo y descanso al eje de giro ó que gira; pero el de la chumacera de empuje se

dirige á trasmitir al barco la reacción sufrida por el propulsor, la cual es causa del movimiento del buque. Sin la chumacera de empuje, girarían los ejes y la hélice, pero el buque no obtendría movimiento, porque la resistencia del agua al giro del propulsor, no estaría relacionado con el eje del buque.

La chumacera, pues, destinada á referir estos esfuerzos, es la que se llama chumacera de empuje; siendo su estructura que á explicar pasamos, adecuada al fin á que se la destina.

El examen de la figura 70 permite darse idea de su composición. El principio á que su construcción se sujeta, repartir el empuje del propulsor sobre una gran superficie. Por esta razón el eje A A lleva forjado ocho ó diez collarines F F paralelos é iguales, los cuales se

alojan en los bronce de que está provista la chumacera y que ván siempre revestidos de metal antifricción. Estos bronce en su parte cóncava presentan una serie de ranuras paralelas, que se corresponden en número y situación á los collarines del eje.

Los bronce, cuya forma exterior es cilíndrica, transmiten a la caja P y a la tapa de la chumacera C, dentro de las que se empotran merced á algunos espigos, el empuje ejercido por el eje.

La caja y tapa son sólidas piezas de fundición de hierro; reunidas forman un cilindro hueco con rebajos interiores para alojar los bronce. Su unión al firme del barco es muy sólida, y se refuerza la instalación, en garantia de que no pueda correrse para proa al sufrir los esfuerzos á que está destinada.

Encima de la tapa de la chumacera, aparece el depósito G con la materia grasa para lubricar los collarines.

Hemos dicho que los bronce ván revestidos de metal antifricción.

La composición de este último está formada por lo general de cobre, estaño y antimonio en proporciones diferentes. Es fórmula muy recomendada para coginetes, bielas y collares de excéntrica, la siguiente:

Cobre	1'8 ⁰ / ₀
Estaño	89'3 »
Antimonio	8'9 »

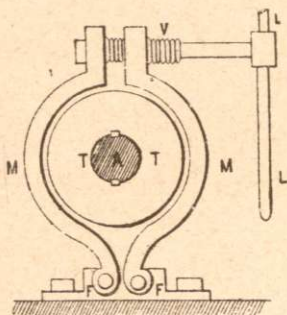
Se aplica sobre los coginetes ó collares de bronce, en la parte que sufre el rozamiento. Este se hace así más suave, y por la facilidad con que se labra esa aleación, las operaciones son más breves y económicas.

También se emplea el metal antifricción en reemplazo de las trenzas de cáñamo y algodón de los prensas, pero es frecuente entonces en la aleación que se utiliza, sustituir el cobre por plomo empleando esta otra fórmula:

Estaño	12 partes
Antimonio	8 id.
Plomo	80 id.

184.—P.—¿Qué es un **freno**? (*Fig. 71.*)

R.—Es un aparato que se destina á fijar la hélice en una posición determinada si á la vela se navega, y



(*Fig. 71*)

también para después de haber parado la máquina poder desconectar, conectar, etc. Para cada una de estas operaciones se procura parar de manera que la hélice quede colocada lo más próximo á la posición vertical, lo cual se conoce por una señal practicada en el eje: después se afloja el freno y se hace uso del

virador, obteniendo con el auxilio de este último órgano la posición de la hélice deseada.

El freno generalmente se compone de un anillo cilíndrico T unido al eje A; lo abrazan dos quijadas M articuladas en F y que se cierran mediante un tornillo V movido con la ayuda de una palanca L. De esta manera se origina un rozamiento suficientemente enérgico.

185.—P.—¿Qué es el **virador**?

R.—Es un mecanismo montado sobre el eje, y que

permite con su auxilio dar una revolución completa á la máquina en 12 minutos próximamente cuando los fuegos están apagados.

Se reduce á un tornillo sin fin, que actúa ó nó según convenga, sobre una rueda de dientes oblicuos montada en uno de los ejes. Una vez conseguido el movimiento de la rueda dentada y por consiguiente el del eje sobre el cual se la instala de un modo invariable, se pondrá en movimiento toda la máquina.

Siempre que la máquina funciona en sus condiciones normales, esto es, movida por el vapor, el virador serviría de estorbo, si no fuera provisto de un número de chavetas convenientes que permiten después de elevarlo, sostenerlo con completa independencia de la rueda dentada.

En la mayor parte de los buques modernos, el movimiento de la máquina en el caso de que se trata, alcánzase mediante un pequeño motor instalado para este solo objeto.

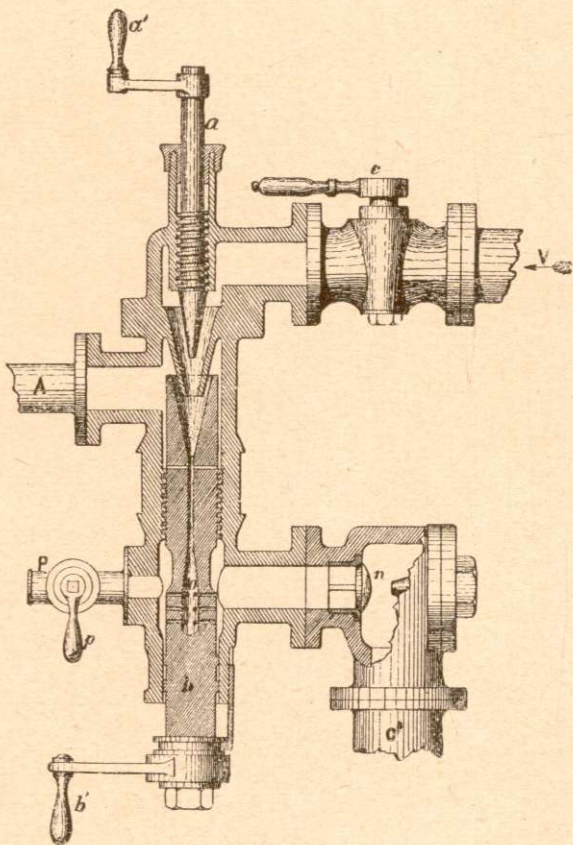
186.—P.—¿Qué son los *platillos ó discos de unión*?

R.—Son las piezas que sirven para ligar los diferentes trozos en que se divide cuando es demasiado largo el eje principal de la hélice. Dos discos son las terminaciones de los extremos de los ejes secundarios que deben ligarse; se unen por medio de pernos provistos de sus correspondientes tuercas, los cuales se procura queden con algún juego, para poder así en parte aminorar las consecuencias de la desnivelación por el quebranto que el buque puede adquirir.

187.—P.—¿En qué consiste el *aparato Giffard de alimentación*? (*Fig. 72.*)

R.—El inyector Giffard es un aparato de alimentación para las calderas, que funciona mediante la utilización ó empleo del vapor tomado directamente del generador. Sustituye ó reemplaza á las bombas alimenticias.

Su manera de funcionar se funda, en que la con-



(Fig. 72)

densación de un chorro de vapor no altera la velocidad que anima á las partículas de este fluido. Así, pues, la vena líquida en que se convierte el vapor, prosigue animada del mismo movimiento que el anterior obtenía.

La disposición en que presentamos la figura 72, pone claramente de manifiesto la estructura de este ingenioso aparato.

El vapor de la caldera viene directamente por V, sirviendo la llave c para permitir su entrada en el inyector.

Con la llave a' que mueve el vástago a, se hace más ó ménos espacioso el tubo cónico á que el vapor llega inmediatamente de su salida.

Recibe en ese punto el agua de la alimentación que por el tubo A acude, á consecuencia de la aspiración que se efectúa de resultas de ser expulsado el aire contenido. Esta agua condensa el chorro de vapor con que se encuentra y continúa animada de la velocidad adquirida hasta salir por o'. Entra finalmente en la caldera por C, venciendo la tensión que haya en la misma, después de abrir una válvula de retención n.

En la figura 72, la llave b' regula la entrada del agua mediante la subida ó bajada del tubo b. La del vapor como ya hemos dicho, se obtiene con a'.

P es un tubo de purga, cuyo funcionamiento se obtiene mediante llave p, que á voluntad abre ó cierra la comunicación.

188.—P.—¿Qué es un **indicador de presión?**

R.—Es un instrumento destinado á trazar los *diagramas* ó *curvas* que representan los esfuerzos ejercidos por el vapor en el trabajo de los émbolos ó pistones.

Estos diagramas permiten determinar la presión

media, que es uno de los elementos necesarios para el cálculo de la fuerza de una máquina; facilitan también el conocimiento del consumo de vapor, y en último término son también necesarios para el estudio de la regulación de los distribuidores.

El principio en que se fundan los indicadores consiste, en hacer soportar á un pequeño pistón del aparato esfuerzos proporcionales á los ejercidos sobre el embolo del cilindro de la máquina, dibujándose en una hoja de papel las intensidades de estos esfuerzos en los diversos momentos de la carrera del pistón.

Existen varios géneros de indicadores: el tipo primitivo de Watt, el de Gariner, Martín, Marelene, Richard, etc., etc.

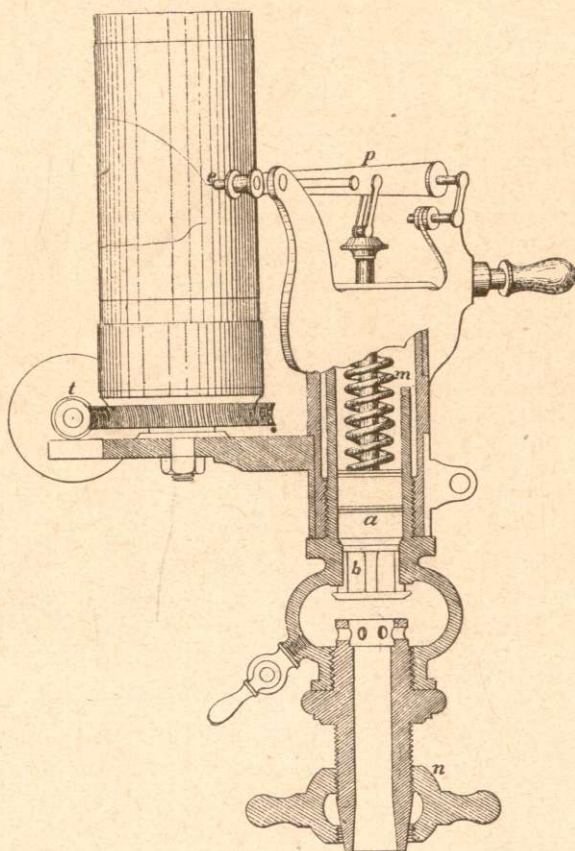
Entre todos ellos, el de Richard es el más generalmente empleado, si bien el de Martín, que se representa en la figura 73, es el que reúne mayor número de perfecciones.

El trazado del diagrama por medio del indicador, se efectúa de la siguiente manera:

Un lápiz *e* recibe el movimiento en el sentido vertical, ocasionado por las diferentes presiones del vapor que en *a* sufre el muelle *m*. Este lápiz se apoya sobre el papel enrollado en un tambor metálico, al cual se le dá movimiento de rotación de izquierda á derecha y de derecha á izquierda, ligándolo con uno de los órganos móviles de la máquina.

El lápiz, como enseña la figura, está colocado en una pequeña palanca articulada al vástago del pistón del aparato. Este pistón actúa sobre un resorte de fuerza elástica conocida.

La ventaja que tiene este indicador sobre el Richard, consiste en primer lugar, en que el vapor no ingresa libremente en el cilindro a, sino que antes atraviesa el



(Fig. 73)

orificio en que se mueve la válvula b, gracias á la cual, según la mayor ó menor velocidad del vapor, se deja á

ésta paso más ó ménos franco. Regulariza, pues, esta válvula el ingreso del fluido, suprimiendo los choques que contra el émbolo del aparato tienen lugar en el otro, y los cuales se suelen traducir en perturbaciones bastante notables.

La manipulación del indicador, no puede ser más sencilla.

Una vez colocado en su puesto, arréglese primeramente el buen funcionamiento del tambor, mediante la colocación del hilo que lo liga al órgano movable de transmisión. Procédese después á la purga del aparato, con lo que se logra calentarle y expeler el aire y agua que pueda contener como resultado de condensaciones.

Esto alcanzado y en movimiento el tambor, trázase con los grifos cerrados la línea atmosférica, que es siempre una línea recta. Se abren enseguida los grifos de vapor, poniendo el instrumento alternativamente en comunicación con las extremidades del cilindro de la máquina, y se trazan las curvas apoyando el lápiz ligeramente sobre el papel.

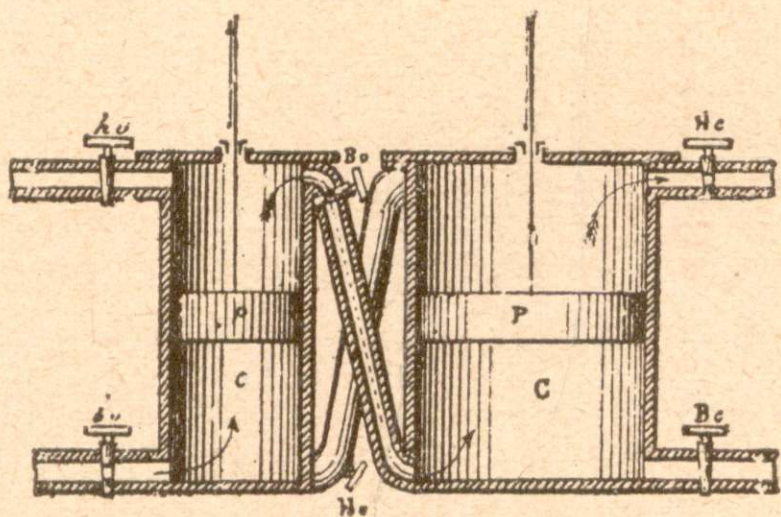
189.—P.—Ideas generales sobre las máquinas sistema **Wolff**.

R.—Las máquinas de esta clase producen la expansión en cilindros separados. El vapor entra ó es admitido en un primer cilindro *c* (*fig. 74*); después en lugar de ser este vapor evacuado al condensador, pasa á un segundo *C* de volumen mayor que el primero. A la evacuación de este último puede pasar á un tercero ó cuarto de dimensiones mayores, y últimamente al condensador.

El número de cilindros establecidos en estas condi-

ciones, caracteriza la denominación que se adopta para la máquina, llamándose de **doble, triple ó cuádruple expansión**.

Hay sin embargo, quien entiendo y no careciendo de razón, que con el nombre de **compound** deben ser designadas todas las máquinas en que el vapor vá pasando de uno á otro cilindro descendiendo en tensión y temperatura, pues si con el vocablo inglés **compound** ó **compuesta** se designa la máquina de expansión sucesiva en dos cilindros, con mayor razón son compuestas las de triple y cuádruple expansión en el mismo sistema basadas.



(Fig. 74.)

Es fraseo vulgar generalmente aceptado, el que la designación **compound** solamente se refiera á las máquinas de expansión sucesiva en dos cilindros, ó en tres, siempre que uno sea de alta y los

otros dos de baja. Así, pues, el convencionalismo más admitido establece las denominaciones de **compound, triple expansión y cuádruple expansión** para las máquinas en cascadas ó sea en las que el vapor pasa á expandirse de unos á otros cilindros, cuando el número de éstos es respectivamente de dos, tres y cuatro.

Véase como funciona: Supongamos que se abren los tres grifos bv, Bv y Hc, cerrándose al mismo tiempo los otros tres hv, Hv y Bc.

El vapor proveniente de la caldera se coloca por la parte inferior del émbolo p impulsándolo hácia arriba. Por otra parte el vapor que se encuentra en la parte superior y que precedentemente había sido introducido, pasa al cilindro de mayor diámetro y mueve el émbolo P de abajo á arriba.

Parece á primera vista, que el movimiento del émbolo P que hemos descrito, había de encontrar por la parte superior una resistencia igual que lo destruyese. Pero esto no sucede así, porque como el cilindro de alta tiene menor diámetro que el de baja que le sigue, la cantidad de vapor que pasa del uno al otro ocupa mayor volumen y debilita su tensión. Así es que la resistencia que de esta manera se manifiesta en la cara superior es menor que la potencia que actúa sobre la inferior y el movimiento queda producido. De análoga manera trabaja el cilindro C, excepción hecha de que la evacuación si la máquina es de doble expansión solamente, vá al condensador.

Cuando los émbolos llegan á la parte alta de los cilindros, se cierran los grifos bv, Bv y Hc, y se abren los hv, Hv y Bc. Así los émbolos ó pistones descienden con la misma fuerza que precedentemente los hizo subir, quedando establecido el movimiento.

En el sistema que nos ocupa existe la expansión del vapor, cuando él pasa á ocupar el segundo cilindro, porque al terminar su recorrido el primitivo, encerrado en el pequeño cilindro, se encuentra ocupando la capacidad del grande. Existe, pues, el aumento de volumen y por consiguiente el trabajo por expansión.

Además, ordinariamente, la admisión en el cilindro

de alta, sólo es en un cierto número de décimos en su carrera. En este caso la expansión comienza antes de que los dos recipientes estén en comunicación.

Se llama **introducción efectiva**, el producto de la introducción del cilindro de alta por su volumen y dividido por el volumen del cilindro inmediato.

La **expansión efectiva**, es la relación inversa.

Ejemplo: La introducción en el cilindro de alta vale 0·6 y el cilindro inmediato es tres veces mayor que aquél. Se tendrá:

$$\text{Introducción efectiva} = \frac{0\cdot6 \times 1}{3} = 0\cdot2$$

$$\text{Expansión efectiva} = \frac{3}{0\cdot6 \times 1} = 5$$

Combinaciones de cilindros en las máquinas Woolf.

Bajo el punto de vista de la conjugación de los cilindros, existe variedad grande en las máquinas Woolf. Tales como se aplican á la navegación, se agrupan en tres géneros principales, que los caracteriza el número y la situación relativa de los cilindros constituyentes de cada máquina.

1.º Máquinas de dos cilindros superpuestos.

2.º Id. de id. id. paralelos y adosados.

3.º Id. de tres id. paralelos y adosados.

Un cuarto grupo que todavía podía admitirse bajo la denominación de **cilindros concéntricos**, no ha llegado á generalizarse, por lo que omitimos su descripción.

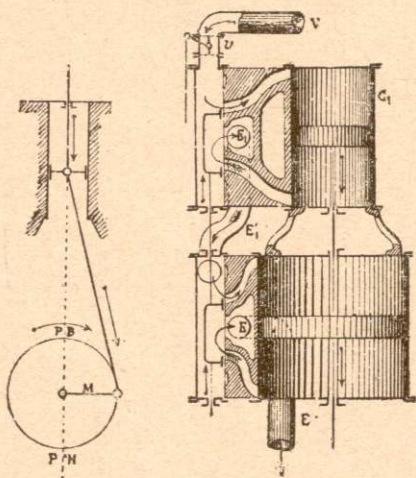
1.º **Máquinas Woolf de cilindros superpuestos y puntos muertos comunes.**

La figura 75 representa la disposición de que se trata.

El vapor que viene de la caldera por el tubo V abre la válvula v, penetra en la caja de distribución del primer cilindro C_1 , siendo repartido en este cilindro por un distribuidor ordinario, generalmente cilindro, con objeto de evitar el fuerte rozamiento que se produciría sobre la placa de fricción, si fuera de concha. Vá provisto de un aparato de expansión variable.

A la evacuación de este primer cilindro, el vapor

pasa al conducto E_1 , después por el tubo E'_1 , prolongación de él y viene á entrar en la caja de distribución del segundo C, de mayor diámetro que el primero, como claramente lo enseña la figura.



(Fig. 75)

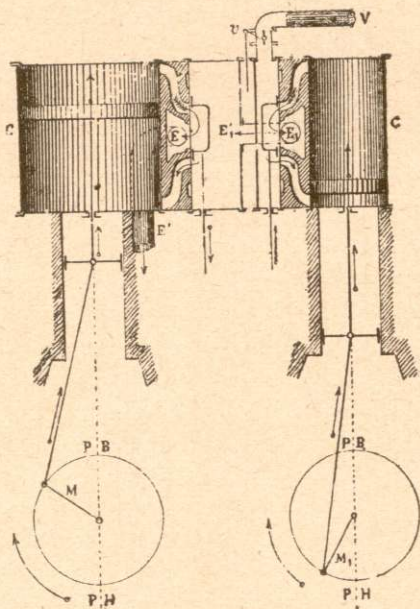
A la evacuación de este segundo cilindro, el vapor pasa por el conducto E y tubo E' hasta el condensador.

Los dos émbolos están montados sobre un vástago común y accionan la misma barra de conexión. El buen funcionamiento de la máquina requiere, dada la forma de instalación de que se trata, otro par de cilindros análogos á los descritos, actuando sobre un punto del eje

de cigüeñales que forma un ángulo de 90° con respecto á la situación que ocupa el de los primeros.

Para facilitar poner en movimiento las máquinas así como los cambios de marcha, existen siempre dos tubos provistos de sus válvulas correspondientes, que permiten colocar directamente en comunicación las cajas de distribución de los cilindros de baja, con el tubo de vapor V.

La expansión se produce, por el paso del cilindro de alta C_1 al de baja C. Los dos distribuidores están montados sobre el mismo vástago; un sector único acciona á los dos. Mientras que el distribuidor del cilindro de baja C tiene los orificios cerrados para la introducción, el vapor que sale del cilindro de alta C_1 ocupa el conducto E, el tubo E' y la caja de distribución del de baja. Este vapor es el que sirve para la introducción siguiente.



(Fig. 76)

2.º Máquinas

Woolf de dos ci-

lindros adosados; puntos muertos á 90° .

La figura 76 representa la disposición de que se trata.

El vapor viene de la caldera por el tubo V, sobre el cual se encuentra la válvula v. Este vapor penetra en la caja de distribución del cilindro de alta C_1 , es distribuido en este cilindro, que puede estar provisto de un aparato de expansión variable.

A la evacuación del cilindro de alta, el vapor pasa á la caja de distribución del de baja C por el conducto E_1 y tubo E' ; este último lindando con la caja de distribución del de baja y sirviéndole de tubo de vapor. Después de ser aquí distribuido, pasa al condensador por el conducto E y tubo E' .

La máquina no necesita más que los dos cilindros. El cigüeñal M del cilindro de alta y el M del de baja están montados sobre el mismo eje, accionados cada uno por su émbolo y formando un ángulo de 90° , lo que facilita el vencer los puntos muertos.

El vapor introducido en el cilindro de alta C_1 , generalmente se le somete á un primer grado de expansión natural. Después la expansión del sistema Woolf se produce, por el paso del vapor de uno á otro cilindro. Mientras que el distribuidor del cilindro de baja, cierra los orificios de introducción, la expansión natural se produce en el de baja, y el vapor que sale del de alta es rechazado por el émbolo de éste al conducto E_1 y á la caja de distribución del de baja. Este vapor sirve para la introducción siguiente.

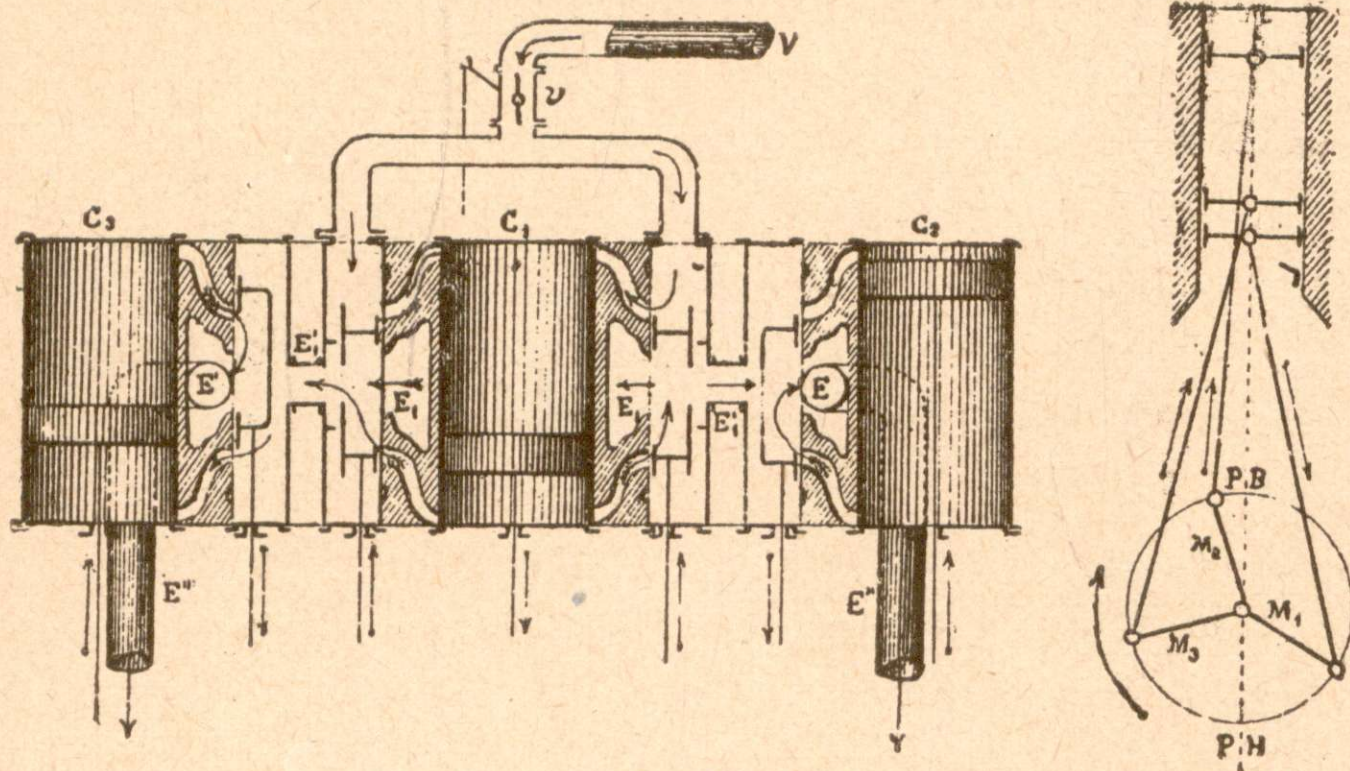
El género de máquina que nos ocupa, se designa más especialmente con el nombre de **máquina Compound**.

Añadamos que para facilitar los movimientos, existe siempre un tubo provisto de su válvula ó grifo correspondiente, que permite poner en comunicación el tubo V con la caja de distribución del de baja. Algunas veces se introduce el vapor directamente en los orificios del cilindro de baja, por medio de un distribuidor suplementario movido á mano.

3.º Máquina Woolf de tres cilindros; puntos muertos á 90º y 135º.

La figura 77 representa la distribución de que se trata.

Los tres cilindros tienen sus ejes paralelos en el mismo plano y á la misma altura. Sus émbolos mueven distintos cigüeñales de un mismo eje. Los cigüeñales M_2 , M_3 de los cilindros laterales C_2 y C_3 forman un ángulo



(Fig. 77)

de 90º y el M_1 del cilindro que admite el vapor directamente de la caldera C_1 , sigue dirección opuesta á la bisectriz del ángulo formado por los otros dos.

El vapor viene de la caldera por el tubo V, salva la válvula v y penetra en la caja de distribución del cilindro de en medio C_1 , en el cual se distribuye por medio de los dos aparatos que muestra la figura. No es condición precisa la de los dos distribuidores; en las máquinas horizontales de este sistema sólo se emplea uno.

A la evacuación del cilindro C_1 , el vapor pasa por los conductos E_1 , después por los tubos E'_1 , que lo conducen á las cajas de distribución de los cilindros laterales C_2 , C_3 repartiéndose convenientemente.

A la evacuación de estos últimos cilindros, el vapor pasa por los conductos E ó E', después por los tubos E' ó E''' que lo conducen al condensador.

La expansión se produce con haber pasado el vapor á trabajar á los cilindros laterales, después de haberlo hecho en el de enmedio.

En todas las máquinas de media presión (2.75 á 3.75 atmósferas), los tres cilindros son iguales, por consiguiente el vapor que sale del cilindro admitido duplica su volumen al trabajar en los de los costados.

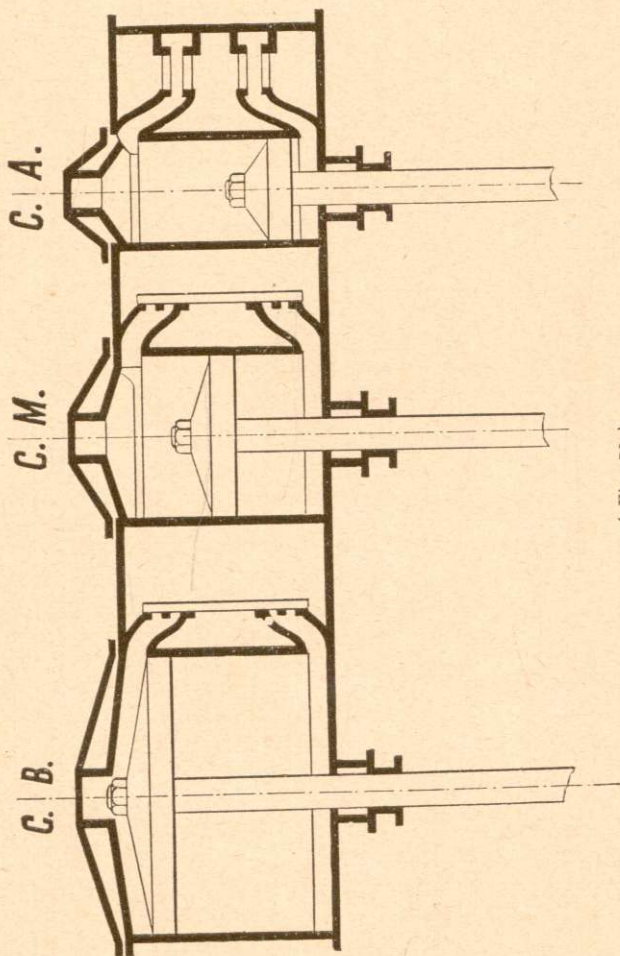
El cilindro de admisión no tiene aparato para expansión.

En las que trabajan á alta tensión, el cilindro de admisión es de algún menor diámetro que los laterales y está además provisto de órgano para la expansión variable.

Para facilitar el poner en marcha la máquina, está en comunicación directa el tubo de vapor V con las cajas de distribución de los cilindros laterales, por

medio de tubos y válvulas que se utilizan en los casos que conviene.

El tipo de máquina con aplicación á los buques y que hoy merece más aceptación, es el representado en



(Fig. 78)

la figura 78 ó sea la máquina de triple expansión y cilindros verticales. A las naturales y ya expresadas ventajas que ofrecen las máquinas de expansión sucesiva, reúne la beneficiosa característica de realizar el esfuerzo motor por modo suave y regular, con el empleo de los tres cigüeñales.

Los tres cilindros paralelos y adyacentes se sitúan, ya en el orden natural de alta, media y baja, ó bien mediante otra colocación subordinada á determinada ventaja de espacio. También en persecución del mismo objetivo, se hacen en algunos casos combinaciones en la máquina de triple, dividiendo en dos el cilindro de baja ó bien éste y además el de media, evitando así el empleo de cilindro de extraordinario volumen.

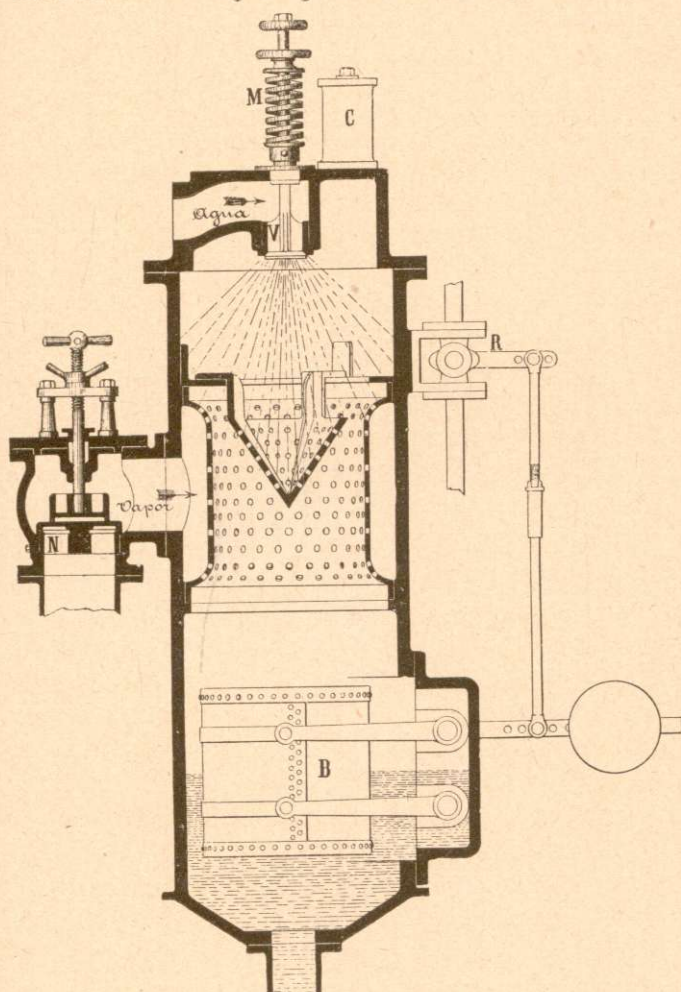
La máquina de cuádruple expansión, aunque utilizada en algunos buques y entre ellos en el *Buenos Aires* y *Montevideo* de la Compañía Trasatlántica, no ha dado en la práctica resultados tan ventajosos como para evidenciar una superioridad indiscutible sobre la de triple.

190.—P.—¿Qué es un calentador para alimentación?

R.—Las máquinas modernas de triple y cuádruple expansión, ván generalmente provistas de un pequeño aparato representado en la figura 79, cuya misión es facilitar para la alimentación agua á una temperatura muy inmediata á los 100 grados centígrados y exenta ó libre de aire; ventajas estas esencialísimas, por cuanto se traducen en economía de combustible y buena conservación de las calderas.

La figura anotada es lo suficientemente clara para relevarnos de más detalladas explicaciones.

V, válvula para regular á mano la abertura de introducción del líquido procedente del depósito en que



(Fig. 79)

el agua del condensador se almacena. N, válvula que proporciona la entrada del vapor, tomado de la evacuación del cilindro de media. C, recipiente de aire con válvula de escape para la atmósfera ó condensador. B, flotador que produce el movimiento de la válvula R, permitiendo ó dificultando el funcionamiento de las bombas alimenticias, por abrir ó cerrar la entrada del vapor que á ellas puede ser dirigido desde la caldera.

El funcionamiento del aparato no puede ser más sencillo ni práctico.

Entra el agua procedente de la condensación por la parte superior. Se dirige al cono invertido que ocupa la parte central, que al estar llena de agujeros lo convierte en regadera, haciendo así más uniforme la salida del agua y su mezcla, por tanto, con el vapor.

Por N entra el vapor, y calentando las paredes del cilindro y penetrando por los agujeros al efecto dispuestos, produce la mezcla deseada.

Aseméjase, por tanto, este funcionamiento, al de un condensador de inyección, con la diferencia de que su objetivo es elevar la temperatura del agua á costa de la que se roba ó hace perder al vapor.

Dieho se está, que á la parte inferior del calentador acude el agua así calentada, desde donde por modo automático afluye á nutrir la bomba de alimentación, mediante el empleo del flotador B.

La posición que el flotador B ocupa en la figura, es la de equilibrio. Su ascenso ó descenso con respecto á esta situación, produce el movimiento combinado de las palancas exteriores, abriendo ó cerrando la válvula R, que facilita ó impide la llegada del vapor á la bomba

de alimentación. Así, pues, el descenso de R, ó sea la falta de agua en el calentador, origina el cierre de R y el cese en el funcionamiento de la bomba alimenticia. Lo contrario ocurre con la subida. De este modo se conserva en forma automática constante el nivel de agua en el calentador.

191.—P.—¿Dar idea de un evaporador?

R.—Las altas presiones empleadas en las máquinas de triple expansión, hace más necesario que antes para la mejor conservación de la caldera, el empleo del agua dulce.

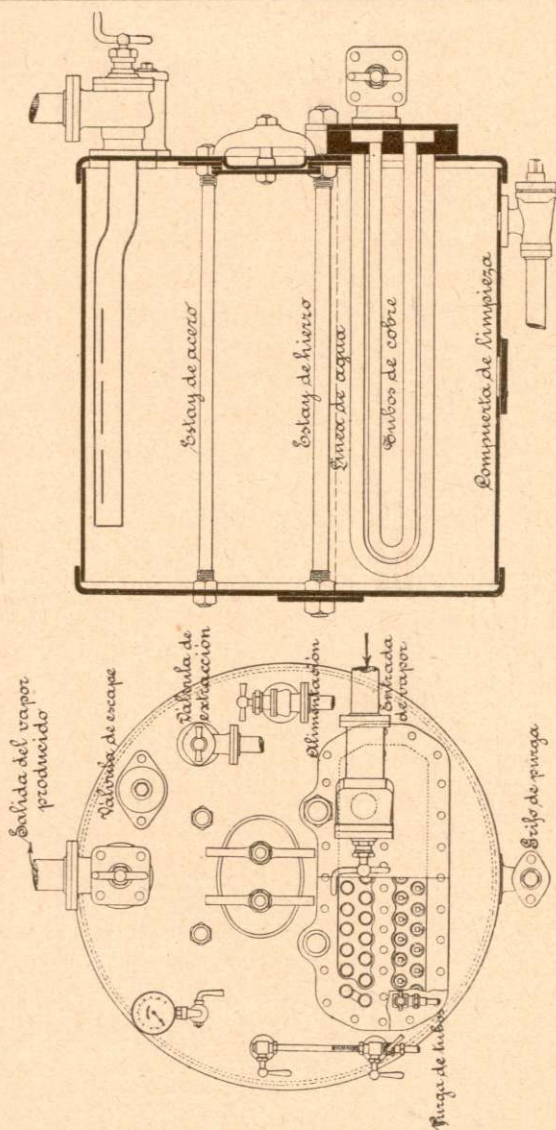
Por otro lado, bien claramente salta á la vista, no es fácilmente hacedero ni práctico, embarcar una provisión de líquido suficiente para compensar durante muchos días consecutivos las pérdidas de vapor que inevitablemente se producen.

El empleo, pues, de un evaporador para transformar el agua del mar en agua dulce, se impone en todos los buques destinados á efectuar largas travesías.

El que goza hoy de más fama es el de Weir, aceptado generalmente en los trasatlánticos de las principales compañías de navegación.

Inspeccionando los dos grabados de la figura 80, en los que están dibujados los principales elementos del evaporador, se vé que la tubería de cobre en forma de U para la circulación del vapor, es la que reemplaza el hogar de las calderas ordinarias, poniéndose también á la vista las diferentes válvulas para purgas, paso del vapor, toma de agua, etc., etc., indispensables para el buen funcionamiento del aparato.

Los tubos de cobre para la circulación del vapor



(Fig. 80)

ván montados en una placa, que puede fácilmente desmontarse para limpiar aquéllos, siempre que la necesidad lo aconseja.

Las extremidades de los tubos comunican con dos cámaras distintas; una de admisión y otra de salida ó evacuación. Las bocas de los tubos que comunican con la cámara de admisión están abiertas, pero las de los de salida, excepto el orificio del más bajo, están cerradas por tapones de bronce que tienen un pequeño agujero ó abertura. La presión en la cámara de evacuación es siempre inferior á la que domina en la cámara de admisión, produciéndose por consiguiente una corriente continua en los tubos, privando que se acumule en ellos el agua ó el aire.

El evaporador toma el vapor del escape del cilindro de alta.

El que se obtiene por la vaporización de agua del mar escapa al cilindro de baja, cuando la máquina no tiene calentador de agua; pero si lo hubiera, como es lo más general, tratándose de máquinas de triple ó cuádruple, dicho vapor ó agua en él convertida, se lleva directamente al tubo que vá al calentador.

Para el manejo del aparato, conviene observar las instrucciones que siguen:

Se llena con agua del mar conservando un nivel que esté 15 centímetros por encima de los tubos de vapor. Se dá entrada al vapor en los tubos y se cuida que la presión en la cámara del evaporador sea aproximadamente la misma que la del recipiente de baja. En este estado se regula la entrada de agua de alimentación, dejándola á su más alto nivel, como hemos dicho,

para atender á las extracciones, que deben verificarse como en las calderas ordinarias alimentadas con agua del mar.

En algunos trasatlánticos provistos de dos ó más evaporadores, estos aparatos están dispuestos para funcionar á doble efecto, esto es, que el vapor no condensado procedente de uno de los evaporadores, pasa á la cámara de admisión de vapor del otro aparato,

Lo mismo que las calderas que emplean agua del mar, las cubiertas de los evaporadores están sujetas á la corrosión; por lo tanto, deben cementarse con Portland, usando también el zinc como en las calderas.

Las experiencias comparativas verificadas con destiladores dobles, evaporadores de triple efecto y aparatos del sistema Weir, han evidenciado que el peso de carbón necesario para producir una tonelada de agua dulce es:

262	libras	inglesas	con	el	destilador	doble.
97'2	»	»	»	»	evaporador	de triple efecto.
68'9	»	»	»	»	»	de Weir.

192.—P.—Ideas generales sobre **máquinas refrigeradoras.**

R.—Con creciente éxito se ván introduciendo en los vapores dedicados al transporte de pasajeros, las máquinas refrigeradoras, destinadas á enfriar el aire de un departamento cerrado del buque llamado *cámara frigorífica*, mediante lo cual alcázase de eficaz manera la conservación de carnes muertas, legumbres y el hielo necesario para los usos diarios de abordó.

Las máquinas fundadas en la expansión del aire comprimido, son las que, por su fácil manejo, exclusión de ingredientes químicos, producción inmediata del

aire seco, frío y puro, y otras ventajas no menos estimables, reciben general aplicación en los vapores de pasaje.

Como idea suscinta del funcionamiento de estos aparatos, podemos considerar su marcha dividida en tres etapas ó períodos distintos, y son los que siguen:

Primero.—Se comprime el aire atmosférico con una bomba, sin comunicarle ni quitarle calor alguno, pero aumentando con ello su temperatura como natural consecuencia de la compresión.

Segundo.—Se enfría este gas comprimido, con el agua del mar, en forma análoga ó parecida á como se realiza el enfriamiento del vapor y su licuación en las máquinas de condensación.

Tercero.—Se deja expansionar el aire, sin comunicarle ni quitarle calor alguno, pero su temperatura decrece hasta ser muy inferior á la del ambiente, como consecuencia de la expansión. Es, pues, en este instante cuando se produce el frío utilizable.

El aire así enfriado, es conducido á la cámara frigorífica, en donde absorbe el calor de las sustancias en conservación, y de allí otra vez pasa á la bomba de compresión y empieza el mismo ciclo, que puede indefinidamente repetirse, pero que se hace cesar desde el momento que la cámara adquiere la temperatura que se desea; por lo general, se mantiene ésta inferior á 4 grados centígrado.

Una vez alcanzada tan baja temperatura, la utilización ó empleo de la máquina solo debe ser aconsejada, para combatir las pérdidas de frío que se experimentan, como consecuencia de las entradas en el departamento

para los aprovisionamientos, irradiación por mamparos y calor robado á los elementos en conservación.

El tipo de refrigeradoras construidas para los buques, lleva su motor propio montado sobre el mismo armazón; es una máquina horizontal sistema Woolf.

El eje motor tiene dos cigüeñales en ángulo recto; uno recibe los esfuerzos de los cilindros de vapor, el otro trasmite estos esfuerzos á las bombas que constituyen la refrigeradora propiamente dicha, montadas al lado de los cilindros de vapor y paralelas á ellos. Con esta disposición de los cigüeñales, se logra mayor regularidad en la marcha, pues el vapor obra á toda presión precisamente en el momento que la bomba solicita mayor esfuerzo por verificarse la compresión máxima en el aire.

Los órganos principales de las máquinas refrigeradoras, son:

Una *bomba ó cilindro* para la compresión del aire. Este cuerpo de bomba vá envuelto por una chaqueta de circulación de agua del mar, para evitar que con el calor desarrollado en la compresión, la temperatura pase de ciertos límites.

Un *condensador* ó refrigerador tubular de superficie, análogo á los de las máquinas de vapor. Su efecto no consiste en licuar vapor alguno, sino rebajar al aire su temperatura absorbiéndole el calórico de la compresión. El aire procede directo del cilindro de compresión y sigue un doble retorno en los tubos. Una pequeña bomba produce la circulación con agua del mar.

Otro *condensador de superficie* se halla emplazado en la cámara frigorífica. El aire frío procedente de la

cámara, circula en él, sustituyendo al agua del mar. Con este aparato se logra mayor descenso de temperatura en el aire comprimido, pues al recorrer los tubos deja otra parte de su calor y sale con una temperatura inferior á la del mar.

Por último, un *cilindro de expansión* vá montado delante de la bomba de comprensión, de modo que sus émbolos están conectados á un mismo vástago que toma movimiento de eje por medio de la barra de conexión.

El objeto de este cilindro es independiente de los efectos frigoríficos de la máquina. Como el aire comprimido tiene una extensión de 45 kilogramos por cm^2 , esta fuerza se utiliza, convirtiendo el cilindro en una parte automotora del aparato y alcanzando con su empleo una economía.

Un ancho conducto, bien revestido de madera, conduce el aire expansionado del cilindro á la cámara frigorífica. En dicho conducto vá colocado un termómetro que penetra en su interior, en el que fácilmente puede leerse la temperatura para convencerse del buen funcionamiento del aparato.

Advertencias provechosas.—No debe utilizarse en los buques el refrigerador para el solo objeto de producir hielo. Su precio resultaría enorme en este caso.

Se recomienda el mayor cuidado en el cierre ó ajuste de las puertas, así como el reducir al minimum el número de veces que durante el día se abran para las necesidades de abastecimiento.

Las personas que por deber entren diariamente en el refrigerador, deben hacerlo con traje de lana.

193.—P.—Ideas generales sobre **aparatos hidráulicos**.

R.—El *vapor* aplicado como fuerza motriz á los diversos aparatos auxiliares, necesarios á las faenas de abordó, presenta los inconvenientes siguientes: calienta las tuberías que recorre, perdiendo parte considerable de su tensión; se licua parcialmente, y molesta durante la evacuación, si como muchas veces ocurre, ésta se efectúa á la atmósfera.

El *agua comprimida*, exenta de todos estos inconvenientes, se presta á ser conducida por tubos de pequeño diámetro á grandes distancias, sin perder notoriamente su tensión; produce velocidades considerables sin la mediación de los complicados mecanismos que el vapor exige; y últimamente, elimina las vibraciones y ruidos que acompañan siempre á aquéllos.

La producción de fuerza hidráulica se efectúa, mediante el esfuerzo y trabajo que se gasta en comprimir el agua, con lo cual se almacena una energía potencial, que ha de ser utilizada más tarde.

Dos elementos son necesarios para este objeto: las *bombas de comprensión*, movidas por una máquina de vapor, y el *acumulador hidráulico*, que como su nombre lo indica, deposita el agua con la presión requerida.

En su forma más sencilla redúcese el acumulador, á un cilindro vertical, dentro del cual puede moverse un largo émbolo, en cuya base superior se afirman una ó más crucetas que sirven de sostén á una caja cilíndrica, depositaria de la carga correspondiente á la comprensión que se quiere producir.

Relacionado este cilindro, por un lado con las bom-

bas que fuerzan la entrada del agua, y por otro mediante delgadas tuberías con los aparatos que la utilizan, explicada queda la fisonomía de estas máquinas, ya bastante generalizadas para la descarga y otros usos no menos prácticos en los vapores mercantes.

Cuando en virtud del trabajo de las bombas, el émbolo de que se ha hecho mención llega al límite superior de su carrera, un sencillo mecanismo, variable según los casos, cierra la válvula de cuello de la máquina y se paran las bombas. Más si el consumo de agua persiste por continuar funcionando los aparatos que alimenta el acumulador, el émbolo desciende, y al efectuarlo pone de nuevo en movimiento la máquina de vapor y por consiguiente las bombas.

De lo expuesto resulta, un doble papel ejercido por el acumulador: por un lado mantiene constante la presión en la tubería de agua, y por otro almacena el exceso de trabajo potencial desarrollado, hasta el momento en que se hace preciso emplearlo.

El acumulador ligeramente descrito es del sistema Armstrong, pero no el único utilizado. Empléanse también el *multiplicador* ó de la patente Brown, con el que se obtienen análogos resultados. Su esencial diferencia estriba, en que los pesos que gravitan sobre el émbolo del cilindro, son reemplazados en los del sistema Brown por la presión del vapor que hace sus veces.

La aplicación del agua comprimida á las faenas de abordó, es generalmente para el *aparato de gobierno*, *cabrestantes* de levar y *gruas* para la carga y descarga.

Algunas diferencias de relativa importancia existen entre las tres clases de aparatos, cuya descripción

extensa é ilustrada con figuras, puede verse en la obra meritisima del Ingeniero naval D. Gustavo Fernández, á que nos referimos.

Solo haremos constar en este lugar una apreciación nuestra, robustecida con la opinión de algunos Capitanes cuyos buques están dotados de estos modernos aparatos.

La de que no debe utilizarse la presión hidráulica para el manejo del timón, por cuanto la seguridad del funcionamiento que es el punto de vista más interesante, tratándose del gobierno de un buque, no queda suficientemente garantida con el aparato hidráulico.

Una inesperada avería en los pescantes de la carga ó en los molinetes de levar, puede ser un inconveniente ó retardo para la ejecución de las maniobras emprendidas: la descomposición del aparato de gobierno tomando ó dejando un puerto, ó en sitios frecuentes de buques, puede traer más serias y lamentables consecuencias, y hasta la pérdida del barco.

Abogamos, pues, porque se reserve el vapor para los aparatos de gobernar, hasta tanto que una larga práctica corrija yevite las averías que en las hidráulicas todavía hoy se experimentan con alguna frecuencia.

TERCERA PARTE

Otros conocimientos útiles á los Maquinistas

194.—P.—Dar algunas ideas generales sobre los **materiales empleados en las máquinas.**

R.—Los metales son materias simples, buenos conductores del calor y de la electricidad, pesados y sólidos, ménos el mercurio.

La industria solo emplea por excepción metales en estado de pureza. Es lo más frecuente presentar estas materias bajo la forma de **aleaciones**, ó sea la mezcla en proporciones determinadas de metales diferentes.

Los metales puros y sus aleaciones poseen en mayor ó menor grado diversas propiedades, y entre ellas la **ductibilidad** ó **maleabilidad** y la **tenacidad**.

Consiste la **ductibilidad**, en la facultad que poseen determinados metales para prestarse fácilmente á ser convertidos en láminas, cabillas, etc.

La **tenacidad**, es la propiedad de que gozan para resistir esfuerzos considerables sin romperse.

Los metales se combinan con el oxígeno, formando numerosos compuestos llamados **óxidos**. Ejemplo de

ello, los óxidos de hierro y de cobre, vulgarmente conocidos bajo la denominación de *orín* y *cardenillo*.

La experiencia enseña, que la oxidación de los metales resulta notablemente favorecida por la humedad. También la electricidad la produce, llamándose *efecto galvánico* su acción en este caso. Dos metales diferentes puestos en contacto ó situados á muy corta distancia, tales como el hierro ó el cobre, por ejemplo, en un ambiente húmedo y todavía mejor, sumergidos en agua del mar, pronto acusan ó ponen de manifiesto la oxidación.

Para los hierros que han de estar expuestos á la humedad, se aminoran en parte los efectos destructores de ella, cubriéndolos con una ligera capa de zinc, que es lo que constituye el **hierro galvanizado**, de tanta aplicación en los buques. El mismo fin puede lograrse estañándolos, porque tanto el zinc como el estaño, se oxidan menos fácilmente que el hierro. Aunque en forma más débil defiéndese el hierro de la oxidación, por medio de la pintura de minio que lo preserva.

Solo nos ocuparemos en este lugar, de los metales más principalmente empleados en las máquinas marinas.

Hierro dulce.—Posee un color gris azulado. Goza de gran maleabilidad. Es el metal más tenaz. Su densidad, de 7·8. Se funde á la temperatura de 1.500 grados.

Hierro fundido.—El hierro fundido es el primer producto de la fusión de los minerales de hierro. Su densidad, 7·7. Se oxida menos que el hierro dulce.

Acero.—Hierro puro unido á una pequeña cantidad de carbono y azoe.

Hoy se emplea con ventaja en la construcción de cascos, calderas, vástagos de émbolos, resortes, cañones, etc., etc.; adquiere la dureza por el temple.

Cobre.—Es un metal maleable, fácil para ser trabajado á martillo, pero sin presentar gran dureza. Su densidad 8·9.

Al aire libre se cubre de una ligera capa verde, conocida bajo el nombre vulgar de cardenillo.

Se utiliza para la construcción de gran número de piezas de máquinas y particularmente para tubería.

Unido á otros metales. forma el **bronce** y el **latón** ó metal amarillo.

Plomo.—A la vista ofrece el plomo un color blanco azulado, cuyas tintas se hacen muy perceptibles recientemente cortado. Su densidad, de 11·4. Se funde á la temperatura de 320 grados.

El plomo está dotado de una gran maleabilidad; pero á cambio de esto, su ductibilidad es muy mediana, y su tenacidad extremadamente débil.

Tiene, sin embargo, bastante aplicación como materia prima para aleaciones y soldaduras.

Estaño.—Su color azul-gris. Su densidad es de 7·3. Comienza á fundirse á los 230 grados.

Como el plomo, no se le encuentra en las máquinas marinas sino ligado á otros materiales, para hacer la aleación más fusible y tenaz.

Zinc.—Este metal tiene un color blanco-azulado muy brillante. Entre las temperaturas de 100 á 150 grados se hace dúctil y maleable. Se funde á 436 grados. Es muy poco oxidable. Su densidad, 7·2. Como el

plomo y el estaño, el zinc no se utiliza en las máquinas sino ligado á otro metal.

Bronce.—El bronce es una aleación de cobre y estaño. Su densidad, 8'5.

Es mucho más duro y fusible que el cobre y bastante ménos oxidable.

Se trabaja con bastante facilidad este material, tanto al torno como á la lima. Su empleo está más principalmente indicado en la fabricación de camisas, cuerpos de bombas, grifos, tubos, coginetes, etc., etc.

Las proporciones de la aleación que constituyen el bronce, varían entre 90 partes de cobre con 10 de estaño, y 80 partes de cobre con 20 de aquél, según que se trate de la elaboración de piezas pertenecientes á máquinas que hayan de moverse á moderada ó crecida velocidad.

Latón.—El latón ó cobre amarillo es una aleación de cobre y zinc.

Se compone, término medio, de 65 partes del primer metal y 35 de zinc.

Se emplea en las máquinas para los prensas, grifos, tubos de calderas, etc.

Resiste mejor que el bronce, los golpes, el calor y la flexión.

Maillechort.—Este metal que también se llama *cobre blanco*, se compone de 50 partes de cobre, 31 de plata y 10 de níquel. Imita á la plata.

Antifricción.—Por lo general se compone de 90 partes de estaño puro, 8 de antimonio y 4 de cobre.

Este metal tiene preferente aplicación á los lugares en que existen rozamientos inevitables. Coginetes,

gargantas, barretas de distribuidores, etc.

Fieltro.—El fieltro empleado en las máquinas es una tela grosera no tejida, y que se forma mediante la compresión de lanas y pelos de ciertos animales. Es muy mal conductor del calórico y se utiliza para cubrir las calderas, tubos de vapor, cilindros, etc., etc.

Para hacer el fieltro incombustible, se le sumerge en agua conteniendo alumbre en disolución.

Cautchouc.—Tiene un color moreno tirando á pizarra. Su densidad, próximamente 0·93.

Es inalterable al aire, blando, flexible, impermeable y extremadamente elástico, pero no comprensible. Proviene de ciertos árboles.

Solo se emplea el caoutchouc *vulcanizado*, que es el que se obtiene por la inmersión del caoutchouc natural en un baño de azufre, cuya temperatura no sea superior á 130 grados. El caoutchouc así preparado, ni se endurece con el frío ni se derrite con el calor.

En los buques tiene aplicación este material para las válvulas, tubos acústicos, etc.

Minium.—Es un compuesto de plomo y oxígeno. Su color es de un rojo muy vivo. Densidad, 8·9.

En las juntas de las máquinas se le utiliza en el estado de pasta ó mastic. Se emplea además como pintura diluyéndolo en aceite.

Albayalde.—Es una combinación de carbono, plomo y oxígeno. Es de color blanco.

Como el minio, se utiliza para las juntas, pero más singularmente para defender de la oxidación piezas importantes, á cuyo fin suele unirse con una cantidad de sebo para emplearlo como pintura espesa. Densidad, 6·5.

Sebo.—Densidad, 0·930. Sustancia grasa extraída del cuerpo de los animales. Se emplea en el engrasado de las máquinas.

Aceites.—Los aceites son cuerpos grasos, líquidos á la temperatura ordinaria.

Divídense en dos grupos ó clases: **aceites grasos** y **aceites secantes**.

Utilízanse los primeros en el alumbrado y engrasado; los segundos sirven para la fabricación de pinturas.

En las máquinas y principalmente en aquellas que están provistas de condensadores, se reemplazan para engrasado, los sebos y aceites vegetales, por los **aceites minerales**. Proviene estos últimos del Cáucaso y de América.

Las principales clases que á este objeto se dedican, sobre todo para el engrasado de cilindros y distribuidores, son: el **Noivre Crane**, de procedencia americana; la **Oleonaphte** llamada también **Ragosina**, proveniente del Cáucaso, y la **Valvolina**, que no es otra cosa sino una variedad de los aceites americanos.

El poder lubricante de la oleonaphte mezclado con el aceite de oliva, es muy superior al de este último empleado solo.

Soldaduras.—Por *soldaduras* debe entenderse, las aleaciones destinadas á la ligazón de metales. Las principales que se emplean en las máquinas, son:

Soldadura de cobre.—Una parte de cobre, una de zinc.

Soldadura de cobre fuerte.—3 id., una id.

Soldadura de plomero.—Una parte de estaño, 2 de plomo.

Soldadura de hojalatero.—Una id., 7 id.

195.—P.—Establecer una **comparación entre el propulsor de ruedas y la hélice.**

R.—Desde luego puede afirmarse, que la última reúne superioridad de condiciones favorables para todas las circunstancias diversas que la navegación ofrece:

1.º Con la hélice, el aparato motor entero puede ser colocado, bien á popa ó ya debajo de la línea de flotación, circunstancia esta última de un valor inestimable en los buques de guerra, por cuanto defiende á tan importante órgano de los proyectiles del enemigo. Para el comercio, la primera condición es favorable en determinados casos, pues deja libres y unidas las bodegas de carga.

2.º Con las ruedas y á consecuencia del desarrollo que los tambores necesitan, la manga no se subordina á las conveniencias exigidas por la navegación á vela, y hace á los barcos defectuosos para su manejo en los puertos. Difícil es por lo tanto, con este propulsor el **buque mixto**, ó sea de vela y máquina, lo cual es hacedero con los de hélice.

3.º Funcionando la hélice por debajo del agua, su efecto todo es utilizable, ya sean en mares tranquilas ó alteradas, mientras que las ruedas en este último caso, tanto como se sumerjen tanto quedan fuera del agua, según su posición con respecto á la ola. De aquí fuertes choques y pérdidas de trabajo considerables.

Si la mar es de través y por consiguiente el buque escora, las ruedas irán desigualmente sumergidas, siendo difícil el gobierno.

En cambio, otro género de dificultad se presentará, si con la alteración de la línea de calados como consecuencia de la mayor ó menor carga, quedan las paletas más ó ménos sumergidas, y cuya alteración obliga á subirlas ó bajarlas según convenga, faena esta enojosa y no siempre fácil de realizar en la práctica.

4.º En tiempos ordinarios, los dos propulsores con corta diferencia presentan el mismo grado de **utilización**. Pero en los malos tiempos, resulta evidente el trabajo más utilitario que la hélice ofrece.

5.º Con las ruedas, se navega en buenas condiciones por escaso que sea el calado del buque con respecto al ordinario en que navega. El otro propulsor en cambio, si el barco está muy boyante y por tanto poco sumergida la hélice, trabaja en malas condiciones. En parte, este inconveniente en el día se corrige por medio de los tanques de lastre de agua con que se dotan los vapores modernos.

6.º La hélice movable requiere un pozo para poderla izar, lo cual debilita la popa del barco, que ya es de por sí la parte más débil del casco. Si la hélice es fija, para remediar sus averías es condición necesaria la entrada en dique.

7.º En las maniobras en los puertos, el buque de ruedas no puede gobernar hasta que adquiere velocidad y el timón obedece. Con los de hélice, el efecto del agua que la hélice arroja sobre la pala del timón, se traduce en movimiento de giro, antes de adquirirlo en el sentido de la marcha.

8.º Por último: en los buques de hélice, se fatiga el casco cuando se cía; y al parar la máquina, ya sea

moviéndose en un sentido ó en otro, se emplea bastante tiempo en quedar el buque sin arrancada. Los de ruedas no ofrecen este inconveniente y además sus balances son más dulces y moderados.

196.—Poner una máquina en movimiento.

R.—1.º Deberá empezarse por **llenar las calderas**, á cuyo fin se abrirá el grifo de toma de agua adyacente al generador, y el mismo Kingston que de ordinario sirve á varias calderas. Así se obtendrá la entrada del agua del mar en las calderas, si como ordinariamente acontece, éstas están situadas en parte bajo la flotación; debiendo para facilitar la entrada del líquido, dar salida al mismo tiempo al aire que en el interior del generador se aloja, y lo que se consigue abriendo las válvulas de seguridad, las atmosféricas, los grifos de prueba y la extracción periódica. El agua entra en las calderas hasta alcanzar el nivel del mar. Si este nivel es más elevado que el normal marcado por el tubo indicador, se cierra á tiempo el grifo de la toma de agua. Si el nivel exterior es más bajo, entonces se concluyen de llenar por medio de las bombas de mano ó el donkey, ó ambos aparatos á un tiempo si á ello obliga la premura. Obtenido el nivel, deberán cerrarse los grifos de prueba y las comunicaciones con el mar.

Generalmente al encender no se le dá al nivel de las calderas toda la altura que en marcha alcanza. Un poco escaso se deja, para que habiendo ménos agua sea más fácil y rápida la operación de levantar vapor. Una vez entrados los hornos en actividad, el nivel se lleva á su altura de regimen, guiándose para ello por las indicaciones del tubo de nivel.

2.º Se procede después á **encender los fuegos.**

Esta faena debe ejecutarse, empezando por cargar los hornos convenientemente y empleando para ello el mejor carbón de que se disponga, partido en pedazos de tamaño conveniente, para que no se caiga por las claras de las parrillas al cenicero sin quemarse. Seguidamente se coloca dentro de cada horno y por la parte anterior, la necesaria cantidad de sustancias inflamables, como astillas de madera, desperdicios de algodón, estopas, etc., para con ello levantar llama rápidamente.

Antes de encender deben aflojarse los vientos de la chimenea, evitando así que como consecuencia de la dilatación que esta última sufre, pueda ocasionarse la rotura de alguno.

Se pega fuego á la materia inflamable y se la recubre con carbón menudo, cerrando la puerta del cenicero y entreabriendo la del hogar. La corriente que inmediatamente se establece impulsa la llama horizontalmente, extendiéndose sobre el combustible, cuyos fragmentos seca primero, calienta después, y concluye por inflamar los más próximos á las bocas de los hornos. Los fogoneros que vigilan los adelantos de la combustión, ván echando hácia el fondo los carbones encendidos y hácia la puerta los pendientes de arder, cerrando la puerta del hogar y entreabriendo gradualmente la del cenicero en proporción al adelanto de la combustión.

3.º Se dejan abiertas las **válvulas de seguridad**, pero se cierra la atmosférica; el agua entra bien pronto en ebullición y el vapor empieza á salir por el tubo de desahogo arrastrando al aire consigo; cuando se supone que todo el aire ha sido expulsado y reemplazado por

el vapor, se cierran las válvulas de seguridad, dejando subir la presión, hasta obtener la de regimen, que será indicada por el manómetro, á cuyo instrumento debe desde este momento consagrarsele exquisita vigilancia.

4.º La operación que se designa con el nombre de **purga**, tiene por objeto calentar los cilindros y las cajas de distribución y producir un vacío relativo en los condensadores. Dicho se está, por lo tanto, que esta faena es preliminar á la de poner la máquina en movimiento, y evita la presencia del aire, de líquidos y enfriamientos, en los primeros momentos de funcionar la máquina.

La conveniencia de purgar las máquinas es tanto más grande, cuanto ménos elevada sea la tensión del vapor disponible. De aquí el ser de absoluta necesidad para las que trabajan á bajas presiones y poderse prescindir de ella sin graves inconvenientes en las de alta.

La manera de efectuarla, es dar entrada al vapor en pequeña cantidad á los cilindros, condensador y bomba de aire; este vapor comienza á condensarse en estos recipientes, pero los calienta y expulsa el agua de condensación y el aire que á su paso vá encontrando, aire y agua que salen al exterior por los grifos y válvulas de purga abiertos.

La purga se hace simultáneamente de los cilindros, distribuidores y condensador, ó independiente la de los primeros de la del último. Esto depende de la clase de máquina.

5.º **Probar la máquina.**

Una vez terminada la purga, se imprime á la má-

quina un movimiento lento en un sentido y después en el opuesto. El objeto de esto es asegurarse del buen funcionamiento de todos los órganos, antes de considerarse en condiciones de emprender la marcha definitiva. Bastan para esto, unas cuantas revoluciones en los dos sentidos del movimiento, insuficientes para vencer la inercia del buque. Esta maniobra permite además, desembarazar á los condensadores del agua que en ellos se hubiera acumulado durante la purga.

6.º **En marcha definitiva.**

Lo primero que deberá hacerse es, colocar el aparato de cambio de marcha en la posición requerida para el sentido que se quiere obtener. Después se abren poco á poco las válvulas de comunicación y enseguida las de cuello, pero cuidando de que las aberturas finales de unas y otras en los primeros momentos no lleguen á ser completas, para evitar proyecciones de agua. Del mismo modo se opera con las inyecciones, y por último se abren también los obturadores del tubo de descarga, Todos los grifos de purga deberán asimismo mantenerse abiertos, hasta que por ellos solo salga vapor.

197.—P.—¿Cómo se **debe parar**?

R.—Con el aparato de cambio de marcha, se hace que el dado del regulador Stephenson quede en la mitad del cuadrante, y en cuya posición sabemos que las excéntricas no dán movimiento al distribuidor, quedando por lo tanto inmóvil y sin entrar el vapor en los cilindros. Se cierra enseguida el regulador de inyección y los registros; se abren las válvulas de seguridad y se levantan las mechas de los lubricadores: por lo que á los fuegos atañe, se cierran los ceniceros y se

entreabren las de los hogares, con lo que se aminora la combustión; y por último, se vigila el nivel de agua de las calderas, las cuales se deben alimentar con el caballo ó donkey durante la parada.

Si la parada no fuera momentánea y sí definitiva, se aprovecha la presión para dar el suficiente movimiento á la máquina, á fin de que la hélice quede en posición vertical; se abren las puertas de los hornos y se bajan los fuegos.

Se abre el grifo de extracción, pero no se vacían enteramente las calderas, esperando para hacerlo á que se enfríen y utilizando al efecto la bomba de mano, porque no habiendo en ellas más presión que la de la atmósfera, la salida del líquido no podrá efectuarse. Se cierran los obturadores de los tubos de las tomas de agua, y se abren todos los que puedan dar salida en la bodega al agua que queda en el aparato; se secan bien todas las piezas engrasadas ó lubricadas con agua. En todos los prensas que requieren renovación de empaquetados, se efectúa esta faena, cuya necesidad se habrá reconocido durante la marcha por los escapes de vapor ó de agua, que una comprensión del prensa no bastase á atajar. En los demás casos, se comprimen los empaquetados cuando aún están calientes, para que escurran el aceite viejo y alterado que los empapa.

198.—P.—¿Cuáles son los cuidados que deben tenerse durante la marcha?

R.—Estos cuidados se deducen de todo lo que hasta aquí llevamos expuesto, y son los siguientes:

1.º Para las **calderas**; vigilar constantemente su nivel, la saturación, las ebulliciones y proyecciones de

agua, el buen empleo del combustible, la presión y la facilidad en maniobrar con las válvulas de seguridad.

2.º Para todo el **mecanismo**; evitar las pérdidas de vapor por las juntas; evitar los golpes ó choques, lo cual se consigue mediante el conveniente apretado de las articulaciones y de las chumaceras; evitar los recalentamientos con una lubricación suficiente de todas las piezas que rozan, y una vez presentados utilizar el agua como refrescante, cuya eficacia estriba, no en suavizar el rozamiento, sino en que hirviendo á una temperatura más baja que el aceite, absorbe con mayor rapidez que éste el calor desarrollado.

3.º Por lo que á los **distribuidores** respecta vigilar la regulación que puede accidentalmente desarreglarse y la expansión variable.

4.º Para los **cilindros**; el buen funcionamiento de los grifos y válvulas de purga.

5.º Para la **inyección y condensación**; que sea la conveniente la abertura dada al regulador de la primera, cuidar del buen vacío, y vigilancia en los obturadores del tubo de descarga y de las cisternas.

6.º En cuanto al **orden y disciplina**; debe estarse siempre atento á las órdenes que se trasmitan desde el puente. Las herramientas que puedan necesitarse deben estar instaladas en sitio inmediato y con colocación que haga fácil y rápida su utilización. El alumbrado debe ser suficiente. El silencio y el orden debe reinar en todo el departamento de máquinas. Cualquier persona extraña al personal encargado del manejo de las mismas que accidentalmente baje á ellas, solo permanecerá el tiempo estrictamente indispensable y estando

continuamente vigilada. En caso de maniobra y más especialmente si ella es originada por averías, el más caracterizado de los que en la máquina se encuentren es el que debe tomar la voz de mando para dirigir las operaciones que sean necesarias.

199.—P.—Preceptos para economizar carbón.

R.—No juzgamos necesario encomiar la importancia que para una casa naviera puede tener el que sus buques efectúen todas las travesías utilizando aquellos elementos combinados, que la ciencia por un lado y de otro la práctica, aconsejan como más beneficiosos para recorrer un camino determinado con el menor gasto de combustible.

Los Capitanes y Maquinistas deben no olvidar por lo que á cada uno concierne, que la más corta distancia recorrida y el empleo de la velocidad más económica con relación á las múltiples circunstancias en que la navegación se efectúa, son los dos factores de primera fuerza á cuyo estudio deben consagrar la mayor atención, por ser en suma los que harán beneficiosa la travesía bajo su aspecto comercial.

Procuraremos dar algunas ideas generales, sobre los medios ó procedimientos que emplearse pueden en persecución de este fin.

1.º Estudio de la derrota.

Esta parte solo al Capitán concierne. Cuentan todos con conocimientos suficientes para poder elegir siempre la más provechosa, en el sentido de acortar la distancia. Solo, pues, podemos aconsejarles, no juzguen indiferente ó de poca monta algunas millas de más sobre la derrota que pudiera elegirse como más corta; esta

economía que bien pudiera ser insignificante tratándose de un solo viaje, se eleva por la multiplicación á una cifra muy respetable.

Las recaladas en los puertos, máxime si éstos son de aquellos en los que, bien por las mareas ó ya por las prescripciones que los Gobiernos tienen establecidas, queda limitada la entrada, es importante se fijen en aquilatar el valor de este factor, para con la conveniente antelación acortar la velocidad del buque. En travesías con muchos puertos de escala, merece observarse esta práctica, pues indudablemente puede producir resultados muy satisfactorios bajo un punto de vista económico.

Estas dos cláusulas y la utilización del aparejo en los casos apropiados, son los principales recursos de índole puramente náutica, que á los Capitanes le es dable emplear.

2.º Milla económica.

Todo vapor hábilmente dirigido, debe tener determinada por experimentación su velocidad económica. Por tal entendemos, aquella en que la milla recorrida resulta á menos gasto, en buenas circunstancias de mar y viento.

La forma de obtenerla no puede ser más sencilla.

Si se trata de un vapor correo, deberá aprovecharse la navegación en viaje de extensión, para realizar el ensayo con buenas circunstancias. Y decimos en viajes de extensión, porque en los de línea postal el interés preferente debe ser en cuanto al andar ó marcha, alcanzar el estipulado por el Gobierno.

En buques que llegan hasta 15 millas en prueba,

por ejemplo, puede empezarse la experiencia colocándolos á 12 de velocidad y anotando el consumo de combustible para la última hora, después de haberse sostenido esta marcha por espacio de 8.

Sucesivamente se irá repitiendo esto mismo para las marchas de 11 y 10, entre las cuales es probable se halle la económica.

Dicho se está, que si el andar en pruebas fuera inferior al de 15 que hemos citado como ejemplo, en razón á lo que disminuyese la máxima velocidad, resultaría más bajo el económico.

La aplicación de esta marcha generalmente llamada *milla económica*, compatible con la clase de navegación que se efectúa, unido á conservarla uniformemente el mayor tiempo posible, ocasiona un ahorro importantísimo, si como ocurre en la Compañía Trasatlántica, se trata de muchos buques en constante movilidad.

3.º Velocidad uniforme.

La conveniencia de emplear una marcha uniforme el mayor tiempo posible, puede fácilmente evidenciarse por medio de un sencillo ejemplo.

Un trayecto de 20 millas puede realizarse en dos horas con la velocidad uniforme de 10, ó en el mismo tiempo con las velocidades de 9 y 11, ó con las de 8 y 12 ú otras en cada una de las dos horas. En el primer caso ó de marcha uniforme, el buque y sus máquinas se fatigarán ménos que en los otros; en los de marcha desigual, á parte del mayor deterioro que experimentan los buques y las máquinas con las velocidades extremas, se gastará más carbón; en los casos citados, el gasto será de 3 por 100 más en el segundo y 12 por 100 más

en el tercero, y aumentará en progresión siempre creciente á medida que las velocidades se separasen más de la media.

En un trayecto determinado, pero con circunstancias de mar ó viento, contrarias en una parte del mismo y favorable en otra, el recorrido más económico será el de menores velocidades en las adversas circunstancias y mayores velocidades en las favorables, ó sea el viaje en que buque y máquinas vencen iguales resistencias durante la totalidad del recorrido.

Dicho se está, por lo tanto, que el análisis razonado para ordenar la velocidad á que navegarse debe, se impone como beneficioso, pero sin olvidar que como precepto ó regla general, la marcha más uniforme será siempre la más conveniente.

4.º **Velocidad moderada.**

A cualquiera se le ocurre, resultará el viaje tanto más corto cuanto mayor sea la velocidad á que se navegue; pero si se desea conciliar la rapidez en la navegación con la economía de combustible, que es como se debe realizar la explotación económica en una empresa naviera, ya hay necesidad de fijarse en lo siguiente: *la marcha disminuye el tiempo de viaje y el gasto ordinario por otros conceptos, en proporción aritmética de lo que aumentan las velocidades; pero la fuerza de máquina desarrollada y con ella el consumo de combustible, crece aproximadamente en proporción á los cubos de aquéllas.*

Para que se aprecie en todo su alcance tan interesante particular, pongamos un ejemplo.

El vapor *Reina Cristina* efectúa una travesía á la

Habana con una marcha uniforme de 12 millas por hora, empleando por tanto aproximadamente 333 horas y 20 minutos en recorrer las 4.000 millas que suponemos de distancia con Cádiz. El consumo de combustible es para esta marcha, de 2'5 toneladas por hora, y en el viaje completo por consiguiente, de 833'5 toneladas.

Si la velocidad horaria fuera de 14 millas, se emplearían en la misma travesía 285'7 horas, y el consumo de combustible por crecer proporcionalmente al cubo de la velocidad, sería de 1131 toneladas. Más claramente expresado: el aumento de un 16 por 100 en la marcha, se ha traducido en un 36 por 100 en el del consumo.

Este último está calculado de la siguiente manera:

Bajo el supuesto de que los cubos de las velocidades son proporcionales á los consumos en la unidad de tiempo, establezco la proporción de

$$12^3 : 14^3 :: 2'5 : \varphi$$

ó

$$1728 : 2744 :: 2'5 : \varphi$$

de donde

$$\varphi = 3'96 \text{ toneladas.}$$

Multiplicando este resultado por 285'7 horas, que son las necesarias para la travesía á razón de 14 millas de velocidad, obtengo 1.131 toneladas, como consumo para el viaje.

Con estas explicaciones se comprende, que al llegar á las marchas extremas el gasto de carbón alcanzará su máximo, haciendo completamente ruinosa la expedición. Así, pues, un estudio comparativo entre las ventajas que por otros conceptos reporta abreviar en determinado número de horas la navegación y lo que esta abrevia-

ción cuesta, será la mejor guía que tener debe el Capitán, para obrar con el apetecible acierto.

Lo expuesto sobre consumos, es en un todo aplicable á la fuerza desarrollada por la máquina, toda vez que ésta y aquél, guardan la misma relación siempre.

No debe perderse de vista que en estos razonamientos, se parte del supuesto de que el calado del buque es el mismo.

La variación en este sentido influye de poderosa manera en el andar, como se evidencia en el siguiente ejemplo:

El vapor citado anteriormente, alcanza una velocidad de 15'75 millas, desarrollando 4.000 caballos de fuerza y siendo su calado de 18 piés ingleses; con la misma fuerza de máquina, pero aumentando el último hasta 24 piés, sólo llega la marcha á 14'75.

En el supuesto de un calado igual para el mismo buque, véase la fuerza que necesita desarrollar para velocidades distintas:

VELOCIDADES.	FUERZA.
12	1.700
13	2.100
14	2.709
15	3.200
16	4.100
17	5.000
18	6.000

La simple inspección de este cuadro, enseña lo bastante para evidenciar la conveniencia sobre el empleo de las velocidades moderadas.

5.º Manejo de los fuegos.

Por lo que respecta á la manera de emplear el carbón, es conveniente la observancia de las instrucciones prácticas que siguen:

a).—Permítase que el carbón se queme gradualmente, siendo de la mayor importancia el que los fuegos no se perturben en manera alguna con barras, etc., etc. Todo lo necesario para el buen consumo, lo hace prácticamente el fuego mismo al quemarse. El único instrumento necesario es la pala, y solo con ella debe ejecutar su trabajo el fogonero, una vez que el carbón esté dentro del hogar. El violar estas sencillas reglas tan fáciles de cumplir, produce indudablemente una pérdida de vapor y un malgasto de carbón.

b).—Si fuese evidente que el carbón no se quema bien, puede punzarse por debajo, pero aún esto se procurará hacer las ménos veces posibles.

c).—Las parrillas deben siempre estar completamente cubiertas, pues cualquiera clara entre el carbón impide la buena producción del vapor, debido á una corriente excesiva de aire.

d).—El espesor de la capa de fuego debe siempre depender del tiro; pero nunca conviene sea inferior á 4 pulgadas ni superior á 6. El maquinista puede fácilmente guiarse en este punto, observando detenidamente la llama, la que debe mantenerse lo más blanca posible. Si se pone roja es señal evidente de que el fuego tiene demasiado espesor.

e).—Como es de gran importancia al manejar el carbón no romperlo en pedazos demasiado pequeños, conviene usar con preferencia un pico á un martillo. Estando los fuegos en buen estado, pueden cuidadosamente echarse los pedazos pequeños para aprovechar económicamente todo el carbón. Tiene, sin embargo, bastante importancia, no echar en un mismo sitio

mucho carbón menudo, ni tampoco cuando el fuego no está muy vivo.

f).—Las parrillas no deben estar separadas unas de otras más de media pulgada; el ancho conveniente para las mismas, es de pulgada y cuarto á pulgada y media.

6.º **Empleo de la expansión.**—Acerca del empleo de la expansión, nos referimos á las explicaciones que quedan consignadas en el texto (preguntas 131 y siguientes) y á lo dicho acerca de las máquinas sistema Woolf, en las que tanto se utiliza.

200.—P.—Precauciones abordo con el carbón.

R.—La *combustión expontánea* no es otra cosa, sino el incendio sin causa exterior, de una gran cantidad de materia, como consecuencia de la combinación química de los cuerpos que contiene.

Los cuerpos en que más fácil y frecuentemente se presenta la combustión expontánea, son aquellos que contienen hidrógeno en gran cantidad, como ocurre con el heno, algodón y las hullas recientemente extraídas de las minas.

Para evitar en lo posible este temible siniestro, deberán siempre embarcase los carbones bien secos, exentos de piritas ó tan solo con lijeros indicios de ellas, de procedencia conocida, de extracción no muy reciente, con la menor cantidad posible de polvo, y almacenarlos en carboneras perfectamente estancas.

Es conveniente suprimir toda corriente de aire. Tan solo se conceptúa aceptable y hasta se recomienda la ventilación en la región más alta de las carboneras, por si el combustible contuviera hidrógeno protocarbonado.

Diffícilmente se consigue encontrar un carbón que reúna todos los requisitos enumerados como convenientes, para evitar el peligro de combustiones espontáneas abordo.

En ciertos climas es imposible adquirir carbones secos: en determinadas localidades solo se encuentran con abundantes piritas; y no faltan casos, los más por desgracia, en que el carbón que se adquiere debe necesariamente ser el que se encuentra en el puerto, por muchos que sean sus defectos y deficiencias.

En tales casos, debe dársele valor grande á la exquisita vigilancia ejercida en las carboneras, para precaver el desarrollo de la combustión espontánea. Para que esta vigilancia sea eficaz, es preciso tener en cuenta lo dicho sobre ventilación y naturaleza del combustible, cerciorándose con cierta regularidad y frecuencia, de que en ella no se declara una producción anómala de calor. Con este objeto, además de reconocer de vez en cuando, por medio del tacto, las paredes externas de las carboneras, se recomienda consultar la temperatura que existe en su interior, para lo cual deben estar cruzadas las capacidades de aquellos depósitos por tubos dispuestos en diversas direcciones. Un termómetro periódicamente consultado, después de haberlo mantenido algún tiempo dentro de cada tubo, acusa cualquiera elevación sospechosa de temperatura.

A esta indicación del termómetro, solo debe concedérsele un valor relativo, como consecuencia de la escasa conductibilidad del carbón. Para que mereciera fe completa la indicación dicha, sería preciso multiplicar mucho el número de tubos, lo cual inutilizaría las carboneras.

Todas las combustiones espontáneas, con excepción de las debidas al hidrógeno protocarbonado, se indican con una elevación gradual de la temperatura en las carboneras, á la cual acompaña el olor característico del ácido sulfuroso, ó el no menos marcado á huevos podridos del ácido sulfhídrico, cuando el carbón es piritoso. Al mismo tiempo se desprende algún humo por las juntas de los registros y puertas de las carboneras.

Según que el incendio se inicie ó ya esté desarrollado, se debe proceder de distinto modo para atajarlo.

En el primer caso, es procedimiento recomendable sacar el carbón de la carbonera y enfriarlo en cubierta.

De ser posible esa maniobra, lo cual constituirá un caso raro, debe emprenderse con grandes precauciones, toda vez que si el carbón estuviese ya ardiendo, al abrir dos registros de la carbonera, podría muy bien la corriente de aire que se estableciera ser causa de mayor desarrollo para el incendio. Nunca debe intentarse llevarla á cabo, sin tener dispuestos todos los elementos para combatir el fuego que se presente.

Si el incendio, francamente declarado, está circunscrito á una pequeña parte del carbón que puede ser extraído, esta conducta es la recomendable.

Si por la extensión del daño son impracticables los dos procedimientos enunciados, hay que acudir á otros arbitrios.

Desde luego importa suprimir toda ventilación en las carboneras atacadas. Esto solo ha bastado en muchos casos para sofocar el fuego temporalmente, impidiendo que adquiriera mayores proporciones y permitiendo

ganar el puerto más próximo. En la previsión de que se manifieste abordó un accidente del género de que se trata, hay buques en los que se encuentra establecido un tubo que, partiendo del afecto al servicio de la máquina ó arrancando de las mismas cámaras de vapor de los generadores, se ramifica para comunicar con cada una de las carboneras. Es posible, por tanto, en circunstancias como las supuestas, reemplazar con una atmósfera de vapor impropia para la combustión, el aire que, alojado entre los pedazos de carbón, alimenta el incendio.

Cuando el carbón contenga hidrógeno protocarbonado, se precave todo peligro de incendio, penetrando siempre en las carboneras con una lámpara de seguridad, ó abriendo los registros superiores de las mismas bastante tiempo antes de visitarlas, á fin de que se ventile su interior.

APÉNDICE A

LEGISLACIÓN DE LOS MAQUINISTAS NAVALES

PROGRAMA DE EXÁMENES PARA MAQUINISTAS

Para Segundos Maquinistas

EXÁMENES DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS

1.º Suma, resta, multiplicación y división de enteros, decimales y quebrados. Hallar el cuadrado y cubo de cualquier número.

Raiz cuadrada y cúbica.

Regla de tres simple.

Sistema métrico decimal.

Equivalencia de las medidas métricas con las inglesas.

2.º Definiciones de Geometría. Inscripción práctica de polígonos. Areas de las figuras planas. Definición de los cuerpos geométricos. Areas y volúmenes de los mismos.

3.º Definir y construir la elipse y la curva hélice. Aplicaciones de esta última curva.

Proyecciones de un cuerpo geométrico. Cortes por planos paralelos y perpendiculares.

Hacer el croquis de una pieza sencilla; acotarlo y levantar el plano.

4.º Principio de Arquímedes.

Principio de Pascal.

Ley de Mariotte.

Fuerzas y sistemas diferentes.

Trabajo mecánico.—Caballo efectivo.

Caballo nominal. — Combustión. — Ebullición. —

Evaporización.—Vaporización.

Presión atmosférica. Temperatura.

Calor sensible.—Calor latente.

Vapor saturado.—Vapor recalentado.

NOTA.—Del punto 4.º, sólo definiciones.

5.º Unidades prácticas eléctricas. Explicación de una pila. Idem de una dinamo. Idea general sobre instalación de alumbrado por incandescencia.

EXAMEN DE MÁQUINAS

Manómetros y su fundamento.—Pesa sales y modo de graduarlos.

Clasificación de las máquinas según la presión del vapor.

Idem id. según la articulación de la barra de conexión.

Idem id. según el sistema Woolf.

Descripción de diferentes tipos de calderas y detalladamente, lo que se refiere á las de doble frente y llama en retorno,

Descripción de un cilindro de vapor con sus detalles.

Objeto del condensador y descripción del mismo.

Asientos y armazones. Transmisión de movimientos.

Tubos de vapor y de agua, válvulas de comunicación.

Aparato de marcha.

Diferentes clases de propulsores. Ventajas de la hélice sobre el propulsor de ruedas.

Bocina, prensa, ejes y chumacera de empuje.

Incrustaciones en las calderas y modo de prevenirlas. Encender los fuegos. Levantar vapor. Purgar la máquina. Probarla. Ponerla en movimiento. En marcha definitiva. Precauciones al parar.

Ventajas de la expansión y modo de utilizarla.

Descripción de los distribuidores de concha y cilíndricos.

Averías ordinarias en las calderas y modo de remediarlas con los recursos de abordó; escapes de agua, rotura de los tubos, avería de los niveles de agua y de los manómetros.

Averías en los órganos principales ó accesorios de las máquinas y manera de remediarlas con los recursos de abordó.

Manera de proceder en los casos de recalentamiento de piezas.

Preceptos generales para la economía de combustible. Relación en que está el crecimiento de la marcha ó velocidad con la fuerza desarrollada y el consumo.

Relación en que está el crecimiento de la marcha con la resistencia que debe vencerse.

EXAMEN DE TALLER

Hacer con perfección una junta, una cajeta de empaquetado, ajustar una superficie plana, chumacera, válvula, grifo, etc.; cambiar un tubo, poner un tirante, y además hacer con regular perfección un perno, un tornillo, unir dos piezas á calda y poner á una caldera un parche con tornillos ó remaches.

Para Primeros Maquinistas**EXAMEN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS**

Los mismos que para segundos, y además:

Cálculo de la presión ejercida por un fluido sobre una superficie.

Dilatación lineal. Dilatación cúbica. Calorías. Calor específico en los metales.

Levantar el plano con arreglo á escala de cualquier órgano importante de la máquina.

EXAMEN DE MÁQUINAS

Lo mismo que para segundos, y además:

Clasificación de los carbones: ventajas é inconvenientes de cada una de las clases. Modo de apreciar sus propiedades.

Regulación del vapor.

Empieo de los indicadores de fuerza desarrollada.

Inyectores Giffard.

Recalentadores para alimentación.

Descripción detallada de las máquinas de triple ó cuádruple.

Remedio de las diferentes clases de averías que pueden ocurrir en la navegación.

Madrid 17 de Abril de 1891.—JOSÉ MARÍA DE BERÁNGER.

APÉNDICE B

El Carbón nacional con aplicación á la Marina

Aunque la índole lijera y en extremo modesta de esta **Cartilla**, excluye desde luego extensos razonamientos y largas consideraciones sobre los diversos asuntos en la misma tratados, nos ha parecido excepción justificadísima de este criterio seguido, la patriótica necesidad de contribuir en la medida de nuestros alcances á la vulgarización entre los españoles en general y más significadamente entre los Maquinistas de la Armada y del Comercio, de todo aquello que se relaciona con la producción y consumo del carbón mineral, mina inagotable de la riqueza pública, y prestigioso timbre de gloria para toda nación que llega á bastarse á sí misma en el consumo de un artículo, que es objeto de ilícito comercio desde el momento en que la declaración de guerra hace su necesidad más clara y evidente.

Un país rico en carbones y que á la explotación de esta riqueza dedica atención preferentísima, figura siempre en primer término en el mundo industrial, porque el desarrollo de las industrias carboneras viene á ser el barómetro cuya escala marca la prosperidad en las naciones modernas.

España cuenta con 11.301 kilómetros cuadrados de terrenos carboníferos. Inglaterra, nación privilegiada, la más rica del mundo en producción de hulla y de la cual nosotros somos uno de sus principales tributarios en el abastecimiento ó provisión de combustibles, no

alcanza á poseer más que 10.369 kilometros cuadrados.

Deberíamos ser el país que más carbón extrajese de sus minas, que para algo Dios nos las concedió en tan excepcional abundancia. Somos desgraciadamente de los que menos producen, y por singular contraste además, uno de los más fuertes consumidores en el de procedencia extranjera.

Y no se diga que la falta de adelanto en las demás industrias para las cuales el carbón es materia indispensable, justifica el no empleo en el consumo del país de partidas crecidas de este combustible.

Hoy requiere España muy cerca de **4 millones** de toneladas de carbón para satisfacer las exigencias del comercio, pues de 2.943.000, cifra que representaba éstas en el año 1890, hemos llegado á 3.800.000 toneladas en el de 1895.

La producción nacional arrojó en 1890 solo 1.226.000 toneladas, que en el año de 1895 han sido elevadas á 1.900.000. Así, pues, y en números redondos, tenemos necesidad de importar anualmente 2 millones de toneladas, guarismo que á su vez significa ó representa el valor de nuestra incuria, falta de legislación protectora y censurable estado de atraso.

No podemos aspirar por el momento á colocarnos en caso parecido al de Bélgica, Alemania, Estados Unidos é Inglaterra, cuyas naciones no solo satisfacen por sí mismas las necesidades de su elevado consumo como países eminentemente industriales, sino que siempre existe en ellas crecido superabit á la exportación dedicado. Pero es deber de inexcusable patriotismo procurar alcanzar cuanto antes el que todo nuestro consumo sea de producción nacional.

En buena hora que Holanda, Rumania, Turquía, Suecia é Italia, países en que la producción es nula ó insignificante por la escasez de terrenos carboníferos ó mala calidad de los combustibles, se dobleguen á ser en esto tributarias de otras naciones; pero en España, lo repetimos, jamás encontrará justificación el que no se basta á sí misma en asunto que además de afectar á la riqueza pública, puede llegar á dificultar seriamente en el caso de una guerra internacional la defensa de la patria.

Justificado con los anteriores razonamientos el interés consagrado á este particular, anotamos á continuación la producción de carbones en España, por provincias, durante el año de 1894, con cuyo estado fácilmente se tiene á la vista el detalle por clases y regiones del carbón extraído.

**Producción de carbones en España en 1894,
por provincias**

PROVINCIAS	Hullas	Lignitos	Total
	Toneladas	Toneladas	Toneladas
Baleares	»	21.743	21.743
Barcelona	9.209	3.327	12.537
Burgos	82	»	82
Ciudad Real	102.295	»	102.295
Córdoba	268.220	»	268.220
Gerona	44.390	600	44.990
Guipúzcoa	»	9.165	9.165
León	36.186	»	36.186
Lérida	»	4.382	4.382
Logroño	117	410	527
Oviedo	974.951	»	974.951
Palencia	152.565	»	152.562
Santander	»	809	809
Sevilla	80.466	»	80.466
Teruel	»	746	746
Vizcaya	»	74	74
	1.668.482	41.259	1.709.741

Si se quieren apreciar los aumentos que en la producción é importación ha habido durante un período de veinte años, por ejemplo, y obtener así el consumo anual de la nación, véase la adjunta tabla á este efecto formada, con datos que pueden desde luego merecer toda garantía.

**Producción, importación y consumo
de carbones en España**

Años.	Producción total de España	Importación de extranjeros	Consumo total
	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>
1876	752.713	697.287	1.450.000
77	677.179	765.775	1.442.954
78	672.327	759.013	1.431.340
79	690.679	771.140	1.461.819
80	847.128	882.607	1.729.735
81	1.209.882	983.112	2.192.994
82	1.196.255	1.108.104	2.304.359
83	1.070.750	1.262.677	2.333.427
84	979.350	1.342.032	2.321.382
85	945.904	1.317.247	2.263.151
86	1.001.432	1.407.226	2.408.658
87	1.038.305	1.382.244	2.420.549
88	1.036.565	1.488.446	2.525.011
89	1.146.632	1.614.953	2.761.585
90	1.187.136	1.717.704	2.904.740
91	1.289.797	1.863.326	3.153.123
92	1.464.778	1.862.951	3.334.729
93	1.519.905	1.764.987	3.284.892
94	1.709.742	1.840.741	3.550.483
95	1.900.000	1.850.000	3.750.000

No todos los carbones que en las diferentes regiones de España se producen, tienen condiciones para ser empleados en la navegación.

Leyendo los cuadros que más arriba se insertan, se vé hay determinadas regiones en donde no se obtienen

más que lignitos, combustible inferior á las hullas y de difícil aplicación en los buques, por su escaso poder calorífico y excesivo humo.

Enseña también uno de esos cuadros, que Asturias y Bélmez son los centros verdaderamente productores de la Península.

Pero es de oportunidad consignar aquí con toda claridad, que ni los carbones de Asturias son iguales á los de Bélmez, ni tampoco las minas todas de cualesquiera de las citadas regiones, producen las mismas clases de carbón.

En la cuenca carbonífera de Asturias, que es la privilegiada por la cantidad y calidad de los combustibles, están enclavadas las minas de Aller, que producen carbón con 1'30 de densidad y 15 á 20 por 100 de materias volátiles, (es decir, con muy escasa producción de humo;) datos estos extremadamente favorables para el carbón empleado en la navegación. En cambio, en esa misma región, casi al lado, y en el valle de Langreo, se obtienen carbones con densidad de 1'25 y 30 á 40 por 100 de materias volátiles; cuyas características tanto difieren de las del anterior:

Estimando, pues. el carbón de las minas de Aller, como el de mejores condiciones para el consumo de los buques, presentamos su composición y comparación con el Cardiff, tan ventajosamente reputado por los armadores y navieros.

Composición química

	<i>Cardiff.</i>		<i>Aller.</i>
Carbono.	84'25	—	83'98
Hidrógeno	4'15	—	4'70
Nitrógeno	0'73	—	0'59
Azufre	0'86	—	0'90
Oxígeno	5'58	—	5'53
Cenizas	4'43	—	4'30
	100'00		100'00
Proporción de materias volátiles	15 á 20 por 100 - 16 á 18 por 100		
Densidad	1'30	-	1'30

No pueden ser más análogas las condiciones de las dos clases de combustible, apareciendo pues, lógico, deducir, que un **buen** carbón de Aller debe dar mejores resultados que el carbón **corriente** de Cardiff.

Para el consumo de las máquinas de los buques, se presenta este carbón en tres formas: **cribado, aglomerado y menudo.**

En todas ellas, la potencia calorífica de la unidad es aproximadamente la misma; pero su mayor ó menor facilidad para arder ó consumirse de modo eficiente, es decir, con el más grande aprovechamiento de las calorías que contiene, establece precios desiguales. Entre el cribado y el menudo, suele existir una diferencia de 4 á 6 pesetas en tonelada.

En las contratas de carbón de muchas marinas militares, figuran los aglomerados.

Terminaremos estas noticias, presentando las reglas generales para obtener al quemar los carbones Aller el mejor resultado:

- 1.^a La cama debe siempre formarse poniendo primeramente el carbón más grueso y sobre éste el menudo.
- 2.^a El grueso total de la capa no deberá pasar de

un decímetro y se sostendrá constantemente este espesor.

3.^a Se debe picar el fuego después de cargar el horno, nunca antes.

4.^a El poder aglomerante de este carbón, permite emplearlo aún estando muy dividido; pero esta misma circunstancia dá lugar á que por parte de los fogoneros sea necesario más cuidado en la manera de conducir los fuegos.

A continuación los puertos y precios para abastecerse:

**Puertos y precios de la tonelada de 1.000 kilos,
puesto en carboneras.
(Sociedad Hullera Española)**

PUERTOS	PRECIOS POR CLASES DE COMBUSTIBLES			
	Menudo	Todo uno	Cribado	Aglomer. ^o
	Ptas.	Ptas.	Ptas.	Ptas.
Avilés	15'00	17'00	19'00	21'00
Barcelona	31'00	33'00	35'00	37'00
Cádiz	29'50	31'00	33'00	35'00
Gijón	15'00	17'00	19'00	21'00
Santander	23'00	25'00	27'00	29'00

1.^o Estos precios están sujetos á las variaciones del mercado.

2.^o En el puerto de Cádiz existe un depósito flotante de este carbón, fondeado en la poza de Puntales, y al que pueden atracar toda clase de buques para carbonear pronto y convenientemente.

3.^o Para determinar la cabida de carboneras y si las medidas lineales están expresadas en piés ingleses, se divide el volumen encontrado en piés cúbicos por un factor variable que fluctúa entre 40 y 44, según la densidad de la hulla de que se trata. El resultado dará la cabida en toneladas inglesas.

Multiplicando por 1'016, se obtienen las métricas.

APÉNDICE C

TABLAS PARA VARIOS USOS

TABLA I

Telégrafo para la Máquina, en Español, Francés é Inglés

Español	Francés	Inglés
Atención.	Prenez garde, attention.	Stand by.
Para.	Arrêtez, stop.	Stop.
Avante poco á poco,	En avant lentement.	Slow ahead.
Avante media.	En avant demi-vitesse.	Half speed ahead.
Avante toda.	En avant toute vitesse.	Full speed.
Atrás poco á poco.	En arrière lentement.	Slow eastern.
Atrás media.	En arrière demi-vitesse.	Half speed eastern.
Atrás toda.	En arrière toute vitesse.	Full speed eastern.

TABLA II

Temperatura de fusión y ebullición de diversas sustancias
(Presión 76 °/m)

NOMBRES	Fusión	Ebullición
	GRADOS	GRADOS
Platino	+ 2.000	
Oro	1.150	
Plomo	326	
Plata	1.000	
Bismuto	264	
Cobre	1.050	
Bronce	900	
Acero	1.350	
Hierro	1.500	
Fundición blanca	1.100	
Id. gris	1.200	
Estaño	228	
Zinc	412	+ 1.040
Antimonio	600	
Aluminio	600	
Mercurio	— 39	350
Azufre	+ 111	400
Parafina	43'7	370
Cera amarilla	61	
Cera blanca	69	
Aceite de linaza	— 20	387'5
Aceite de oliva	+ 2'5	
Sodio	90	
Estearina	60	
Petróleo	»	106
Fósforo	44'2	
Agua del mar	— 2'5	103
Agua destilada	0	100
Bromo	7'5	63
Alcohol	»	78'3
Sebo	33	

TABLA III

Reducción de los grados de la escala del termómetro Centígrado á grados
Reamur y Fahrenheit

C	R	F	C	R	F	C	R	F
- 90	- 70.20	+ 150.80	+ 310	+ 240.80	+ 870.80	+ 71	+ 560.80	+ 1590.80
8	6.40	17.60	32	25.60	89.60	72	57.60	161.60
7	5.60	19.40	33	26.40	91.40	73	58.40	163.40
6	4.80	21.20	34	27.20	93.20	74	59.20	165.20
5	4.00	23.00	35	28.00	95.00	75	60.00	167.00
4	3.20	24.80	36	28.80	96.80	76	60.80	168.80
3	2.40	26.60	37	29.60	98.60	77	61.60	170.60
2	1.60	28.40	38	30.40	100.40	78	62.40	172.40
1	0.80	30.20	39	31.20	102.20	79	63.20	174.20
0	0.00	32.00	40	32.00	104.00	80	64.00	176.00
+ 1	+ 0.80	33.80	41	32.80	105.80	81	64.80	177.80
2	1.60	35.60	42	33.60	107.60	82	65.60	179.60
3	2.40	37.40	43	34.40	109.40	83	66.40	181.40
4	3.20	39.20	44	35.20	111.20	84	67.20	183.20
5	4.00	41.00	45	36.00	113.00	85	68.00	185.00
6	4.80	42.80	46	36.80	114.80	86	68.80	186.80
7	5.40	44.60	47	37.60	116.60	87	69.60	188.60
8	6.60	46.40	48	38.40	118.40	88	70.40	190.40
9	7.20	48.20	49	39.20	120.20	89	71.20	192.20
10	8.00	50.00	50	40.00	122.00	90	72.00	194.00
11	8.80	51.80	51	40.80	123.80	91	72.80	195.80
12	9.60	53.60	52	41.60	125.60	92	73.60	197.60
13	10.40	55.40	53	42.40	127.40	93	74.40	199.40
14	11.20	57.20	54	43.20	129.20	94	75.20	201.20
15	12.00	59.00	55	44.00	131.00	95	76.00	203.00
16	12.80	60.80	56	44.80	132.80	96	76.80	204.80
17	13.40	62.60	57	45.60	134.60	97	77.60	206.60
18	14.60	64.40	58	46.40	136.40	98	78.40	208.40
19	15.20	66.20	59	47.20	138.20	99	79.20	210.20
20	16.00	68.00	60	48.00	140.00	100	80.00	212.00
21	16.80	69.80	61	48.80	141.80	101	80.80	213.80
22	17.60	71.60	62	49.60	143.60	102	81.60	215.60
23	18.40	73.40	63	50.40	145.40	103	82.40	217.40
24	19.20	75.20	64	51.20	147.20	104	83.20	219.20
25	20.00	77.00	65	52.00	149.00	105	84.00	221.00
26	20.80	78.80	66	52.80	150.80	106	84.80	222.80
27	21.60	80.60	67	53.60	152.60	107	85.60	224.60
28	22.40	82.40	68	55.40	154.40	108	86.40	226.40
29	23.20	84.20	69	55.20	156.20	109	87.20	228.20
30	24.00	86.00	70	56.00	158.00	110	88.00	230.00
00.1	00.08	30.38	00.4	00.32	30.92	00.7	00.56	00.46
0.2	0.16	3.56	0.5	0.40	4.10	0.8	0.64	0.64
0.3	0.24	3.74	0.6	0.48	4.28	0.9	0.72	0.82

TABLA IV

Composición de las aguas de diferentes mares

SUSTANCIAS CONTENIDAS en 1.000 gramos de agua	Mediterráneo	Mancha	Océano Atlántico	Mar del Norte	Mar Negro	Mar de las Azores
Densidades	1,0293	1,024	1,0286	1,0234	1,01365	1,0097
Cloruro de sodio	G. r	G. r	G. r	G. r	G. r	G. r
— de potasio	29,424	25,704	25,13	23,58	14,0195	9,6583
— de magnesio	0,505	0,094	»	1,01	0,1892	0,1279
Sulfato de magnesio . . .	3,219	2,905	2,94	2,77	1,3045	0,8870
— de cal	2,477	2,462	1,75	1,99	1,4700	0,7542
Carbonato de cal	1,357	1,210	1,60	1,11	0,1047	0,2879
Bromuro de magnesio . .	0,114	0,532	»	»	»	»
Sulfato de sosa	»	0,030	»	»	9,0052	0,0035
Cloruro de calcio	6,080	»	0,27	»	»	»
Bromuro de sodio	0,556	0,103	»	»	»	»
Oxido de hierro	0,003	vestigios	»	»	»	»
Bicarbonato de magnesia.	»	vestigios	»	»	0,2086	0,1286
— de cal	»	»	»	»	0,3646	0,0221
Silicato de sosa	»	0,017	»	»	»	»
Total de sustancias . .	47,735	32,657	31,14	30,46	17,6663	11,8795
Autores de los análisis .	Usiglio	Figuier	Murray	Backs	Gobel	Gobel

TABLA V

Superficie de válvulas de seguridad en relación á la presión
y emparrillado

(Regla del «Board of Trade»)

PRESIÓN		Superficie por metro cuadrado de parrillas en centímetros cuadrados
en libras inglesas	en kilogramos	
15	1,0545	86,75
20	1,4060	74,32
25	1,7575	65,02
30	2,1090	57,81
35	2,4605	52,55
40	2,8120	47,26
45	3,1635	43,37
50	3,5150	39,97
55	3,8665	37,12
60	4,2180	34,70
65	4,5695	32,47
70	4,9210	30,60
75	5,2725	28,87
80	5,6240	27,34
85	5,9755	26,03
90	6,3270	24,78
95	6,6785	23,60
100	7,0300	22,42
105	7,3815	21,65
110	7,7330	20,82
115	8,0846	19,99
120	8,4360	19,22
125	8,7875	18,53
130	9,1390	17,91
135	9,4905	17,35
140	9,8428	16,73
145	10,1935	16,24
150	10,5450	15,75
155	10,8965	15,27
160	11,2480	14,85
165	11,5995	14,44
170	11,9510	14,02
175	12,3025	13,67
180	12,6540	13,32
185	13,0015	12,98
190	13,3570	12,63
195	13,7085	12,35
200	14,0600	12,08

TABL

Pesos de los principales metales

PESO DEL METRO EN BARRAS							
Diámetros ó lados en m/m	HIERROS		COBRE ROJO		Diámetros ó lados en m/m	HIERROS	
	Cuadrados	Redondos	Cuadrados	Redondos		Cuadrados	Redondos
	Ks.	Ks.	Ks.	Ks.		Ks.	Ks.
1	0,0078	0,0061	0,0089	0,0070	31	7,495	5,862
2	0, 031	0, 024	0, 036	0, 028	32	7,936	6,248
3	0, 070	0, 055	0, 080	0, 063	33	8,487	6,645
4	0, 124	0, 097	0, 124	0, 112	34	9,016	7,001
5	0, 195	0, 152	0, 222	0, 175	35	9,555	7,472
6	0, 280	0, 220	0, 320	0, 252	36	10,096	7,906
7	0, 382	0, 299	0, 436	0, 343	37	10,678	8,350
8	0, 496	0, 390	0, 570	0, 448	38	11,264	8,808
9	0, 631	0, 494	0, 720	0, 567	39	11,863	9,280
10	0, 780	0, 612	0, 890	0, 699	40	12,480	9,760
11	0, 943	0, 738	1, 077	0, 846	41	13,111	10,260
12	1, 120	0, 878	1, 281	1, 007	42	13,756	10,760
13	1, 318	1, 030	1, 504	1, 182	43	14,422	11,280
14	1, 528	1, 196	1, 744	1, 370	44	15,100	11,810
15	1, 755	1, 372	2, 002	1, 573	45	15,795	12,360
16	1, 984	1, 560	2, 278	1, 790	46	16,504	12,910
17	2, 254	1, 763	2, 572	2, 020	47	17,230	13,480
18	2, 524	1, 976	2, 884	2, 265	48	17,928	14,060
19	2, 816	2, 202	3, 213	2, 524	49	18,727	14,650
20	3, 120	2, 440	3, 560	2, 796	50	19,500	15,250
21	3, 439	2, 690	3, 925	3, 083	55	23,595	18,520
22	3, 775	2, 952	4, 308	3, 383	60	28,080	22,025
23	4, 126	3, 227	4, 708	3, 698	65	32,955	25,850
24	4, 482	3, 512	5, 126	4, 026	70	38,220	29,990
25	4, 875	3, 816	5, 562	4, 369	75	43,875	34,410
26	5, 272	4, 124	6, 016	4, 725	80	49,920	39,160
27	5, 680	4, 448	6, 488	5, 096	85	56,355	44,200
28	6, 112	4, 782	6, 978	5, 480	90	63,180	49,560
29	6, 559	5, 130	7, 485	5, 879	95	70,395	55,220
30	7, 020	5, 504	8, 010	6, 291	100	78,000	61,160

A VI

empleados en las máquinas

COBRE ROJO		PESO DEL METRO EN PLANCHA				
Cuadrados	Redondos	Espesor de las planchas	Plancha de hierro ó de acero	Cobre rojo	Plomo laminado	Zinc
Ks.	Ks.	en m/m	Ks.	Ks.	Ks.	Ks.
8,553	6,717	0,25	1,947	2,219	2,838	1,715
9,113	7,158	0,50	3,894	4,438	5,676	3,430
9,692	7,612	0,75	5,841	6,657	8,514	5,145
10,288	8,081	1	7,788	8,876	11,352	6,860
10,902	8,563	2	15,576	17,752	22,704	13,720
11,536	9,060	3	23,354	26,628	34,056	20,587
12,184	9,570	4	31,152	35,594	45,408	27,440
12,852	10,094	5	38,940	44,380	56,760	34,300
13,537	10,632	6	46,728	53,256	68,112	41,160
14,240	11,184	7	54,516	62,132	79,464	48,020
14,960	11,750	8	62,304	71,008	90,816	54,880
15,700	12,330	9	70,092	79,884	102,168	61,740
16,456	12,921	10	77,880	88,760	113,520	68,600
17,233	13,533	11	85,668	97,636	124,872	75,460
18,022	14,155	12	93,455	106,512	136,224	82,320
18,832	14,810	13	101,244	115,388	147,576	89,180
19,660	15,441	14	109,032	124,264	158,928	96,040
20,504	16,105	15	116,820	133,140	170,200	102,900
21,369	16,783	16	124,608	142,016	181,632	109,760
22,248	17,475	17	132,396	150,892	192,984	116,620
26,922	21,145	18	140,184	159,768	204,336	123,480
32,040	25,164	19	147,972	168,644	215,688	130,340
37,602	29,533	20	155,760	177,520	227,040	137,200
43,608	34,251	21	163,548	186,396	238,392	144,060
50,062	39,319	22	171,336	195,272	249,744	150,920
56,960	44,736	23	179,124	204,148	261,096	157,780
64,302	50,503	24	186,912	213,024	272,448	164,640
72,088	56,619	25	194,700	221,900	283,800	171,500
80,322	63,085	26	202,488	230,776	295,152	178,360
89,000	69,900	27	210,276	239,652	306,504	185,220

TABLA VII

Equivalencia de klogs. de presión en atmósferas

Kilogramos.	Atmósferas.	Kilogramos.	Atmósferas.	Kilogramos.	Atmósferas.
0,250	1,242	6,500	7,292	12,750	13,342
0,500	1,484	6,750	7,534	13,000	13,584
0,750	1,726	7,000	7,776	13,250	13,826
1,000	1,968	7,250	8,018	13,500	14,068
1,250	2,210	7,500	8,260	13,750	14,310
1,500	2,452	7,750	8,502	14,000	14,552
1,750	3,694	8,000	8,744	14,250	14,794
2,000	2,936	8,250	8,986	14,500	15,036
2,250	3,178	8,500	9,228	14,750	15,278
2,500	3,420	8,750	9,470	15,000	15,520
2,750	3,662	9,000	9,712	15,250	15,762
3,000	3,904	9,250	9,954	15,500	16,004
3,250	4,146	9,500	10,196	15,750	16,246
3,500	4,388	9,750	10,438	16,000	16,488
3,750	4,630	10,000	10,680	16,250	16,730
4,000	4,872	10,250	10,922	16,500	16,972
4,250	5,114	10,500	11,164	16,750	17,214
4,500	5,356	10,750	11,406	17,000	17,456
4,750	5,598	11,000	11,648	17,250	17,698
5,000	5,840	11,250	11,890	17,500	17,940
5,250	6,082	11,500	12,132	17,750	18,182
5,500	6,324	11,750	12,374	18,000	18,424
5,750	6,566	12,000	12,616	18,250	18,666
6,000	6,808	12,250	12,858	18,500	18,908
6,250	7,050	12,500	13,100	18,750	19,150

TABLA VIII

Equivalencias de medidas para facilitar los cálculos

MÉTRICAS Á INGLESAS	INGLESAS Á MÉTRICAS
1 metro . . . 3'28 piés.	1 pié 0'3048 metros
1 metro. ² . . 10'6743 piés ²	1 yarda . . . 0'9144 »
1 dm. ² . . . 15'489 pulg. ²	1 braza . . . 1'829 »
1 cm. ² . . . 0'155 pulg. ²	1 pié ² 0'0929 m ³
1 Hectólitro . 22'0097 gallons	1 yarda ² . . . 0'8361 m ³
1 metro. ³ . . 35'316 piés ³	1 pié ³ 0'028317 m ³
1 dm. ³ . . . 63'9 pulg. ³	1 ton. de 40 piés ³ 1'13268 m ³
1 Kg. 2'205'48 libras	1 lib. (avoir du poids) 0'4535 kg.
1 ton. ^a mét. ^a { 2.205'48 libras	1 ton. de 20 qq. de { 1016'65 »
0'9846 tonel. ^a	112 lbs. inglesas)

1 milla marítima (Knot) . . .	1.852 metros
Penique.	0'10 ptas.
Chelín (12 peniques)	1'19 »
Libra esterlina (20 chelines) .	25'75 »

TABLA IX

Geometría

ÁREAS	VOLÚMENES
Rectángulo. . . $b \cdot a$	Paralelepípedo . $B \cdot a$
Paralelógramo . $b \cdot a$	Cubo . . . l^3
Rombo . . . $b \cdot a$	Prisma . . . $B \cdot a$
Cuadrado . . . b^2	Pirámide . . . $\frac{B}{3} \cdot a$
Trapecio. . . $\frac{b+b'}{2} \cdot a$	Cono . . . $\frac{B}{3} \cdot a$
Triángulo . . . $\frac{b}{2} \cdot a$	Cilindro. . . $B \cdot a$
Polígono . . . $\frac{p}{2} \cdot a$	Esfera . . . $\frac{4}{3} \pi r^3$
Círculo . . . πr^2	Tonel . . . $86'5 L (2 D + d)^2$
Pirámide . . . $\frac{p}{2} \cdot a$ trián later	Barril . . . resultado litros
Prisma . . . p sección recta $\times a$	Pipa . . . resultado litros
Cono . . . $\frac{C}{2} \cdot g$	D = Diámetro interior máximo
Cilindro . . . $C \cdot g$	d = Diámetro interior fondos
Esfera . . . $4 \pi r^2$	L = Distancia entre los fondos
	Todas las medidas en metros.

SIGNIFICACION DE LAS LETRAS EMPLEADAS

a = altura ó arista.	g = generatriz del cuerpo.
b = base ó lado.	l = lado.
C = circunferencia.	p = perim. ^o ó conjunto de lados.
B = área de la base.	r = radio.

Valor de $\pi = 3,141592653589793$.

Valor de $C = 2 \pi r = \pi D$.

ÍNDICE ALFABÉTICO

	<i>Páginas.</i>
A ceites	188
Acero	184
Aire	26
Aguas (Composición de las)	222
Albayalde	187
Alimentación (Calentador de).	170
Aleaciones	183
Antifricción (Metal)	186
Aparatos hidráulicos.	180
Aparato de conectar	151
» Giffard de alimentación	155
Apéndice A.—Programa para examen de Ma-	
quinistas	208
» B.—El carbón nacional con aplica-	
ción á la Marina	212
» C.—Tablas para varios usos	219
Arquímides (Principio de)	21
B arómetro	27
Barra directa (Máquina de).	126
» invertida (Máquina de).	126
Bocina del eje.	150
Bomba de aire	110
» centrífuga	113
» de circulación	113
» de alimetación	113
» de cuatro usos ó bomba de mano	116
Bourdon (Manómetro de)	29 y 43
Brazo de palanca	13
Bronce	186

	<i>Páginas</i>
C aballo de vapor	18
Caballos (Cálculo para determinar la fuerza en)	51
Calor	4 y 29
» específico	38
» sensible	47
» latente	47
Caloría	37
Calderas (Presiones empleadas en las)	60
» (Metal empleado en la construc- ción de)	63
Calefacción (Superficie de)	65
Calentador de alimentación	170
Caja de fuegos	65
Cámara barométrica	28
Camisa de cilindros	89
Caja de humos	66
Cámara de vapor	66
Carbón (Preceptos para economizar)	197
» (Precauciones abordo con el)	204
» nacional (Datos y noticias sobre el)	212
Caoutchuc	187
Cenicero	64
Centígrada (Escala)	36
Cilindro de vapor	88
Cilíndrico (Distribuidor).	93 y 104
Cisterna	114
Cobre	185
Cohesión	2
Coefficiente de dilatación.	24, 30 y 32
Combustión	83
Combustible	84
Combustión espontánea.	85
Condensador	105
Condensación del vapor	48
Concha (Distribuidor de).	93
Contacto (Condensación por)	49
CH imeneas	68
Chumaceras	128
Chumacera de empuje	152

	<i>Páginas</i>
D ensidad de un cuerpo	20
Descripción de las máquinas marinas	50
Diámetro de la hélice	145
Dilatación	24, 30 y 32
Dinamómetros	6
Distribuidores	93
Donkey ó borriquete	116
Ductibilidad	183
E bullición	40
Elasticidad	4
Embolo del cilindro	92
» (Trabajo realizado por el)	51
Encender los fuegos	192
Escala termométrica	34
Espejo	89
Estaño	185
Estays	69
Exámenes, (Programa para los Maquinistas)	208
Expansión	99
Explosiones de las calderas	86
Extracciones de agua de las calderas	80
Evaporador	173
Evaporización.	39
F ahrenheit (Escala de)	36
Fieltro	187
Fuerzas	3 y 5
Fuerza de una máquina. (Cálculo para deter- minarla)	51
» efectiva de las máquinas	51
» nominal	51
G aseosos (Cuerpos)	1
Gav Lussac (Ley de)	24
Giffard (Aparato)	155
Gravedad.	3
Grifos de prueba	70

	<i>Páginas</i>
Hélice (Curva)	138
» (Propulsor)	144
» fija	148
» Magín	149
» loca	149
» amovible	150
Hierro galvanizado	184
» dulce	184
» fundido	184
Hogar	64
Horno	64
Inciustaciones en las calderas.	79
Indicador de presión	157
Inercia	3
Inyección (Condensación por)	49
Kilogrametro.	7
Latón	186
Ley de Gay Lussac.	24
Ley de Mariotte	24
Líquidos (Cuerpos).	1
Lubricador	129
Maillechort	186
Manometro de Bourdón	29 y 43
Manejo de los fuegos	202
Máquinas	15
Máquinas marinas (Descripción de las)	50
» (Organos esenciales de las)	57
» de baja presión (Ventajas é inconvenientes de las).	59
» de alta presión (Ventajas é inconvenientes de las).	59
Máquina (Poner en movimiento una)	191
Máquinas sistema Woolff	160
» refrigeradoras.	176
» de balancín	123
» » cilindros oscilantes.	124

	<i>Páginas</i>
Máquinas de tronco	124
» » barra invertida	125
» » » directa	126
Maquinistas navales (Programa de exámenes para)	208
Mariotte (Ley de)	24
Milla económica	202
Miniun	187
Moléculas	2
Momento de una fuerza	13
Motores	4
Orificios del cilindro	90
Organos esenciales de una máquina	56
Oxidos	183
Palanca	11
Pascal (Principio de)	23
Paso de la hélice	145
Pesa-sales	81
Peso de los principales metales	224
Pistón del cilindro	92
Placa de fricción	89
Placas de tubos	65
Plomo	185
Potencia de una máquina	51
Precauciones á bordo con el carbón.	204
Preceptos para economizar carbón	197
Presión atmosférica	27
Presión del vapor	41
Prensa-estopas	131
Presiones empleadas en las calderas	60
Principio de Arquímedes	21
» de Pascal	23
Probar la máquina.	193
Producción de vapor	58
Programa para exámenes de maquinista	208
Propulsores (Comparación entre el de ruedas y hélice)	189

	<i>Páginas</i>
R eamur (Escala de)	36
Recalentado (Vapor)	45
Reducción de grados de una escala termomé- trica á otra	221
Refrigeradoras (Máquinas)	176
Regulación del distribuidor	95
Resbalamiento ó retroceso	137 y 146
Resistencias pasivas	17
Ruedas de paletas	135
 S aturado (Vapor)	 45
Sebo	188
Sistema de fuerzas	8
Soldaduras	188
Sólidos	1
Stephenson (Mecanismo de)	127
Superficie (Condensación de)	49
» de calefacción	65
 T ablas para varios usos.	 219
Telégrafo para la máquina en español, fran- cés é inglés	219
Temperatura	34
» de fusión y ebullición de diver- sas sustancias.	220
Tenacidad	183
Tensión del vapor	41
Termómetro	34
Tirantes	69
Tiro natural y forzado	86
Tornillos (Teoría y construcción de).	141
Trabajo realizado por el émbolo	51
» mecánico	5 y 7
» útil	16
Tronco (Máquina de).	124
Tubos de calderas	65
Tubo de alimentación	70
» » nivel.	70

	<i>Páginas</i>
V acio	29
Valuación del trabajo realizado por el émbolo	51
Válvula de comunicación	61 y 67
» de cuello	118
Válvulas de seguridad	78
» atmosféricas	78
» de seguridad (Superficie que deben tener las)	223
Vapor	39
» (Modo de trabajar en una máquina el)	50
» (Producción de)	58
Vaporización	39 y 47
Vástago	93
Velocidad uniforme	199
» moderada	200
Virador	154
W att (Distribución de)	105
Woolff (Máquinas del sistema).	160
Z inc	185