

EL MUNDO CIENTÍFICO

INVENTOS MODERNOS

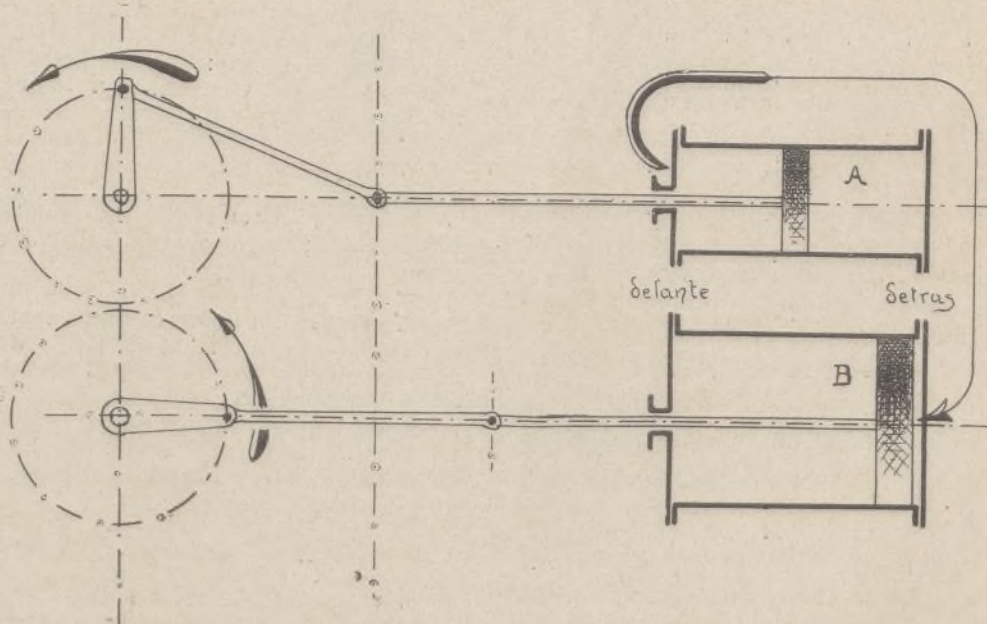
REVISTA TÉCNICA DE APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA

DIRECTOR: D. SANTIAGO LOPEZ TAPIAS, INGENIERO (ESPAÑA-ALEMANIA)

Cálculo de la fuerza motriz de una máquina de vapor compound

Cuando se conoce la fuerza que rinde ó ha de rendir una máquina de este sistema, y además la presión del vapor que se ha de utilizar, se obtie-

Adoptado este valor, y reemplazándolo en la fórmula, tomaremos la sobrepresión media del émbolo $(p_m)_i$ del cuadro de valores siguiente:



Esquema de una máquina compound.

nen las dimensiones principales de la máquina del modo siguiente:

De la fuerza motriz *efectiva*, resulta primeramente la *indicada*, por medio de la fórmula siguiente:

$$N_i = \frac{N_e}{z}$$

en la cual N_e es de la fuerza efectiva y el valor de z (factor de rendimiento) se toma del siguiente cuadro:

Fuerza en H.P.	2 á 20	20 á 50	50 á 100	100 á 200	200 á 500	500 á 1000
z en rendimiento máximo . . .	0,86	0,88	0,885	0,9	0,91	0,92
» » normal . . .	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
» » á media carga . . .	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
» » sin carga . . .	»	»	»	»	»	»

VALORES DE $(p_m)_i$

Presión de vapor: $p =$	5	6	7	8	9	10	11	12	Atm.
Escape libre: $(p_m)_i$	—	—	1,9	2,3	2,6	2,8	2,9	3,-	»
Condensación: $(p_m)_i$	1,3	1,45	1,6	1,8	2,1	2,3	2,4	—	»

Y la velocidad ordinaria del émbolo c , de este otro:

Para	50	75	100	150	200	300	400	500	600	700	800	caballos
$C =$	1,8	2,-	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	m/seg.

(Para máquinas construidas como tipos de gran velocidad, puede llegarse hasta 1,4 C).

Adoptados estos valores, sustitúyense en la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{75 N_i}{C (p_m)_i}$$

y el valor obtenido luego de verificadas las operaciones, es la sección que debe darse al cilindro de baja presión.

El diámetro correspondiente se obtiene por medio de los cuadros de reducción usados de ordinario; á falta de ellos, dedúcese de la fórmula:

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2,$$

en la cual D es el diámetro y Q la superficie ó sección que se ha obtenido por medio de la fórmula dada en el lugar correspondiente.

Adoptamos á continuación, en nuestro cálculo, la proporción de volúmenes $V:v$ para condensación, según el siguiente cuadro:

$p =$	5	6	7	8	9	10	11	Atmósferas
$V:v =$	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	

y para el escape libre según este otro:

$p =$	7	8	9	10	11	12	Atms. absolutas
$V:v =$	1,9	2,-	2,1	2,2	2,3	2,4	

y calculamos luego la sección del cilindro de alta presión según la siguiente fórmula:

$$Q_1 = Q \frac{v}{V},$$

procediendo después de modo análogo al anterior para la obtención del diámetro correspondiente. A este diámetro le llamaremos d , y por medio de él obtendremos el recorrido del émbolo, considerando según la siguiente fórmula:

$$H = 1,7 \text{ hasta } 2 \cdot d$$

en la que H es el recorrido que buscamos. El número de revoluciones se obtiene por medio de la igualdad:

$$n = \frac{30 \cdot c}{H},$$

de cuyas letras hemos indicado ya los valores.

Los que de tal modo se obtenga redondeáanse del mejor modo, ateniéndose en lo posible á los modelos normales conocidos.

Según los valores redondeados, se calcula otra vez la sobrepresión media en los émbolos, por medio de la siguiente fórmula:

$$(p_m)_i = \frac{75 N_i}{0,99 \frac{\pi}{4} D^2 c},$$

en la cual el término $Q = 0,99 \frac{\pi}{4} D^2$ es la *sección útil del cilindro de baja presión*.

El valor de $(p_m)_i$ de tal suerte obtenido, luego de redondear las cantidades calculadas, no debe diferir de un 8 por 100 más ó menos del indicado en el cuadro de los valores de $(p_m)_i$.

Ahora bien; si, por el contrario, existe ya la máquina y se desea calcular la fuerza que la misma desarrolla, basta para ello proceder del modo siguiente:

Por medio del cuadro se obtiene el valor de $(p_m)_i$, y según la máquina se tiene Q y c . Basta

entonces reemplazar los valores de la fórmula siguiente:

$$N_i = \frac{Q \cdot c \cdot (p_m)_i}{75}$$

y efectuar estas operaciones.

Para aclarar algo el presente estudio damos la figura que lo ilustra, y que representa el esquema de una máquina *compound*, con indicación de la marcha que sigue el vapor en el paso de un cilindro á otro. En este esquema A es el cilindro de alta y B el de baja presión.

SANTIAGO LOPEZ TAPIAS,
Ingeniero E. y M.

Metalurgia

Influencia del oxígeno sobre el cobre que contiene arsénico ó antimonio

Cuando se introduce oxígeno en el cobre puro, existe en el metal en el estado de Cu^2O .

Hampe halló que:

0'45 % de Cu^2O , disminuye la tenacidad, pero no tiene acción sobre la ductibilidad del cobre puro;

0'90 % de Cu^2O , disminuye un poco la ductibilidad.

2'25 % de Cu^2O , disminuye considerablemente la tenacidad; mayor cantidad aún de Cu^2O , hace al metal flojo primeramente en frío y luego en caliente.

El estudio del modo cómo se porta el cobre con el oxígeno se complica por efecto de las impurezas que pueden agregársele. Por esto Hampe ha encontrado que la presencia de un 0'55 por 100 de arsénico, bajo forma de arseniato, hacia el metal un poco flojo en frío, mientras que un 0'50 por 100 de antimonio, bajo forma de antimoniato, no tenía acción alguna.

Preparación de la materia

Las aleaciones habían sido preparadas por síntesis del cobre puro electrolítico. El oxígeno se introdujo bajo forma de óxido cúprico, obtenido en la calcinación del nitrato de cobre recristalizado. El arsénico ó el antimonio se añadieron bajo forma de aleaciones de cobre. Para preparar las aleaciones, echábase arsénico metálico en cobre fundido, se molía el producto enfriado, retirábase el hierro por medio de un imán y se mezclaba y analizaba el polvo producido. Estas aleaciones contenían:

a) Cobre. . . .	67'32 %	b) Cobre. . . .	32'84
Arsénico. . .	32'68 %	Arsénico. . .	67'11

Para llegar á las mezclas deseadas fundíase media libra inglesa (226 gramos) de cobre en una retorta de arcilla, debajo un trozo de carbón vegetal, y se vertía un peso determinado de óxido cúprico. Algunos segundos después se añadía la aleación rica, removíase con un carbón de lámpara de arco y se vertía en un molde abierto.

Método de análisis.—El arsénico y el antimonio fueron determinados por destilación, y graduados en presencia del bicarbonato de sosa con una solución-grado de yodo.

CUADRO I.—Cobre con oxígeno y arsénico

N.º	COMPOSICIÓN		Dureza relativa	Ensayo de laminaje en frío	Ensayo de trefilaje	
	Oxígeno %	Arsénico %				
A	1	0,05	0,05	8,3	β	»
	2	0,07	0,08	7,7	β	»
	3	0,08	0,19	8,4	α +	»
	4	0,08	0,29	8,8	α	»
	5	0,08	0,35	9,5	β +	»
	6	0,09	0,19	8,5	α	»
	7	0,10	0,12	8,4	β -	»
B	1	0,10	0,49	8,5	β	β +
	2	0,16	0,22	8,9	α	α
	3	0,17	0,40	9,2	α	α
	4	0,29	0,04	10,9	β	γ
	5	0,30	0,06	10,4	β	γ
	6	0,31	0,03	10,5	β	γ
	7	0,33	0,33	8,8	β +	γ
C	8	0,33	0,43	8,6	β	γ
	9	0,35	0,19	9,5	α	γ
	10	0,36	0,51	9,5	β +	γ
	11	0,60	0,24	11,9	β	γ
	12	0,62	0,03	12,8	β	δ
	1	0,26	0,05	9,3	β -	α
	2	0,42	0,43	11,5	β	β -
	3	0,43	0,23	11,2	β	γ
	4	0,48	0,41	12,3	γ	γ

Aspecto de los lingotes.—En general deprimidos en el sentido de su longitud, pero algunas veces planos. Se observó una excepción: todos los lingotes de la serie arsenical contenían de 0'5 á 0'10 por 100 de oxígeno y 0,08 á 0'30 de arsénico. En la serie antimonial, por el contrario, únicamente el lingote B₁ tenía una superficie plana.

Influencia del oxígeno sobre las propiedades mecánicas

Cortábanse trozos de $62'5 \times 15 \times 0'875$ y se les laminaba en frío hasta un espesor de 0'5 milímetros, caldeando de vez en cuando. Operábase, dentro de lo posible, en condiciones idénticas.

CUADRO II.—Cobre con oxígeno y antimonio

N.º	COMPOSICIÓN		Dureza relativa	Ensayo de laminaje en frío	Ensayo de trefilaje	
	Oxígeno %	Antimonio %				
A	1	0,21	0,28	7,7	β	β
	2	0,24	0,23	8,1	α	α
	3	0,27	0,14	9,3	α	γ
	4	0,30	0,38	8,6	β	β
	5	0,32	0,04	9,3	δ	γ +
	6	0,32	0,18	8,9	β	β
	7	0,34	0,22	9,8	γ	γ
	8	0,41	0,10	11,5	γ	γ +
	9	0,46	0,27	10,0	δ	δ
B	1	0,08	0,14	7,4	β	β
	2	0,10	0,41	7,8	α	α
	3	0,14	0,24	7,4	α	α

Los ensayos de laminaje permiten clasificar los metales del modo siguiente:

Arsénico:

Serie A.—3, 4, 6 (laminanse muy bien), 5, 1, 2, 7 (á dos milímetros hacia el interior se extienden dentaduras á modo de hoja de sierra).

Serie B.—3, 2, 9 (perfecto), 7, 10, 8, 1, 4, 5 (roturas ligeras), 11, 6, 12 (grandes roturas).

Serie C.—2 (inicianse roturas), 3, 1, 4.

Antimonio:

Serie A.—3, 2 (perfecto), 1, 6, 4, 7, 8, 5, 9 (grandes roturas).

Serie B.—3, 2 (muy perfecto, 1 (ligeras roturas).

Se representan estos diversos resultados por letras, que significan:

α , que la aleación se lamina bien, y que sus bordes no ofrecen desperfectos.

β , que se lamina bien, pero que sus bordes presentan ligeras roturas ó dentaduras á modo de sierra.

γ , que la aleación es inferior á la precedente, presentando además roturas en la superficie.

δ , que la aleación resulta muy deteriorada.

Aleaciones cobre-arsénico

0'0 á 0'2 % de arsénico: ligeramente rayado en los bordes.

0'2 á 0'5 % de arsénico: bordes perfectos.

Aleaciones cobre-antimonio

0'0 á 0'6 % de antimonio: Las aleaciones tienen roturas en un plano ó ángulo recto con los cilindros laminadores. Estas roturas aumentan con el tanto por ciento de antimonio.

Puédese representar estos resultados por los gráficos de las figuras 1 y 2.

Cuando el arsénico aumenta hasta 0'5 por 100, el metal puede asimilarse mayor cantidad de oxí-

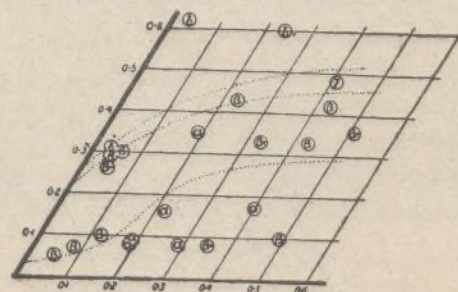


Fig. 1.—Cobre con oxígeno y arsénico. Ensayo de laminaje en frío.

geno, sin que el laminaje resulte influido por ello. Con cantidad de arsénico constante, la adición de oxígeno no causa diferencia de maleabilidad hasta cierto punto; más allá de este punto la maleabilidad disminuye, y si se aumenta más el oxígeno el metal hácese flojo en frío.

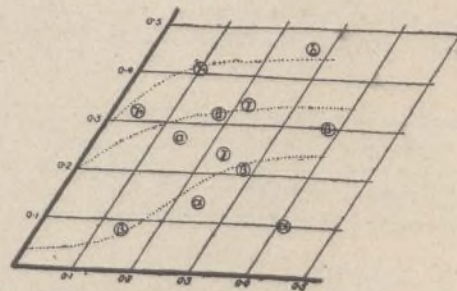


Fig. 2.—Cobre con oxígeno y antimonio. Ensayo de laminaje en frío.

Si el arsénico se aumenta para una cantidad constante de oxígeno, la tendencia á hacerse flojo disminuye, y con menos de 0'30 % de oxígeno el metal se lamina perfectamente, siempre que la proporción de arsénico no llegue á 0'50 %.

Con cantidad de antimonio constante, el oxígeno parece mejorar el metal (0'1 % de oxígeno). Un aumento de oxígeno causa una disminución de maleabilidad.

CUADRO III

Número	COMPOSICIÓN		Fuerza de tensión: kgs. por mm ² .			Alargamiento por 100 (por 5 cm.)		
	Oxígeno	Arsénico	(1)	(2)	Media	(1)	(2)	Media
B 3	0,17	0,40	17,9	19,0	18,4	28,8	30,0	29,4
C 1	0,26	0,05	14,5	14,5	14,5	14,7	12,0	13,3
B 12	0,62	0,03	12,2	12,2	12,2	2,5	2,5	2,5
6	0,31	0,03	11,4	14,1	12,7	5,1	5,1	5,1
4	0,29	0,04	15,1	15,3	15,2	10,0	7,5	8,8
5	0,30	0,06	16,2	16,5	16,3	8,0	9,8	8,9
9	0,35	0,19	14,2	14,4	14,3	11,3	9,8	10,5
7	0,33	0,33	16,5	16,2	16,3	9,6	12,1	10,9
C 3	0,43	0,23	19,2	19,5	19,3	8,2	8,8	8,5
2	0,42	0,43	21,3	20,3	20,8	11,5	10,2	10,9

Ensayos de trefilaje.—Un trozo de lingote fué laminado á 3'75 milímetros y dividido luego para

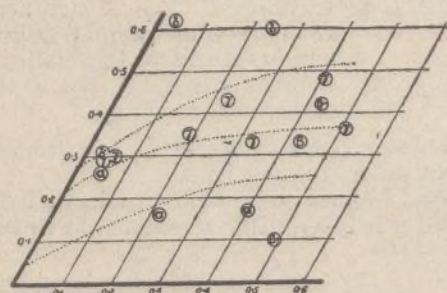


Fig. 3.—Cobre con oxígeno y arsénico.
Ensayo de trefilaje.

ser trefilado. Los resultados se expresan en los cuadros I y II y las figuras 3 y 4.

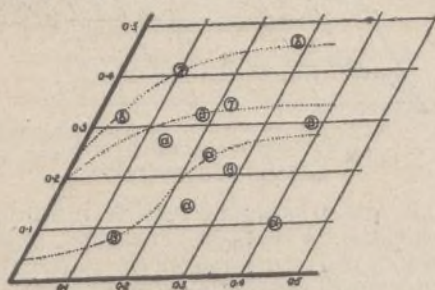


Fig. 4.—Cobre con oxígeno y antimonio.
Ensayo de trefilaje.

Las aleaciones marcadas α y β pueden ser estriadas; β era indicio de un alambre algo grosero.

Los marcados y se rompían antes de llegar á un diámetro de 0'82 milímetros, aunque se obtuvo algunas veces un poco de alambre (marcado +). Los marcados δ no pasan del diámetro de 2'50 milímetros.

Ensayos de tensión.—Las muestras que contenían arsénico fueron caldeadas hacia los 550° en el aire en un tubo de vidrio durante $\frac{1}{4}$ de hora y luego enfriadas lentamente.

Se aplanaron hasta una sección de 7'5 milímetros cuadrados aproximadamente y rompióselas en una máquina de ensayo.

Se hizo otra serie de aleaciones, que se moldeó en barras de 25 milímetros, reduciéndolas luego en la máquina á 14'1 milímetros de diámetro entre paralelas de 56 milímetros. Realizáronse luego ensayos de las últimas virutas del torno, cuyos resultados se detallan en el cuadro IV.

Los resultados del cuadro III muestran que los metales moldeados que contienen una cantidad constante de oxígeno poseen una fuerza de tensión y un prolongamiento que crece con la cantidad de arsénico.

Con un tanto por ciento constante de arsénico, la tensión cambia poco cuando el oxígeno pasa de 0'17 % á 0'4 %, pero el prolongamiento disminuye rápidamente.

Idéntica generalización se aplica al metal que contiene antimonio.

Influencia del oxígeno sobre las propiedades físicas: Dureza.—La dureza relativa se tomó por medio del esclerómetro de Shore.

Los valores de la dureza relativa de las alea-

CUADRO IV

Núm.	COMPOSICIÓN		Fuerza de tensión		Alargamiento por 100		FRACTURA
	Oxígeno %	Antimonio %	kgs. por mm².		(por 5 mm.)		
				Media		Media	
1	0,05	0,35	17,18 17,70	17,44	22,5 17,5	20,0	Cristalina, algunas pequeñas venteaduras, amarillenta.
2	0,15	0,38	15,20 14,74	14,97	14,0 13,3	13,6	Finas fibras radiadas, ligeramente rojiza.
3	0,18	0,48	19,57 18,78	18,17	18,5 19,0	18,8	De finamente cristalina á finamente fibrosa, ligeramente rojiza.
4	0,31	0,40	16,63	16,63	5,0	5,0	Finamente cristalina, rojo ladrillo.
Arsénico:							
5	0,03	0,51	18,02 17,48	17,75	29,5 27,0	28,2	De cristalina á sedosa, con algunos agujeritos, amarillenta.
6	0,18	0,33	16,27	16,27	8,5	8,5	Fibras radiadas, ligeramente rojizas.

ciones examinadas figuran en los cuadros I y II. Púédese añadir:

Cobre con oxígeno		Cobre con arsénico		Cobre con antimonio	
Oxígeno %	Dureza relativa	Arsénico %	Dureza relativa	Antimonio %	Dureza relativa
0'04	7'5	0'05	8'0	1'0	8
0'32	11'5	0'40	9'0	»	»
»	»	1'50	10'0	»	»

Estos valores forman los diagramas figuras 5 y 6.

La adición de arsénico ó de antimonio al cobre puro lo endurece; su efecto sobre el cobre que con-

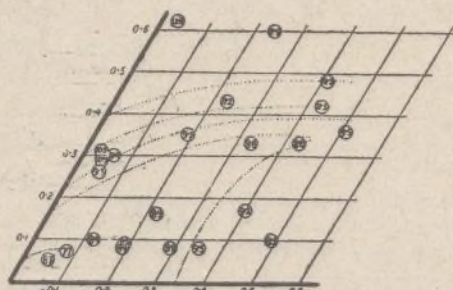


Fig. 5.—Cobre con oxígeno y arsénico. Dureza relativa.

tiene oxígeno es el de disminuir primero y aumentar luego su dureza. La adición de oxígeno al cobre arsenical no tiene influencia sobre la dureza hasta alcanzar un límite que depende del tanto por ciento de arsénico; entonces la dureza crece rápidamente. La proporción límite de oxígeno que no afecta notablemente la dureza se eleva á 0'35 % cuando el arsénico crece hasta 0'5 %.

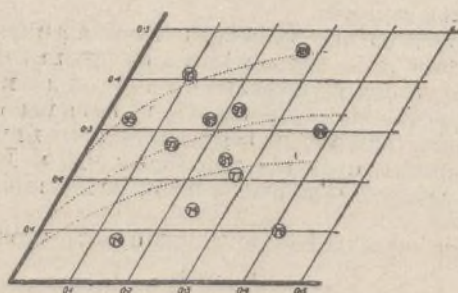


Fig. 6.—Cobre con oxígeno y antimonio. Dureza relativa.

Del mismo modo, el antimonio disminuye primero y aumenta luego la dureza del cobre que contiene oxígeno, mientras que una pequeña proporción de oxígeno endurece el cobre que contiene antimonio.

Conductibilidad eléctrica.—Para poderla comparar es necesario conocer la conductibilidad del cobre que contiene arsénico ó antimonio, sin oxígeno. Las determinaciones más completas las han hecho Hiorns y Lamb. Addicks hizo notar que la conductibilidad del cobre puro aumenta ligeramente con la presencia de 0'5 % de oxígeno, pero desciende á su valor primitivo con 0'10 %.

Peters halla que, aunque el óxido de cobre contenido en el cobre refinado no parece disminuir su conductibilidad, ésta parece llegar al máximo con el cobre sin oxígeno.

Hofman, Hayden y Hallowell dicen que el oxígeno mejora la conductibilidad, alcanzando la máxima con la proporción de 0'2 %.

Medida de la resistencia.—La resistencia se midió por el método del puente de Wheatstone. Calculóse luego la conductibilidad relativa y la temperatura corregida por medio de la fórmula:

$$R_t = R_o (1 + 0'00416 t).$$

En las series arsenicales la conductibilidad es siempre menor que cuando el metal no contiene oxígeno. En presencia del antimonio, el oxígeno aumenta la conductibilidad.

Influencia del oxígeno sobre la microestructura



Fig. 7.—Cobre conteniendo 0'1 % de O y 0'49 % de As X 70.

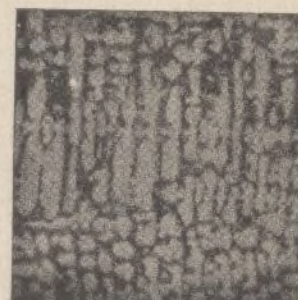


Fig. 8.—Cobre conteniendo 0'31 % de O y 0'13 % de As X 70.

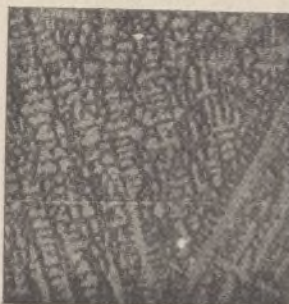


Fig. 9.—Cobre conteniendo 0'33 % de O y 0'43 % de As X 70.

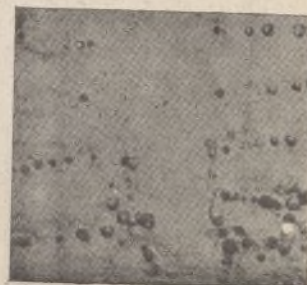


Fig. 10.—Cobre conteniendo 0'14 % de O y 0'24 % de Sb X 300.

Muestras cortadas de lingotes pulimentados y atacados por una solución al 10 % de persulfato de amonio.

I. J. BROCA.

Electricidad

Método para medir resistencias con el galvanómetro diferencial

Supóngase un galvanómetro diferencial con dos bobinas iguales, devanadas de forma que obren sobre la aguja en sentido contrario una de otra, y que sus efectos se contrarresten totalmente tan pronto como circulen por las bobinas corrientes iguales.

Para operar con este galvanómetro, se une la resistencia que se desea conocer, y que llamaremos X (fig. 1), á una de las bobinas, G_2 , montada en paralelo con una caja de resistencias K dividida en el mayor número posible de ellas, y unida esta caja con la otra bobina, G_1 .

Comunicando en K de modo que la aguja del galvanómetro marque cero, se obtiene la igualdad de las corrientes que atraviesan las bobinas G_1 y G_2 .

Estas dos corrientes iguales poseen también el mismo potencial, ó sea el de los dos puntos a

y b , y, en su consecuencia, deben ser también iguales entre sí sus resistencias.

Los alambres de unión deben tener el mismo diámetro. Poseen, pues, las dos bobinas resistencias iguales, de lo que resulta como consecuencia directa $X = K$.

Se unen, pues, K y R , no como en el método de

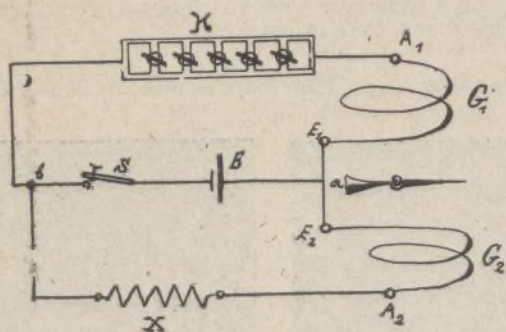


Fig. 1.

sustitución (uno después de otro), sino los dos al mismo tiempo, lo cual hace doble fácil la medición, puesto que la fuerza electromotriz no necesita ser constante. Este método tiene además la ventaja de ser muy sensible, puesto que el galvanómetro se emplea en su parte más delicada, que es cuando la aguja marca cero.

A fin de lograr pronto el fin buscado empleando la caja K de tacs de comunicación, es recomendable utilizar primeramente una resistencia grande y luego una pequeña. Se obtiene con esto dos mediciones de la aguja en sentido contrario, y también un modo de controlar para cerciorarse de la buena conexión efectuada.

A fin de que los grados que indique la aguja, al principiar á marcar, no sean excesivos,

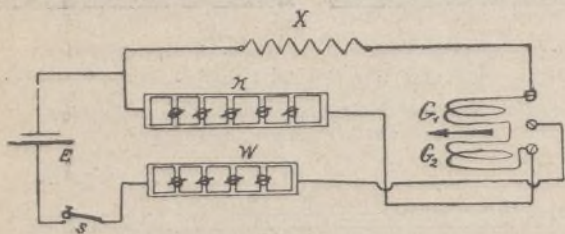


Fig. 2.

y con ello se tarde en efectuar la lectura exacta, es conveniente también emplear una resistencia equilibradora W (fig. 2), la cual se va disminuyendo progresivamente hasta ponerla en corto circuito. Para evitar que se calienten demasiado las resistencias, se tiene el circuito cerrado un corto tiempo, interrumpiendo el mismo una vez efectuada la lectura correspondiente.

Cuando se tenga ya la aguja en el cero, debe comprobarse la exactitud de la medida hecha.

Esto se obtiene como sigue:

Admítase primeramente una variación pequeña en la resistencia. Si, con las unidades de que se dispone, no es posible llevar la aguja al cero, cabe operar del modo siguiente:

Se comunica la corriente con la resistencia mayor siguiente ó con la menor anterior, y se calcula, por las dos indicaciones contrarias que haya manifestado la aguja, la resistencia real por medio del método de interpolación.

En el procedimiento que nos ocupa, ya queda indicado que se necesita un galvanómetro dispuesto de manera que la aguja no dé indicación alguna si atraviesan las dos bobinas corrientes

iguales, y que estas bobinas posean iguales resistencias.

Ahora bien; para saber si el galvanómetro reúne la primera condición, procédese del modo siguiente:

Se conecta una resistencia anterior W y se hace circular por las bobinas, EN SENTIDO CONTRARIO, la misma corriente, como indica la figura 3, lo que se consigue con las bobinas arrolladas en serie, esto es, E_1 unido á A_2 . Si la aguja no da indicación alguna, el galvanómetro reúne la condición primera; de lo contrario, debe tantearse quitando alguna vuelta de hilo á una de ellas, ó bien

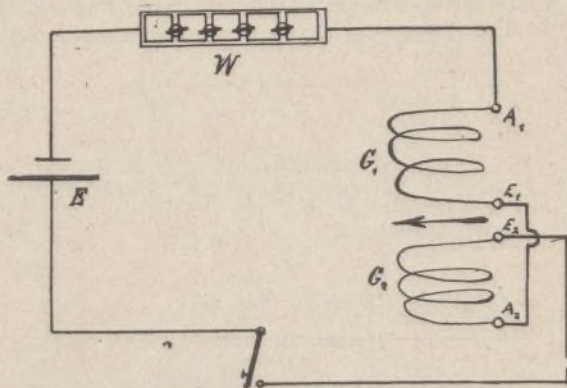


Fig. 3.

(en caso de que las bobinas sean móviles) acercándolas ó alejándolas entre sí.

Para cerciorarse de la exactitud del galvanómetro en lo que concierne á la segunda condición, se conecta (del modo indicado en la figura 1), ambas bobinas en paralelo, pero sin unir las dos resistencias K y X . En tal estado, la aguja no debe dar indicación alguna si las dos bobinas tienen iguales resistencias.

Si, por el contrario, la aguja diese alguna indicación, debe procederse á la unión de una de las bobinas con una resistencia débil. Con el fin de poder operar más rápidamente, se hace uso de un conmutador, instalado según indica la figura 4, y que permita unir las resistencias X y K con G_1 ó G_2 respectivamente, y cambiarlas si es menester.

La aguja permanece entonces quieta, y resulta:

$$X = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

teniendo, naturalmente, en el circuito la primera conexión, K_1 ohmios, y después de la conmutación

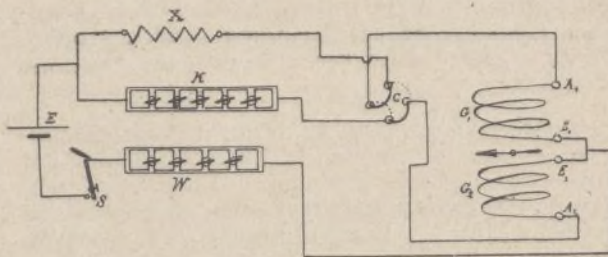


Fig. 4.

K_2 ohmios. Designando las resistencias de las bobinas con las letras G_1 y G_2 , se obtiene en la primera medición:

$$X + G_1 = K_1 + G_2,$$

y en la segunda:

$$X + G_2 = K_2 + G_1$$

Sumando las dos igualdades, resulta:

$$2X + G_1 + G_2 = K_1 + K_2 + G_1 + G_2$$

Y, por tanto:

$$X = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

En las figuras que ilustran el presente artículo, además de las letras que quedan explicadas, indican: E, la batería ó elemento generador de corriente; S, el interruptor de corriente; C, el conmutador.

SANTIAGO LOPEZ TAPIAS.

Ingeniero E. y M.

Comprobación y ensayo de aparatos eléctricos

II

INSTALACIONES DE CORRIENTE CONTINUA

Las instalaciones eléctricas de corriente continua son, en general, las que tienen por objeto el suministro de fuerza y luz dentro de un radio de extensión relativamente reducida, ó para el servicio de un solo edificio, á 125 ó 250 voltios y con circuito sencillo de dos ó tres hilos. La corriente continua se utiliza también en los servicios de ferrocarriles, á 500 ó 650 voltios, en circuito de doble hilo.

Es indispensable, antes de proceder al ensayo de aparatos nuevos, cerciorarse de que el cuadro de distribución se halla en perfecto estado. Todas las conexiones principales deberán comprobarse, para tener la seguridad de que los bornes de cada generador se hallan en comunicación con la línea general mediante los interruptores, cortacircuitos y fusibles dispuestos al efecto. En los generadores de dos hilos con devanado compuesto, el campo serie está generalmente conectado al borne positivo. Sin embargo, en las instalaciones en que existe transmisión por la tierra, como en los circuitos para ferrocarriles ó tranvías, la bobina serie se halla á menudo en el lado negativo, ó sea el que está en comunicación con el suelo. Siempre que varios generadores hayan de funcionar en paralelo, todas las bobinas serie tendrán que estar en el mismo lado, para poder ponerlas en paralelo mediante el conductor de equivalencia.

Si los cortacircuitos son del tipo ordinario de escobilla laminada con bloques de carbón, es menester que sus superficies de contacto estén perfectamente limpias; si no lo estuvieran, podría darse el caso de que se calentaran lo suficiente para determinar cierta oxidación de los contactos de cobre, que, á su vez, contribuiría á una nueva elevación de la temperatura, teniendo finalmente por resultado una modificación perjudicial del temple de la escobilla. Para cerciorarse de que el cortacircuitos está debidamente ajustado, se cierra el aparato después de introducir una hoja de papel entre la escobilla y los bloques. La señal que acaso quede impresa en el papel será indicio de que el contacto es suficiente. Los bloques de carbón deben quedar en contacto firme hasta que la escobilla principal se haya apartado del bloque superior, de modo que el circuito quede finalmente cortado sobre aquéllos. Es conveniente hacer funcionar el aparato á mano varias veces y luego hacer la prueba de su funcionamiento con la debida sobrecarga. Si se trata de aparatos nuevos, es prudente empezar la prueba con una sobrecarga que no exceda en más del 25 por 100 de la carga

normal, elevándola luego hasta un 50 por 100, si el generador puede soportarla.

Los interruptores de cuchillo deben examinarse igualmente desde el punto de vista de la limpieza de los contactos; pueden éstos untarse con vaselina para evitar su oxidación, siendo suficiente para ello una cantidad pequeña de esta sustancia.

Debe inspeccionarse el cuadro por la parte trasera, para cerciorarse de que están firmes las tuercas de los contactos y de que no hay cortos circuitos. Se procederá también al examen de los fusibles y á una prueba de los conductores, para comprobar la no existencia de derivaciones y cerciorarse de que la resistencia del aislamiento no es inferior á un mínimo prudencial.

ENSAYO DEL AISLAMIENTO

Para la comprobación del aislamiento en los circuitos de corriente continua, pueden seguirse varios métodos. La existencia de una derivación ó de un corto circuito puede comprobarse por medio de un timbre ó lámpara de incandescencia que funcione mediante una batería de pilas dispuesta en serie con el circuito que ha de ensayarse. Este método, sin embargo, no puede servir más que para indicar la existencia de una derivación total, ó de un defecto de aislamiento que se traduzca por una resistencia muy baja en algún punto del circuito; por lo tanto, en muchos casos es necesario apelar á otro procedimiento.

Otro método, que también se usa á menudo durante la instalación de aparatos eléctricos, consiste en el empleo de una magneto-generatriz con timbre, semejante á la que se usa para las llamadas en las líneas telefónicas. La generatriz y el timbre están, en general, montados en una misma caja provista de dos bornes; de uno de ellos parte un conductor que pone el aparato en comunicación con la tierra y, mediante el otro, se ejecuta la conexión con el circuito que se trata de ensayar. Al dar vueltas rápidas al manubrio de la magneto, el timbre empieza á tocar si existe alguna comunicación con la tierra. Se emplea para esta prueba una magneto construída para que el timbre empiece á funcionar á partir de un límite de resistencia conocido de antemano. Por ejemplo, el timbre de una magneto de 100.000 ohmios tocará cuando la resistencia entre el aparato ensayado y la tierra sea de 100.000 ohmios ó bien menor. La intensidad del repique es una indicación de la resistencia del aislamiento sometido á la prueba; si el timbre permanece silencioso, se tiene la seguridad de que el aislamiento ensayado ofrece al paso de la corriente una resistencia superior á 100.000 ohmios.

Es de advertir que este procedimiento no puede emplearse para la comprobación del aislamiento de un cable subterráneo de cierta longitud (300 metros ó más), porque en tal caso la capacidad electrostática pone el timbre en movimiento aun cuando no exista comunicación con la tierra.

En ciertos casos es necesario someter el aislamiento á pruebas de alta resistencia, para las cuales no puede emplearse la magneto. Entonces, si es posible disponer de una corriente continua, puede utilizarse ventajosamente un voltímetro, ejecutando las conexiones de este aparato en la forma que indica el esquema figura 1. La lectura del voltaje suministrado se efectúa en primer lugar poniendo en comunicación los conductores A y B, como indica la línea de puntos. Efectuada esta lectura, se corta la comunicación de referencia y se realiza la conexión de A con el aparato

por comprobar, estableciendo la comunicación de B con la tierra. Se lee entonces nuevamente la indicación del voltímetro. La resistencia entre el conductor y la tierra puede expresarse por la fórmula:

$$R = r \left(\frac{V - v}{v} \right),$$

en la cual R es la resistencia por medir, r la resistencia del voltímetro (generalmente inscrita en la cara interior de la caja del instrumento), V, el voltaje suministrado, medido en primer lugar, y v la indicación del voltímetro cuando está conectado al aparato que se trata de comprobar.

Por ejemplo, tomando la resistencia del voltímetro igual á 15.000 ohmios, el voltaje V igual á 125 y el voltaje v igual á 2, tendremos:

$$R = 15.000 \left(\frac{125 - 2}{2} \right) = 922.500 \text{ ohmios.}$$

Si el voltaje suministrado procede de los conductores generales, en cuyo caso no es conveniente poner uno de ellos en comunicación directa con la tierra, dicha comunicación puede establecerse mediante una baja resistencia constituida por una lámpara, ó varias lámparas en serie, variando el número de las mismas con el voltaje del sistema. Si el ensayo se hace por medio de un circuito de tracción, como tranvía ó ferrocarril, el voltímetro debe ponerse en comunicación con el conductor que se halla en relación con el suelo de un modo permanente. En todos los casos, el voltímetro debe ponerse en serie con el conductor conectado al aparato, y nunca con el que comunica con la tierra. Debe tenerse cuidado de no tocar el extremo desnudo del conductor A, ó del conductor del aparato cuyo ensayo se está verificando, porque la derivación que se produciría á través del cuerpo del operador bastaría para alterar notablemente la indicación v del voltímetro.

Ocurre á veces que, en el momento de poner el conductor A en comunicación con el aparato por ensayar, se produce una desviación momentánea de la aguja del voltímetro; pero este fenómeno no tiene valor como indicación de la resistencia del aislamiento, y la lectura del voltaje v no debe hacerse sino algunos segundos después de establecerse la comunicación.

El valor de la resistencia que puede medirse por este método depende del voltaje suministrado y de la resistencia del voltímetro. Se construyen voltímetros especiales con resistencia de 1.500.000 ohmios, y escala de 600 voltios. En un circuito de 500 voltios, y con el voltaje v igual á 5, un instrumento de esta clase podría medir una resistencia de 148.500.000 ohmios, ó 147'5 megohmios. Tales instrumentos, sin embargo, son algo delicados y, para las comprobaciones corrientes, los voltímetros ordinarios del tipo de imán permanente son habitualmente suficientes. Estos ofrecen, en general, una resistencia de unos 100.000 ohmios por voltio de escala, ó sea 15.000 ohmios por un instrumento de 150 voltios.

AJUSTE DE LAS ESCOBILLAS

A menos que el generador se reciba completamente montado, hay que comprobar los espacios existentes entre las escobillas. Para ello, puede seguirse el siguiente procedimiento:

Se coloca una tira de papel alrededor del conmutador, debajo de las escobillas, señalando la posición de cada juego. Se quita entonces la tira de papel y se miden los espacios que separan las señales; si éstos no son iguales, debe modificarse la posición de alguna de las escobillas. Las escobillas de cada juego deberán graduarse con las de los juegos adyacentes para cubrir, entre unas y otras, la superficie entera del conmutador, salvo un pequeño espacio, que quedará libre en cada extremo del mismo. Una vez sujetos los portaescobillas en la debida posición, se ajustarán las escobillas sobre el conmutador. Si éstas son de carbón, su adaptación á la superficie del conmutador será fácil, frotándolas al efecto con papel de lija, mientras la máquina está parada. Para ello se coloca una tira de dicho papel entre las escobillas y el conmutador y se da vueltas á éste en el sentido de su rotación natural, apretando al mismo tiempo las escobillas para que sea más eficaz la fricción entre éstas y la superficie rugosa del papel. Al llegar al extremo de la tira de papel de lija se levantan las escobillas y, haciendo revolver el conmutador en sentido inverso para volverlo á su posición primitiva, se repite la operación cuantas veces sea menester.

La presión de los resortes debe ser igual para todas las escobillas y no exceder de la suficiente para asegurar el contacto de aquéllas con el conmutador.

Una vez ajustadas las escobillas, debe quitarse el polvo á la máquina por medio del aire comprimido, á una presión que no sea demasiado elevada, á fin de no causar averías en el aislamiento. Se usa con frecuencia una presión de 50 á 80 libras inglesas por pulgada cuadrada, presión que puede ser excesiva para la limpieza de los devanados, pero que es muchas veces necesaria para

desalojar de los conductos de aire del bastidor de la máquina el polvo saturado de aceite que acostumbra depositarse en ellos.

Los cojinetes deben limpiarse desmontándolos ó lavándolos con gasolina, y llenarse después de aceite hasta el nivel conveniente. Si el campo del generador está montado sobre un bastidor separado del de las bobinas, el vacío interpuesto entre una y otras debe ser calibrado.

El ajuste de las escobillas se verifica corriendo el tren del portaescobillas. En todos los generadores, salvo los de polos intermedios, las escobillas han de quedar colocadas un poco adelante, en el sentido de la rotación del punto neutro. En general, los fabricantes cuidan de señalar la posición del punto neutro, que corresponde al en que las escobillas se hallan aproximadamente en oposición con los centros de los polos principales. Si el punto neutro no está señalado, cabe determinarle, á condición de que pueda establecerse el trayecto de los conductores del devanado hasta su conexión con el conmutador. Si entre los dos extremos de la bobina existe una distancia igual al intervalo entre dos polos adyacentes, las escobillas se encuentran sobre el punto neutro cuando ponen en corto circuito la bobina que se halla entre los dos polos, á igual distancia de cada uno. Si el ancho de la bobina, de un extremo á otro, es menor, la posición neutra de las escobillas debe determinarse con la mayor aproximación posible. En los generadores con polos intermedios, las escobillas deben colocarse, en general, sobre el

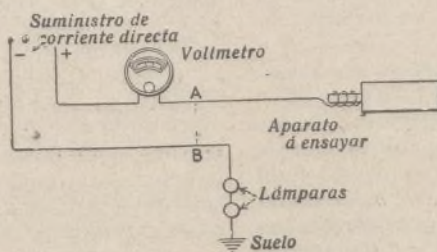


Fig. 1.

Método para descubrir las derivaciones.

punto neutro, ó muy ligeramente delante de éste, con lo que se consigue mayor constancia en el generador, cuando debe éste funcionar en paralelo con otras unidades.

DERIVACIONES.—SECADO DEL GENERADOR

Antes de poner en marcha un generador, es prudente someterlo á un ensayo, para comprobar la no existencia de derivaciones en tierra, sobre todo en las máquinas que funcionan á 500 voltios. Puede emplearse para este objeto una magneto, si no se dispone de otro medio mejor, aunque sólo es eficaz para señalar la existencia de una gran derivación. En caso de poder disponer de corriente continua, es preferible verificar el ensayo por medio de un voltímetro, siguiendo el método antes descrito. Habitualmente, si el generador se halla en condiciones normales, el voltímetro no acusará deflexión apreciable; en todo caso, bastará que la resistencia del aislamiento sea de 1.000.000 de ohmios.

Si el voltímetro indicase el voltaje total suministrado, sería esta observación señal de que existe una pérdida total por derivación en el suelo, ó que se ha formado un circuito metálico directo entre el devanado y el bastidor. En una máquina nueva, este defecto tendría probablemente por causa una equivocación en el montaje ó una falta en el aislamiento. Si el voltímetro indica un voltaje inferior al de la línea, esto demuestra que la resistencia del aislamiento es insuficiente, pero sin que exista ninguna derivación de importancia. Este defecto puede resultar de la falta de limpieza del aislamiento de las piezas del porta escobillas, ó de los bloques terminales. Si en estos puntos no aparece defecto alguno, el fenómeno observado proviene sin duda de que el generador está impregnado de humedad, en cuyo caso deberá secarse.

Para este objeto, el generador se pondrá en marcha con la armadura en corto circuito más allá del amperímetro ó interruptor, ó fusibles, y la corriente en el circuito del campo en shunt se ajustará para que dé aproximadamente la corriente de plena carga. Si se trata de un generador con devanado compuesto, puede ser necesario, para esta prueba, reducir la velocidad para limitar la corriente. La temperatura, en las partes del devanado en las cuales sea posible aplicar un termómetro, no deberá exceder de 160° F; la corriente se regulará para mantener una temperatura que no sea superior á este límite. Se efectuarán varias pruebas de la resistencia del aislamiento, mientras el generador esté en marcha, con objeto de secarlo.

Si la temperatura de la máquina se eleva, el aislamiento ofrecerá, al principio, menor resistencia, no tardando, sin embargo, ésta en elevarse de nuevo, para quedar prácticamente constante, á una misma temperatura, una vez seco el generador.

Cuando éste se halle en condiciones de funcionar, se deberá abrir el conmutador principal é introducir en el circuito toda la resistencia del campo; podrá entonces el generador ponerse en marcha lentamente, dejando su velocidad crecer, después de comprobar el funcionamiento de los aparatos de lubricación. El voltaje podrá luego

elevarse hasta la normal por medio de una resistencia interpuesta en el reostato de campo. Debe entonces vigilarse cuidadosamente el interruptor, observando si en este punto aparecen chispas. Si, efectivamente, prodúcese tal fenómeno, las escobillas habrán de desviarse ligeramente, hasta que cese la producción de chispas.

POLARIDAD INVERSA

Luego, deberá comprobarse la polaridad del generador. Si el nuevo generador ha de ponerse en servicio junto con máquinas ya en uso, habrá de determinarse la polaridad de los conductores generales. Caso de disponer de un voltímetro, puede ponerse este instrumento para comprobar la polaridad, antes de cerrar por primera vez el interruptor principal del generador. Se atarán primeramente á los conductores generales los hilos que han de ponerlos en comunicación con el voltímetro, y se notará cuál de éstos, al unirlo al borne positivo del instrumento, determina la desviación de la aguja hacia la derecha. El conductor general correspondiente es el de sentido positivo. De un modo semejante se determinará la polaridad de los bornes del generador y del interruptor. Si no es posible hacer esta comprobación del modo indicado,

puede verificarse el sencillo ensayo á que hace referencia la figura 2. Se abre el interruptor S, se cierra el cortacircuitos C y se interponen algunas lámparas de incandescencia entre los bornes del interruptor. En una instalación que funcione á 125 ó 250 voltios, se usará una sola lámpara del mismo voltaje en cada lado. Para voltajes más elevados deberán colocarse varias lámparas en serie, y en número suficiente para que la suma de los voltajes de las mismas sea, en cada lado, aproximadamente igual al voltaje de la instalación.

Si la polaridad del generador es la debida, el voltaje de dicho generador será opuesto al de los conductores generales, y en este caso, las lámparas quedarán apagadas. Por el contrario, si la polaridad del generador es inversa, las dos polaridades se sumarán y las lámparas se encenderán. Antes de este ensayo, las conexiones entre el generador y el interruptor principal han debido determinarse ó comprobarse por medio de un timbre que funcione bajo la influencia de un electroimán, ó por algún otro método, para cerciorarse de que el borne correspondiente al conductor de equivalencia y los otros dos bornes del generador puedan identificarse. Como se indicó anteriormente, las bobinas serie deben estar en paralelo, siendo por consiguiente invariable la conexión de los conductores del generador con el interruptor principal. Si la polaridad del generador es inversa de lo que debería ser, no es posible restablecerla en el sentido que le corresponde invirtiendo los conductores; en general, ésta reversión de la polaridad del generador puede obtenerse invirtiendo el magnetismo sobrante del campo. Para ello, todas las escobillas deben apartarse del conmutador, á fin de cortar todos los circuitos que pudieran existir en la armadura. El interruptor del generador se abrirá y sus bornes se pondrán en «shunt» mediante un pequeño fusible. Al cerrarse el interruptor principal, el campo adquirirá el magnetismo necesario, procedente de los conductores generales. Antes de abrirse nueva-

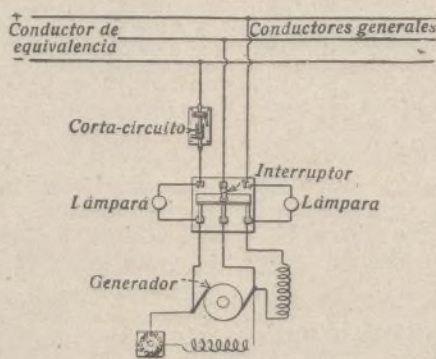


Fig. 2.
Comprobación de la polaridad del generador.

mente dicho interruptor principal, lo que se hará progresivamente, los reostatos de campo deberán introducirse todos en el circuito, á fin de reducir la corriente lo más posible. Estas precauciones, siempre necesarias, lo son aún más en las máquinas muy potentes.

UNIÓN DE LOS GENERADORES Á LA LÍNEA

Al poner un generador nuevo con bobinas en «shunt» en paralelo con otros generadores ya en servicio, el cortacircuitos de la nueva máquina debe estar cerrado, y el voltaje de la misma debe ser algo más elevado que el de los conductores generales. Puede entonces cerrarse el interruptor y proceder al ajuste del reostato de campo de modo que el generador nuevo asuma la parte de carga que le corresponda. Tratándose de generadores de devanado compuesto, en los cuales se usan interruptores unipolares para los conductores positivo y negativo, así como para el de equivalencia, los dos interruptores conectados al campo serie son los que deben cerrarse en primer lugar. Se ajusta luego el reostato para que el voltaje de la máquina nueva sea aproximadamente igual al de la línea; se cierran los demás interruptores y se procede á una nueva regulación del reostato, al objeto de que el generador reciba su parte de carga. Si se usa un interruptor tripolar, el voltaje del nuevo generador que entra en el circuito deberá exceder en algunos voltios del de la línea. Si el generador nuevo, siendo del tipo de devanado compuesto, ó interpolar, se negara á participar en la carga del conjunto, se procederá á una comprobación por separado de las varias máquinas, al objeto de conseguir que den el mismo voltaje para cargas equivalentes, procediendo para ello, si fuese necesario, á una regulación de las shunts de las bobinas serie.

Después de funcionar el nuevo generador satisfactoriamente durante algún tiempo, puede transmitírsele parte de la carga de los demás, hasta alcanzar un 25 por 100 de sobrecarga.

INTERRUPTORES Y CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN

La comprobación de los aparatos del cuadro debe ser lo más completa posible. Deberá hacerse una comparación de todos los voltímetros, colocándolos bajo el mismo voltaje. Es menester cerciorarse de que el disco de los vatímetros revuelva en el sentido debido. Si se nota un error en un amperímetro, las conexiones del shunt con el instrumento deberán examinarse, y será también necesario cerciorarse de que los números de serie de la shunt y del amperímetro son los mismos.

En el caso de ponerse en servicio nuevos conductores de alimentación, habrán de ensayarse desde el punto de vista de las derivaciones y de los cortos circuitos. Las derivaciones totales ó parciales, en conductores de poca longitud, pueden revelarse por medio de una magneto, aunque es preferible el procedimiento del voltímetro, antes descrito. Si se emplea un voltímetro, se pondrá el conductor B (fig. 1) en comunicación con la tierra, y el conductor A en comunicación con el nuevo conductor de alimentación. La resistencia que deberá presentar el aislamiento de éste depende, evidentemente, de la naturaleza del mismo. Para los cables subterráneos, se requiere, en general, un aislamiento de alta resistencia. En cambio, basta una baja resistencia para los cables aéreos; lo mismo sucede con los conductores subterráneos conectados á una instalación que comprenda un tercer rail.

A. L. COOK, Ingeniero.

Accidentes en las líneas eléctricas

Los esquemas que ilustran este artículo se refieren á un accidente de naturaleza especial acaecido en una línea de alta tensión y proveniente de un transformador serie funcionando á 17.000 voltios en una red trifásica con hilo neutro conectado á tierra.

La figura 1 representa la línea en su estado normal. A es una estación generatriz con hilo neutro en comunicación con el suelo; en B están dis-

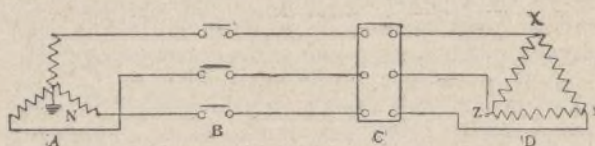


Fig. 1.—Disposición de los circuitos de la línea.

puestos tres interruptores unipolares; la letra C indica la existencia de un conmutador y D señala una estación generatriz con conexiones en delta.

En el trozo de línea comprendido entre A y C existen otras varias estaciones, así como algunas más entre C y D, estaciones que no están indicadas en el esquema. Debiendo efectuarse una reparación en la parte de línea comprendida entre B y C, esta sección de la línea había de ser aislada, lo que se realizó abriendo los interruptores situados entre C y D. El conmutador colocado en C debía abrirse también en el momento oportuno, pero, por una razón desconocida, dejó de funcionar, permaneciendo cerrado. Un vigilante, de guardia en el punto B, recibió en aquel momento orden de abrir los interruptores dispuestos en este punto y procedió á la maniobra del modo acostumbrado. No sucedió nada anormal al abrirse el primer interruptor; pero, en el momento de abrirse el segundo, se quemó el aislamiento de un transformador de la línea X, en el punto D, y el amperímetro situado en el punto A del hilo neutro N indicó en el mismo instante la presencia de una corriente intensa.

Se ha dado de este accidente la explicación que sigue:

Del examen de la figura 1 y la figura 2 (a), se desprende que, antes de que los interruptores situados en el punto B estuvieran abiertos, las estaciones generatrices A y D se hallaban conectadas en la forma que indica el esquema figura 2. Pero, al abrirse el segundo de los interruptores del punto B, el circuito completo resultó cortado y la velocidad de los generadores de un lado empezó á exceder de la de los del otro. Los esquemas 2 (b) y 2 (c) muestran cómo la fuerza electromotriz engendrada en D subió gradualmente hasta quedar

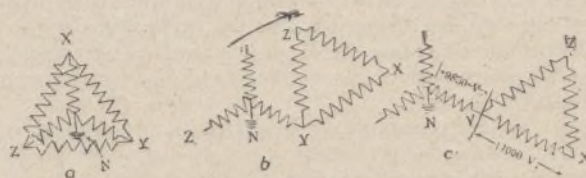


Fig. 2.—Esquema de los diferentes voltajes engendrados.

fuera de la fase de la fuerza electromotriz engendrada en A. Finalmente, las fuerzas electromotrices adquirieron las posiciones que aparecen en el esquema 2 (c), en las cuales es posible el máximo de diferencia de potencial entre el hilo neutro N y la línea X. El percance que tuvo por consecuencia la destrucción del aislamiento del transformador se produjo hallándose el sistema aproximada-

mente en el estado que indica este último esquema. El voltaje efectivo entre X y el hilo neutro en este instante era igual al voltaje normal de la línea (17.000 v.), más este voltaje dividido por 1,73 (9.830), ó sea un total de 26.830 voltios. El valor instantáneo máximo de la diferencia de potencial entre dichos dos puntos había de ser igual, según la fórmula conocida, al voltaje efectivo máximo multiplicado por la raíz cuadrada de 2, esto es, $26.830 \times 1,41 = 37.800$ voltios.

S. ANDREU, Ingeniero

Química

Dosificación continua de los gases

Importante por demás es, según se sabe, la dosificación química permanente del ácido carbónico en los gases de humo de caldeo.

Para esta dosificación, empléase en la industria

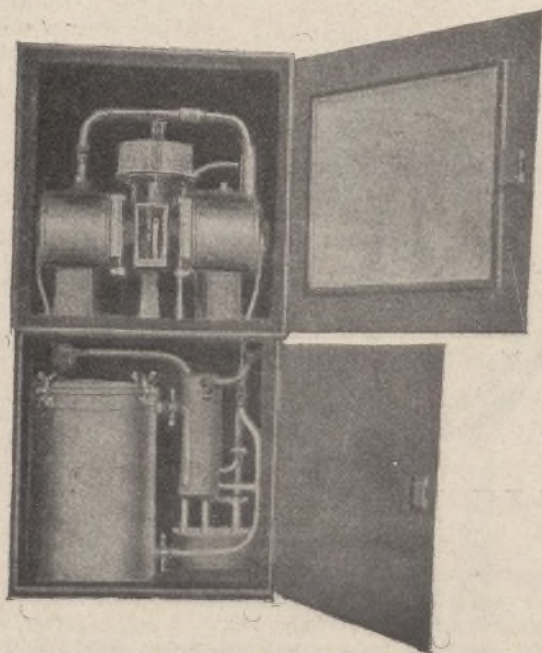


Fig. 1.—Vista de frente del analizador-registrador Bayer-Pintsch.

aparatos especiales, designados con el nombre de «analizadores registradores de ácido carbónico», y son muchos los dispositivos de esta especie que se conoce.

Uno de los que mejores resultados pueden dar es el de Bayer-Pintsch, que recientemente han descrito varias publicaciones técnicas.

Se compone dicho aparato, representado esquemáticamente en la figura 2, de los contadores de gas I y II, un registrador R, un enfriador K, una caja de absorción A y una trompa P.

El funcionamiento es el siguiente:

La trompa de agua P, que funciona con un rendimiento de 40 litros de líquido por hora, aspira aproximadamente 40 litros de gas; este último penetra en G y atraviesa la primera cámara del enfriador K, donde abandona su ácido carbónico; á consecuencia de la elevación de temperatura experimentada por el gas durante este proceso químico, dicho gas, para volver á su primitiva temperatura, atraviesa la segunda cámara del enfriador R, y es en seguida medida por el contador II y ex-

pulsada por la trompa P y el recipiente de nivel constante W. El agua penetra por W en el aparato, atraviesa el enfriador K y llega finalmente á la trompa P, donde aspira el gas, saliendo en seguida por W al propio tiempo que el gas. El depósito W de nivel constante se halla provisto de un desagüe por el que sale el agua finalmente. Los dos contadores de gas se llenan de aceite de parafina y regulan de manera que el contador II gira aproximadamente 4 por 100 menos rápidamente que el contador I cuando se quita la caja de absorción para efectuar así un registro de la marcha de vacío. Representase esta característica por medio de trazos de 3 á 4 milímetros de longitud cuyo extremo inferior debe llegar á la línea O.

Acciona la pluma un movimiento diferencial R gobernado por los contadores I y II, y el número de análisis por hora se eleva á 20 ó 25 por término medio.

Independientemente de su empleo en la conducción de los gasógenos, que es su aplicación más corriente, el contador analizador permite, en la dosificación de los gases de los altos hornos, descubrir las perturbaciones que pueden producirse en su marcha, y que patentiza el aumento del contenido de ácido carbónico y óxido de carbono y la formación de hidrocarburos pesados.

Importante es también la dosificación continua del gas de agua. Sabido es que, según la temperatura, producen dos reacciones diferentes. A temperatura muy elevada, la transformación se opera según la ecuación: $C + H^2O = CO + H^2$, mientras que, conforme baja la temperatura, la transformación acaba por producirse según la relación: $C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2$. Por consiguiente, el análisis del ácido carbónico constituirá una indicación muy seria para saber si la temperatura fué suficiente, si el período de insuflación no se acortó y si no fué demasiado largo el período de fabricación. Gracias á las indicaciones continuas de un analizador, el operario encargado de vigilar la fabricación

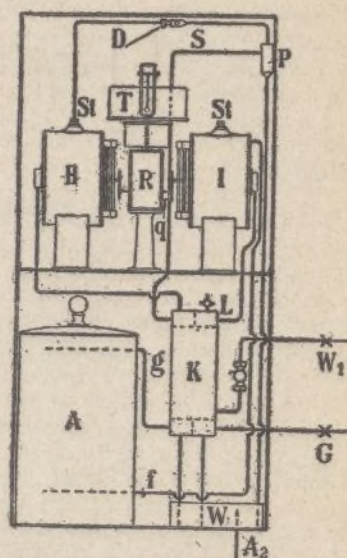


Fig. 2.

Contador-analizador Bayer-Pintsch con trompa de agua.

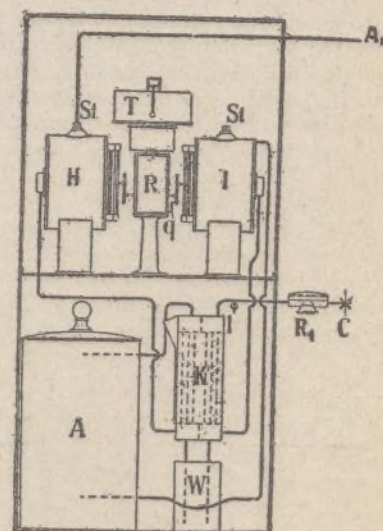


Fig. 3.

Contador-analizador-registrador Bayer-Pintsch para gases bajo presión.

Architectural floor plan of a building with a semi-circular extension. The plan shows a main rectangular area with a semi-circular section on the left. Dimensions are provided in meters (m). The semi-circular section has a radius of 3.30m and a width of 6.60m. The main rectangular area has a width of 4.45m and a length of 3.70m. The total length of the building is 7.40m. The plan also shows a central corridor and various rooms with different floor levels indicated by numbers like 0.00, 0.30, and 0.50.

Architectural section drawing of a building. The drawing shows a cross-section with a roofline and internal structure. Key dimensions are labeled: 3.95 (width of the left section), 9.80 (width of the right section), 13.00 (height of the main interior space), 10.00 (height of a lower section), and 4.50 (height of the base section). The drawing includes various structural elements like walls, columns, and a roof, with some areas indicated by dashed lines.

Ayuntamiento de Madrid

Estos 24 pilonos complementarios unen el suelo ya comprimido al terraplén interior de los es-

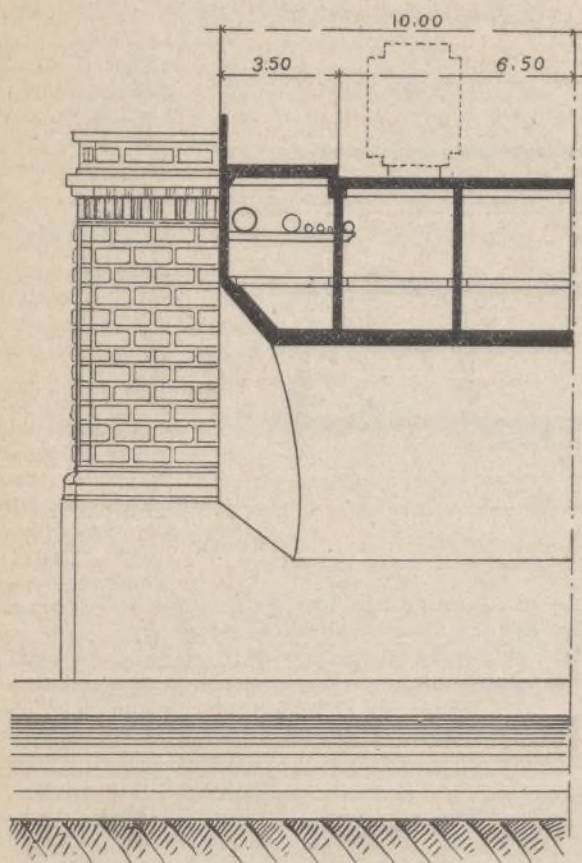


Fig. 5.—Semicorte por la clave.

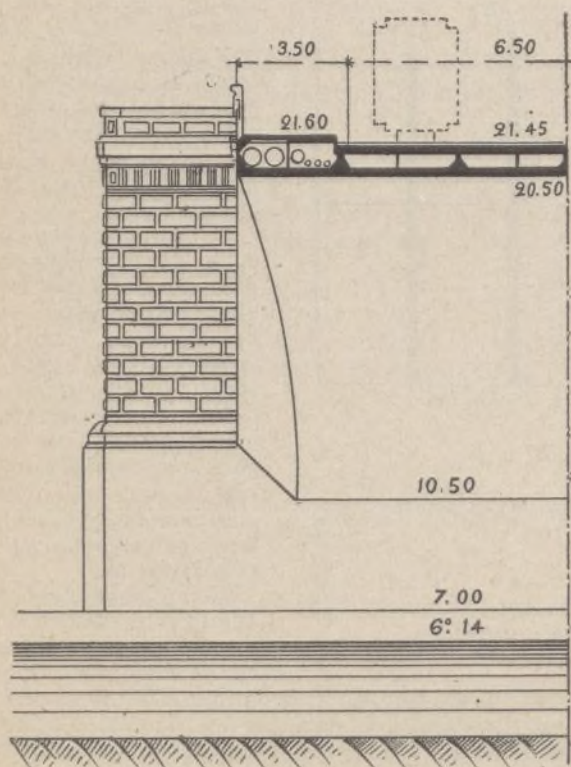


Fig. 6.—Semicorte A B.

tribos, y éste apóyase en las paredes. Así la trabazón íntima del arco á los estribos continúa por la de los estribos al suelo subyacente.

Los cubos de materiales (piedra, grava, arcilla, hormigón, etc.) absorbidos por el terreno alcanzan la cifra de 1.717 metros cúbicos para los 192 pilonos, lo que equivale á unos 9 metros cúbicos por pilono.

Presa protectora.—Establecióse una presa protectora para poner las fundaciones al abrigo de

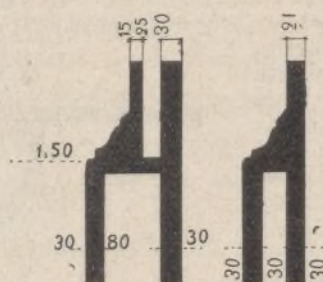


Fig. 7.—Cortes E F.

desmoronamientos, con ayuda de estacas juntas de cemento armado.

Introdujose estas estacas por inyección de agua á la presión de 2 atmósferas en el tubo dispuesto al efecto en el eje de cada una de ellas.

Establecióse así en la orilla del río una cortina

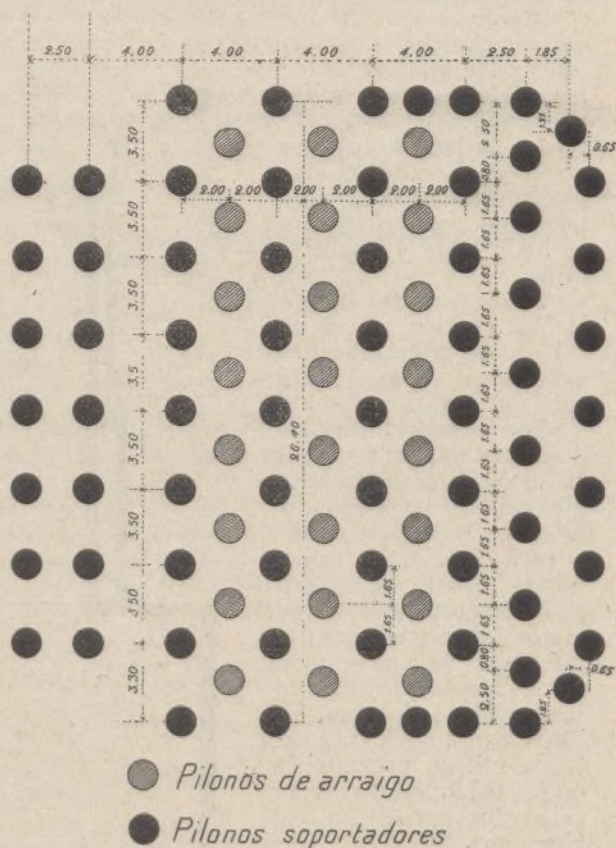


Fig. 8.—Planta de los pilonos Compressol.

continua, colocada 3 metros delante de la fundación del estribo, y constituida por 130 estacas de 35×35 centímetros y de 8 á 9 metros de longitud.

Esta cortina aseguró un estancamiento perfecto, gracias al relleno de las canales dejadas entre las estacas; encierra, en efecto, la fundación del pilar de la orilla derecha, de cota +7,00, á la cota +1,5.

MANUEL DORCA.

Combustibles

Cálculo del valor calorífico del carbón

El valor calorífico del carbón puede, en general, calcularse:

- 1.º Por combustión en un calorímetro;
- 2.º Por deducción de los resultados de su análisis.

No hay duda que el ensayo con el calorímetro es el mejor procedimiento, pero el coste elevado de los aparatos necesarios para verificarlo hace que resulte inaplicable en muchos casos. Puede, entonces, elegirse uno u otro de los siguientes procedimientos:

a) Hacer un análisis completo del carbón, determinando las proporciones de sus elementos, carbono, hidrógeno, oxígeno, azoe, azufre y cenizas. Conocidas las temperaturas de combustión del carbono y del hidrógeno, puede calcularse, mediante varias fórmulas, el valor calorífico del carbón.

b) Limitarse a un análisis aproximado, que indica el grado de humedad y la proporción de materias volátiles,

carbono fijo y cenizas. En este caso, el valor que se desea conocer puede ser deducido por medio de curvas y fórmulas empíricas.

El análisis completo del carbón es una operación larga y dificultosa, que no puede verificarse con probabilidades de exactitud sin una gran práctica. Además, no se sabe con certeza cuál de las distintas fórmulas que se han propuesto para deducir, de los datos del análisis, el valor del carbón, es la mejor.

En vista de las dificultades é inconvenientes del procedimiento del análisis completo, se han ideado varios métodos para calcular el valor calorífico del carbón, partiendo de los datos del análisis aproximado, que es de fácil realización. En 1902, E. Goutal dió á conocer, en un artículo publicado en las «Comptes Rendus» (septiembre), una fórmula apropiada para tal fin, basada en una

larga serie de experimentos realizados con carbones franceses. La fórmula es la siguiente:

$$U. t. (1) = 14.760 C + a V$$

en la cual las unidades térmicas se refieren al carbón de origen. C es la proporción, por ciento, de carbón fijo expresada como decimal; V, la proporción, por ciento, de materia volátil, expresada como decimal, y a una constante. Se estableció un cuadro de los valores de a en función de la materia volátil V' contenida en el combustible. El valor calorífico del carbón se obtiene multiplicando el peso del carbono fijo, en forma decimal, por 14.760, y la materia volátil V, determina-

da por el análisis, por la constante a correspondiente á la materia volátil V' en el combustible, y finalmente adicionando estos dos productos.

Ensayos análogos á los que permitieran á Goutal establecer la anterior fórmula y fijar los valores de a , lleváronse á cabo con unas 200 muestras de carbón americano bituminoso y semibituminoso. Los resultados de estos experimentos aparecen condensados en la curva figura 1, en la cual constan los valores de a como abscisas y los de V como ordenadas.

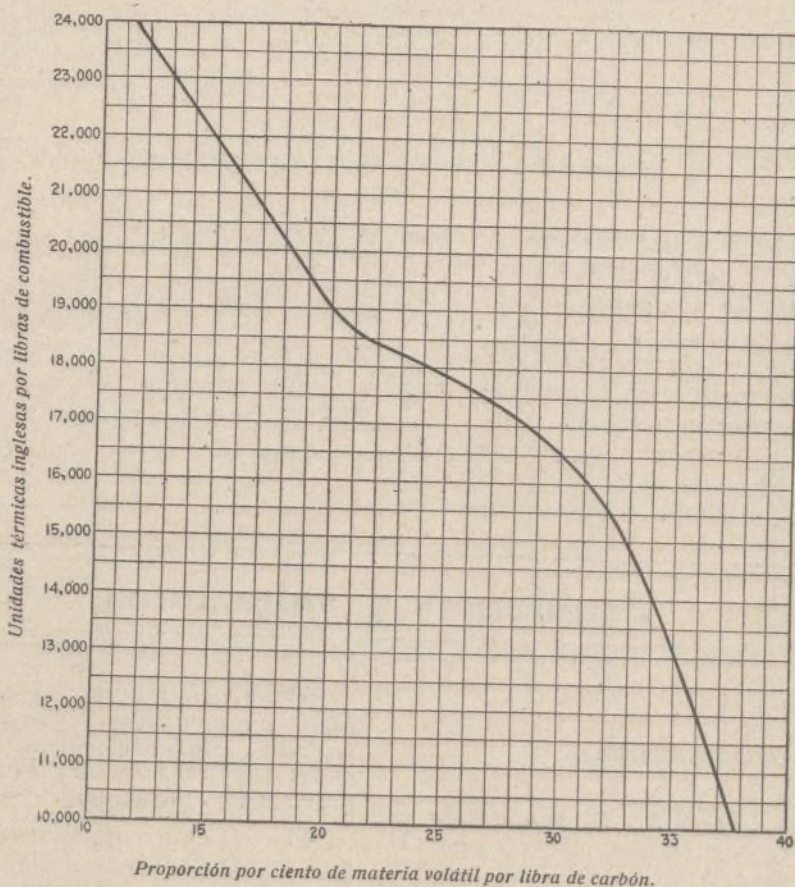


Fig. 1.

El valor calorífico del carbón es entonces la suma de los productos siguientes: 14.760 veces el carbono fijo (como decimal), y a veces la materia V (como decimal) en el carbón. La aplicación de este método permite obtener un resultado muy aproximado (2 % de error).

Supongamos, por ejemplo, que se quiere determinar el valor de un carbón que contiene: humedad, 11'58 %; materia volátil, 34 %; carbono fijo, 40'63 %; cenizas, 13'79 %.

Según la curva figura 1, el valor de la constante a es 14.050 cuando la materia volátil se halla en la proporción de 34 %. Entonces, sustituyendo los términos de la fórmula por sus valores, tendremos: Valor calorífico = $14.760 \times 0.4063 + 14.050 \times 0.34 = 10.773$ por libra inglesa de carbón.

(1) U. t., Unidades térmicas.—Téngase en cuenta que son unidades térmicas inglesas. (British thermal unities.—B. t. u.)

El ensayo del mismo carbón con el calorímetro indicó un valor de 10.840 por libra, siendo, por lo tanto, la diferencia sólo de 67 unidades térmicas.

Es de notar que este método no es aplicable a la antracita pobre en materia volátil; en efecto, la fórmula anterior parece no dar resultados exactos con los carbones cuya riqueza en materia volátil sea inferior al 12 por ciento.

La curva figura 2, debida a la Compañía Underfeed Stoker, de Chicago, permite igualmente determinar el valor calorífico del carbón con una aproximación del 2 %, partiendo de los datos del análisis aproximado. La comparación de los resultados obtenidos por el cálculo, en gran número de casos, con los datos experimentales obtenidos por medio del calorímetro, ha demostrado que este método es prácticamente exacto.

En esta curva, las proporciones por ciento de carbono fijo por libra de combustible constan como abscisas, y las unidades térmicas como or-

denadas. La cantidad de carbono fijo se refiere a una libra de combustible, ó sea de carbón original, humedad y cenizas comprendidas. Las unidades térmicas correspondientes al valor calculado del carbono fijo en el combustible se multiplican

por la suma de la materia volátil y del carbono fijo encontrado. El producto es el valor calorífico del carbón original.

Aplicando de nuevo este método al caso supuesto en el ejemplo anterior, tendremos:

Proporción de carbono fijo

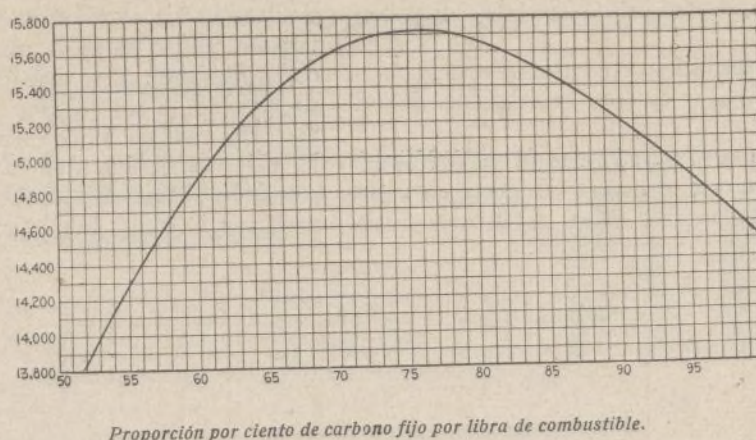
por libra de combustible, igual a $\frac{40'63}{74'63} = 54'4 \%$.

Según la curva figura 2, el valor calorífico de una libra de combustible con 54'4 por ciento de carbono fijo es 14.215 U. t. Por consiguiente, el valor calorífico de una libra de carbón con 74'63 % de carbono fijo será:

$$14.215 \times 0'7463 = 10.609 \text{ unidades térmicas.}$$

ANTONIO MORALES.

Unidades térmicas inglesas por libra de combustible.



Proporción por ciento de carbono fijo por libra de combustible.

Fig. 2.

Problemas y soluciones

OFICINA TÉCNICA

DE

EL MUNDO CIENTÍFICO - INVENTOS MODERNOS

55.—*J. Barreiro (México)*.—El vapor debe ir del cilindro de alta presión al de baja, y luego al escape ó al condensador. En el n.º 11 de nuestra Revista hallará usted un artículo que se refiere a su asunto y del que puede tomar los datos que necesita. En los esquemas que lo ilustran verá la disposición para la marcha del vapor. De todos modos la que usted indica en su dibujo es completamente errónea.

56.—*Alfredo Buendía (Albacete)*.—Esperamos contestación a la nuestra directa.

57.—*Guzmán Barrios (Buenos Aires)*.—Según sus datos, es:

$$\frac{4 \cdot 5,6 \cdot 83 \cdot 0,02 \cdot 10}{1000 \cdot 3} = 0,12 \text{ m}^2/\text{m}^2 \text{ de sección.}$$

El factor 0,02 es *c*, correspondiente al factor de calentamiento del cobre, que es el material que debe usted emplear.

58.—*C. Fonseca (Lisboa)*.—Esperamos la muestra pedida.

59.—*E. Cerviño (Castro Urdiales)*.—Recibirá usted noticia directa, por ser su asunto algo delicado y difícil.

60.—*Guido Calvino (Argentina)*.—Nos interesamos por su asunto. Ya le participaremos los resultados que obtengamos. De momento puede usted dirigirse a la casa Font, Campabadal y C.^{ta} (Cortes, 490, Barcelona).

61.—*E. Suárez (La Coruña)*.—No señor, ya no existen. Podemos, si usted lo desea, mandarle proyecto de otros, que seguramente realizarán las condiciones que usted desea.

62.—*Federico Pujol (Reus)*.—Según sus datos originales:

$$b = \frac{80 \cdot 0,75}{2} = 30 \text{ cm.}$$

y:

$$a = \frac{b}{4} \cdot 0, = \frac{30}{4} \cdot 0,8 = 6 \text{ cm.}$$

Con esto tendrá usted suficiente.

63.—*Vidal Ruiz (Logroño)*.—A su pregunta n.º 1.—Si señor, puede usted obtenerlos al mismo precio pidiéndonoslos a nosotros directamente.

A su pregunta n.º 2.—Esta revista es *La Aviación*, con domicilio en la calle de Claris, 112, 1.º, Barcelona.

A su pregunta n.º 3.—No la comprendemos. Sirvase darnos más detalles y dibujos.

64.—*José Celarein (San Sebastián)*.—Ténganos al corriente de sus asuntos.

a
 xi-
 la-
 do
 an
 de
 o-
 ar-
 un-
 El
 el
 ff-
 ón
 do
 ste
 ca-
 en
 an-
 re-
 ón
 fijo
 %
 o-
 fico
 onto
 nte,
 con
 re-
 s re-
 uede
 y C.^a
 a no
 darle
 n las
 dados
 gunta
 nismo
 nte.
 Avia-
 2, 1.^o,
 emos.
 aganos



