

EL MUNDO CIENTÍFICO

INVENTOS MODERNOS

REVISTA TÉCNICA DE APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA INDUSTRIA

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

Resistencia de las cabezas de biela cerradas

Adaptación de un artículo de MATSUMURA

La determinación, que tanta importancia tiene, de las secciones que hay que dar á las cabezas de biela cerradas, básiase con frecuencia en datos dudosos. El presente estudio se encamina á establecer datos basados en la distribución de los movimientos en las distintas secciones de la cabeza de esta clase de bielas.

Sea ASB (fig. 1) la fibra media de una pieza de simple curva empotrada en A y con el extremo B libre.

Hagamos pasar por ASB un plano que contenga los radios de curva y divida la pieza en dos partes simétricas. Supongamos que las fuerzas accionantes se hallan situadas en este plano y tomemos como coordenadas rectangulares dos ejes contenidos en este plano. Sean:

x_0, y_0, x_1, y_1 , las coordenadas de los puntos A y B;

x, y , las coordenadas de un punto considerado S;

$\varphi, \varphi_0, \varphi_1$, los ángulos que constituyen, con OX, las normales SN, AN₀ y BN₁ á la fibra media, en los puntos S, A, B;

s, s_1 , la longitud de los ejes AS y AB;

r_1 , el radio de curva de la fibra media en el punto S;

e_1 y e_2 , las distancias de las fibras exterior é interior al eje neutro de la sección S, respectivamente por el lado de la convexidad y de la concavidad de la fibra media;

F, la magnitud de la sección S;

J, el momento de inercia de la sección S, con relación á su eje neutro;

P, la resultante de la fuerza normal en el punto S;

M, el momento flexor en el punto S;

E, el módulo de elasticidad.

Las siguientes fórmulas darán la variación del ángulo de inclinación φ , y de la ordenada y , de la fibra media, en el extremo B:

$$\Delta\varphi_1 = \frac{1}{E} \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} \frac{M}{J} r d\varphi = \frac{1}{E} \int_0^{s_1} \frac{M}{J} ds \quad (1)$$

$$\Delta\varphi_1 = -\frac{x_1}{E} \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} \frac{M}{J} r d\varphi + \frac{1}{E} \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} x \frac{M}{J} r d\varphi$$

$$= \frac{x_1}{E} \left[-\int_0^{s_1} \frac{M}{J} ds + \int_0^{s_1} \frac{x}{x_1} \frac{M}{J} ds \right] \quad (2)$$

suponiendo que la altura de la pieza $e_1 + e_2$ sea reducida con relación al radio de curva y que el alargamiento ó acortamiento tangencial de la fibra media sea insignificante.

La aplicación de las anteriores igualdades al cálculo de las dimensiones variables del estribo de la cabeza de biela puede efectuarse prácticamente con ayuda de un procedimiento gráfico, que vamos á exponer.

Consideremos la cabeza de biela y el sistema de coordenadas rectangulares que representa la figura 2. En la sección A no experimentará ninguna

variación el ángulo de inclinación si se supone que las fuerzas exteriores obran simétricamente á ambas partes del eje del cuerpo de la biela; lo que ocurrirá, por ejemplo, cuando el cojinete esté completamente ajustado en la cabeza. En la sección B de enlace de la cabeza con el cuerpo de la biela, la variación angular $\Delta\varphi$, así como el desplazamiento Δy , serán muy reducidos y podrá prescindirse de ellos, lo que equivaldrá á suponer que $\Delta\varphi$ y Δy son nulos en el punto B. De estas consideraciones, dedúcese que el medio estribo puede asimilarse á una viga empotrada por A, libre por B y sometida á los siguientes esfuerzos:

a) Una fuerza P_1 , igual á la mitad del esfuerzo total soportado por la biela y obrando paralelamente á OX. Esta fuerza total, proveniente de la presión debida al gorrón, se distribuye en ciertas porciones de la superficie interior de la cabeza de biela. La fuerza P_1 determina en las diferentes secciones un momento flexor N_1 .

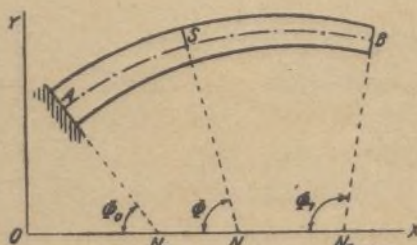


Fig. 1.

b) Una fuerza desconocida Q , obrando en B, paralelamente á OS, y determinando igualmente, en las distintas secciones, un momento flexor M_2 ;

c) Un momento desconocido M_3 , obrando en B, en el sentido que indica la flecha; cada sección de A C B está sometida á este momento, cuyo valor es constante.

Bajo la influencia igual de a), b) y c), $\Delta\varphi = 0$ y

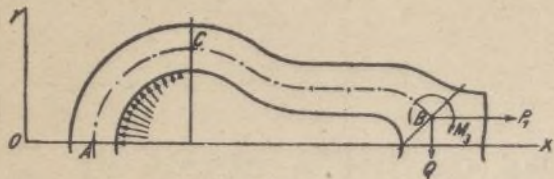


Fig. 2.

$\Delta y = 0$, y no hay, á consecuencia de la relación de distribución de los momentos, ninguna diferencia entre la viga primeramente considerada y el verdadero estribo. No resta, pues, para resolver el problema, sino determinar las magnitudes desconocidas Q y M_3 .

La solución se desprende de la condición siguiente:

Las sumas algebraicas de las variaciones $\Delta\varphi$, debidas á los esfuerzos a), b) y c) y de las variaciones Δy , son respectivamente nulas.

Rectifiquemos ahora la fibra media A C B y, sobre la recta obtenida considerada como base, construyamos los dos diagramas de $\frac{M_1}{J}$ y $\frac{x}{x_1} \frac{M_1}{J}$, representando por medio de ordenadas, en escala conveniente, los valores de $\frac{M_1}{J}$ y $\frac{x}{x_1} \frac{M_1}{J}$ (fig. 3).

Consideremos como positivos los momentos que obran en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj, y conduciremos siempre los valores positivos debajo del eje.

Construyamos en seguida, de idéntico modo y con la misma escala, los diagramas de $\frac{M_2}{J}$ y $\frac{x}{x_1} \frac{M_2}{J}$, tomando á Q por unidad.

Tracemos de igual manera los diagramas de $\frac{M_3}{J}$ y $\frac{x}{x_1} \frac{M_3}{J}$, pero tomando á M_3 por unidad (fig. 5).

Planimetremos las superficies

$$\int_0^{s_1} \frac{M_1}{J} ds, \int_0^{s_1} \frac{x}{x_1} \frac{M_1}{J} ds,$$

y, abreviando, escribamos:

$$F_1 = \int_0^{s_1} \frac{M_1}{J} ds \quad F_1' = \int_0^{s_1} \frac{x}{x_1} \frac{M_1}{J} ds$$

$$F_2 = \int_0^{s_1} \frac{M_2}{J} ds \quad F_2' = \int_0^{s_1} \frac{x}{x_1} \frac{M_2}{J} ds$$

$$F_3 = \int_0^{s_1} \frac{1}{J} ds \quad F_3' = \int_0^{s_1} \frac{x}{x_1} \frac{1}{J} ds$$

Con arreglo á las condiciones expuestas, y por medio de relaciones suministradas por las igualdades (1) y (2), tendremos:

$$\frac{F_1}{E} + \frac{F_2}{E} Q + \frac{F_3}{E} M_3 = 0$$

y:

$$\frac{x_1}{E} [(-F_1 + F_1') + (-F_2 + F_2') Q + (-F_3 + F_3') M_3] = 0$$

ó:

$$F_1 + F_2 Q + F_3 M_3 = 0,$$

y:

$$F_1' + F_2' Q + F_3' M_3 = 0;$$

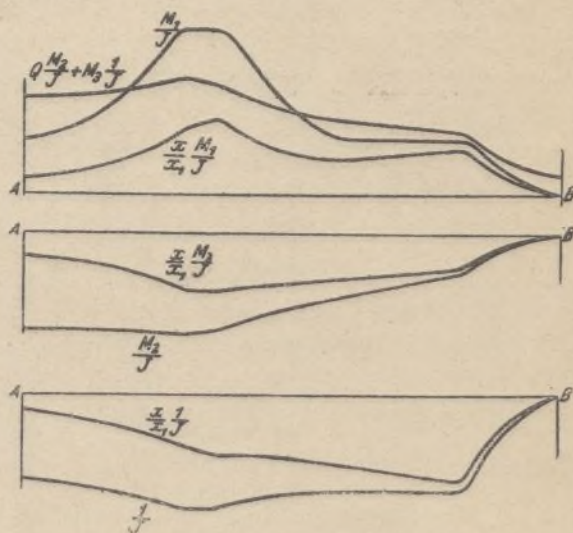
de donde se deduce:

$$Q = \frac{F_3 E_1' - F_1 F_3'}{F_2 F_3' - F_3 F_2'} \quad (3)$$

y:

$$M_3 = \frac{F_2 F_1' - F_1 F_2'}{F_2 F_3' - F_3 F_2'} \quad (4)$$

Para determinar la distribución de los momentos, conducamos sobre la figura 3 el diagrama de $Q \frac{M_2}{J} + M_3 \frac{1}{J}$, teniendo en cuenta que los valores positivos están en este caso en la parte superior. Si entonces se escoge cierta sección, la parte de la ordenada correspondiente á ella, comprendida entre las curvas de $\frac{M_1}{J}$ y $Q \frac{M_2}{J} + M_3 \frac{1}{J}$, representa el cociente del momento flexor por el momento de inercia, ó sea $\frac{M}{J}$. Este cociente debe considerarse como positivo cuando se le mide por la parte inferior, entre la última y la primera curva. Para



Figs. 3, 4 y 5.

conocer la tensión mayor de una sección, se debe buscar el valor $\frac{M}{J}$ como se ha dicho, y deducir de él el de M .

Las tensiones de la fibra exterior y de la fibra interior, situadas á una y otra parte de la fibra media, resultan de las fórmulas siguientes:

$$\sigma_1 = \frac{1}{F} \left(P + \frac{M}{r} \right) + \frac{M}{J} e_1$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{F} \left(P + \frac{M}{r} \right) + \frac{M}{J} e_2$$

El signo negativo indica que existe compresión.

Primer ejemplo. — Apliquemos este método al tipo de biela, lado de la culata, que representan las figuras 6 y 7.

El esfuerzo en el cuerpo de biela es igual á $2 P_1 = 4.080$ kilogramos. Este esfuerzo, proveniente de la presión del gorron, se distribuye sobre la superficie interior A 6 (fig. 6). El esfuerzo en el punto S' es:

$$p = p_0 \cos \psi,$$

expresión en la cual p_0 representa la presión unitaria en el punto A. Determina esta presión la fórmula:

$$\int_0^\pi \frac{1}{2} p r_0 d\psi \cos \psi = p_0 r_0'$$

$$\int_0^\pi \frac{1}{2} \cos^2 \psi d\psi = p_0 r_0' \frac{\pi}{4} = P_1$$

y:

$$p_0 r_0' = \frac{4}{\pi} P_1.$$

El momento de flexión, para una sección considerada de la parte A 6, determinada por la distribución de esta fuerza, es:

$$-\int_\varphi^\pi \frac{1}{2} p r_0 d\psi r \sin(\psi - \varphi)$$

$$= -p_0 r_0 r \int_\varphi^\pi \frac{1}{2} \cos \psi \sin(\psi - \varphi) d\psi$$

$$= -\frac{4}{\pi} P_1 r \frac{\cos \varphi - \sin \varphi \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)}{2}$$

$$= -\frac{2}{\pi} P r \left[\cos \varphi - \sin \varphi \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right].$$

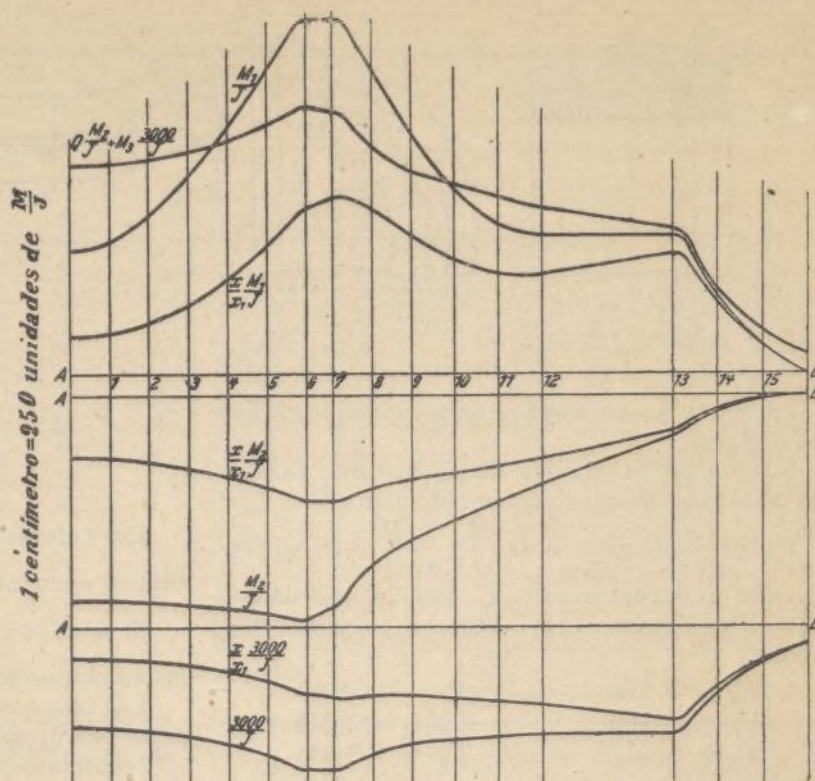


Fig. 8.

De todo esto se deduce como valor del momento M_1 (véase a) para la parte A 6;

$$M_1 = P_1 \left\{ (y_1 - y) - \frac{2}{\pi} r \left[\cos \varphi - \sin \varphi \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right] \right\}$$

$$= 2040 \left\{ (y_1 - y) - 3,18 \left[\cos \varphi - \sin \varphi \left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right] \right\}.$$

Para la parte 6 B:

$$M_1 = H_1 (y_1 - y) = 2040 (y_1 - y),$$

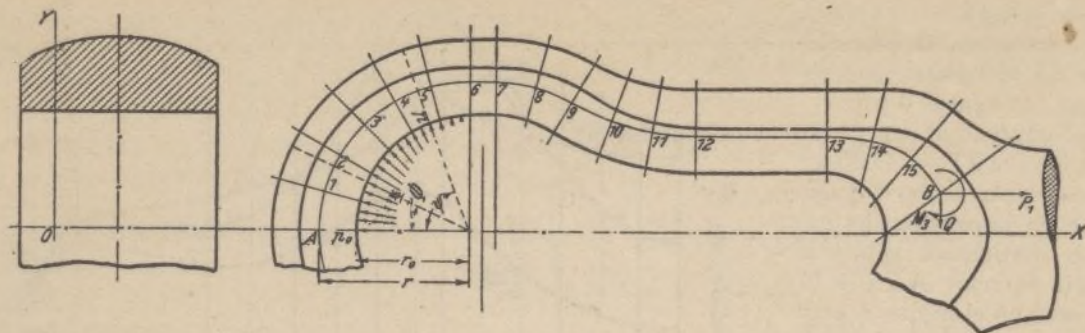
con $r = 5$ cm. y $P = 2040$ kg.

Si se toma, como valores unitarios de Q y M , respectivamente 300 kilogramos y 3.000 kg./cm., se tiene:

$$M_2 = 300 (x - x_0).$$

CUADRO I

Sección	J	φ	x	y	M_1	$\frac{M_1}{J}$	$\frac{x}{x_1} \frac{M_1}{J}$	M_2	$\frac{M_2}{J}$	$\frac{x}{x_1} \frac{M_2}{J}$	$\frac{3000}{J}$	$\frac{x}{x_1} \frac{3000}{J}$
A	9,08	0°	$x_0 = 8,85$	$y_0 = 0$	-3774	-416	-124	6225	686	205	330	99
1	9,00	15°	9,00	1,30	-4019	-447	-136	6180	687	209	333	101
2	8,70	30°	9,50	2,50	-4610	-530	-170	6030	693	222	345	111
3	8,23	45°	10,30	3,54	-5493	-667	-232	5790	704	245	365	127
4	7,65	60°	11,31	4,31	-6385	-835	-319	5487	717	274	392	150
5	6,99	75°	12,53	4,81	-7140	-1022	-432	5121	733	310	429	182
6	6,28	90°	13,85	4,99	-7466	-1189	-556	4725	752	352	478	224
7	6,28		14,71	4,99	-7466	-1189	-591	4467	711	354	478	237
8	6,99		16,01	4,81	-7099	-1016	-549	4077	583	316	429	232
9	7,65		17,22	4,31	-6079	-795	-462	3714	486	282	392	228
10	7,90		18,54	3,70	-4835	-612	-383	3318	420	263	380	238
11	8,12		19,93	3,32	-4060	-500	-337	2901	357	241	369	249
12	8,32		21,37	3,21	-3835	-461	-333	2469	297	214	361	260
13	8,32		25,77	3,21	-3835	-461	-401	1149	138	120	361	214
14	13,52		27,26	3,06	-3529	-261	-240	702	52	48	222	204
15	25,18		28,60	2,40	-2366	-94	-91	300	12	12	119	115
B	51,99		$x_1 = 29,60$	$y_0 = 1,33$	0	0	0	0	0	0	58	58



Figs. 6 y 7.

La figura 8 constituye la representación gráfica del integral.

Los valores calculados de las distintas funciones empleadas se consignan en el cuadro I.

Dados los diagramas de $\frac{M_1}{J}$, $\frac{x}{x_1} \frac{M_3}{J}$, etc., se planimetra las superficies F_1 , F_2 , etc., lo que da los valores siguientes, expresados en pulgadas cuadradas:

$$\begin{array}{ll} F_1 = -3,658 & F_1' = -2,010 \\ F_2 = 2,621 & F_2' = 1,274 \\ F_3 = 2,128 & F_3' = 1,235 \end{array}$$

Estos valores, dispuestos con arreglo á las igualdades (3) y (4), determinan Q y M_3 :

$$Q = \frac{-2,128 \cdot 201 + 3,658 \cdot 1,235}{2,621 \cdot 1,235 - 2,128 \cdot 1,274} = 0,458 \text{ (ó 137 kg.)}$$

CUADRO II

SECCIÓN	$0,458 \frac{M_2}{J}$	$1,155 \frac{3000}{J}$	TOTAL
A	314	382	696
1	315	385	700
2	317	398	716
3	322	421	743
4	329	453	782
5	336	496	831
6	345	552	896
7	326	552	878
8	267	496	763
9	222	453	675
10	192	439	631
11	164	427	590
12	136	417	552
13	63	417	480
14	24	256	280
15	6	138	143
B	0	67	67

CUADRO III

Sección	F	e_1	e_2	P	$\frac{M}{J}$	M	$\frac{M}{r}$	$\sigma_1 = \frac{1}{F} \left(P + \frac{M}{r} \right) + \frac{M}{J} e_1$	$\sigma_2 = \frac{1}{F} \left(P + \frac{M}{r} \right) - \frac{M}{J} e_2$
A	16,43	1,54	1,26	1161'	280	2542	508	533	251
7	14,45	1,39	1,11	2040	-311	-1953	-391	-318	-459

$$\begin{aligned} 1. P &= \int_0^{\pi} p r_0 d\psi \sin \psi - Q = p_0 r_0 \int_0^{\pi} \sin \psi \cos \psi d\psi - Q = \frac{4}{\pi} P_1 \int_0^{\pi} \frac{\sin 2\psi d(2\psi)}{4} - Q = \frac{2}{\pi} P_1 - Q \\ &= \frac{2}{\pi} 2540 - 137 = 1161. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_3 &= \frac{-2,621 \cdot 201 + 3,658 \cdot 1,278}{2,128 \cdot 1,274 - 2,621 \cdot 1,235} \\ &= 1,155 \text{ (ó 3,465 kg./cm.)} \end{aligned}$$

Los valores de $Q \frac{M_2}{J}$, $M_3 \frac{3000}{J}$ y sus sumas algebraicas encuéntranse en el cuadro II.

Si se da la curva de $Q \frac{M_2}{J} + M_3 \frac{3000}{J}$, se ve que las secciones de rotura se encuentran en A y T.

Las tensiones de las fibras exterior é interior están comprendidas en el cuadro III.

Segundo ejemplo.—Efectuemos las mismas operaciones para la cabeza de biela, lado de la manivela, representada en las figuras 9 y 10.

El esfuerzo en el cuerpo de biela ascenderá, como antes, á 4.080 kilogramos.

La cuña reguladora está colocada en su posición media y se supone que distribuye igualmente la presión sobre el estribo.

Si la cuña no se encuentra en su posición media, las fuerzas exteriores no son simétricas con relación al eje del cuerpo de biela, y resulta que las variaciones angulares en el punto A no son ya nulas; sin embargo, cuando la cuña tiene el largo suficiente, la separación es lo bastante reducida para que se pueda hacer caso omiso de ella.

Según a, el momento de flexión es, para la parte A 2:

$$\begin{aligned} M_1 &= P_1 (y_1 - y) - \frac{2 P_1 \left(\frac{l}{2} - y \right)^2}{2 l} \\ &= P_1 \left[y_1 - y - \frac{\left(\frac{l}{2} - y \right)^2}{l} \right] \\ &= 2080 \left[y_1 - y - \left(\frac{3 - y}{6} \right)^2 \right]; \end{aligned}$$

CUADRO IV

SECCIÓN	J	x	y	M ₁	$\frac{M_1}{J}$	$\frac{x}{x_1} \frac{M_2}{J}$	M ₂	$\frac{M_2}{J}$	$\frac{x}{x_1} \frac{M_2}{J}$	$\frac{5000}{J}$	$\frac{x}{x_1} \frac{5000}{J}$
A	32,9	$x_0 = 8,40$	$y_0 = 0$	-449	-14	-4	9565	291	89	152	46
1	31,5	8,41	1,50	-316	-10	-3	9560	304	93	159	49
2	28,1	8,50	3,00	-2611	-93	-29	9515	339	105	178	55
3	22,8	8,62	4,74	-6161	-270	-85	9455	415	130	219	69
4	16,2	8,83	6,50	-9751	-602	-193	9350	577	185	309	99
5	11,7	12,30	6,50	-9751	-833	-372	7615	651	291	427	191
6	$\left\{ \begin{matrix} 16,2 \\ 11,2 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 14,30 \\ 14,30 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 6,50 \\ 6,32 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} -9751 \\ -9384 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} -602 \\ -838 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} -313 \\ -435 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 6615 \\ 6615 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 408 \\ 591 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 212 \\ 307 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 309 \\ 446 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 160 \\ 232 \end{matrix} \right\}$
7	11,2	20,30	6,32	-9384	-838	-618	3615	323	238	446	329
8	14,8	22,53	6,04	-8813	-596	-487	2500	169	138	338	276
9	21,3	24,55	5,07	-6834	-321	-286	1490	70	62	235	209
10	35,0	26,19	3,48	-3590	-103	-98	670	19	18	143	136
B	115,7	$x_1 = 20,53$	$y_1 = 1,72$	0	0	0	0	0	0	43	43

y para la parte 2, B:

$$M_1 = P_1 (y_1 - y) = 2040 (y_1 - y),$$

con $\frac{l}{2} = 3$ centímetros y $P = 2040$ kg.

Si se toma respectivamente, como unidades de Q y M_3 , 500 y 5000 kilogramos-centímetros, se tiene:

$$M_2 = 500 (x_1 - x).$$

La figura 11 constituye la representación gráfica del integral.

Los valores calculados de las distintas funciones empleadas se encuentran en el cuadro IV.

Planimetrando las superficies F_1 , F_2 , etc., se obtienen los valores siguientes, expresados en pulgadas cuadradas:

$$\begin{aligned} F_1 &= 3,200 & F_1' &= -1,901 \\ F_2 &= 2,237 & F_2' &= 1,072 \\ F_3 &= 1,971 & F_3' &= 1,155 \end{aligned}$$

Estos valores, dispuestos con arreglo á las igualdades (3) y (4), determinan Q y M_3 :

$$Q = \frac{-1971 \cdot 1901 + 3,2 \cdot 1,155}{1,971 \cdot 1072 - 2,237 \cdot 1,155} = -0,107$$

(ó -54 kg.).

$$M_3 = \frac{-1,901 \cdot 2,237 + 3,2 \cdot 1,072}{1,971 \cdot 1072 - 2,237 \cdot 1,155} = 1,744$$

(ó 8720 kg./cm.).

Los valores de $Q \frac{M_2}{J}$, $M_3 \frac{5000}{J}$ y sus sumas algebraicas están comprendidos en el cuadro siguiente:

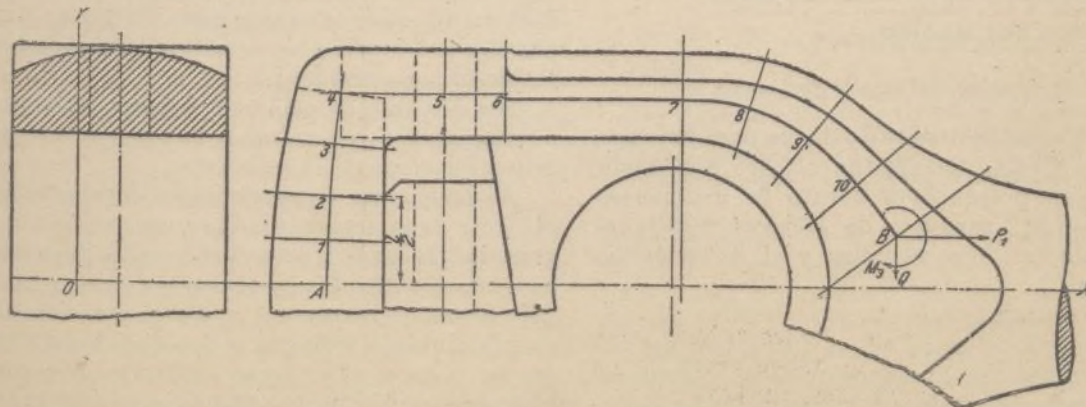
CUADRO V

SECCIÓN	$-0,107 \frac{M_2}{J}$	$1,744 \frac{5000}{J}$	TOTAL
A	-31	265	234
1	-33	277	244
2	-36	310	274
3	-44	382	238
4	-62	538	476
5	-70	745	676
6	$\left\{ \begin{matrix} -44 \\ -63 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 538 \\ 779 \end{matrix} \right\}$	$\left\{ \begin{matrix} 494 \\ 715 \end{matrix} \right\}$
7	-35	779	744
8	-18	589	571
9	-7	409	402
10	-2	249	247
B	0	75	75

Si se dibuja la curva de $Q \frac{M_2}{J} + M_3 \frac{5000}{d}$, se ve que las secciones de rotura se encuentran en A', 5 y 10.

Las tensiones exterior é interior de estas secciones se encuentran en el cuadro XI, el cual se ha calculado prescindiendo del término $\frac{M}{r}$.

La distribución de las tensiones en la parte curva del estribo es sólo aproximada.



Figs. 9 y 10.

CUADRO VI

Sección	F	e_1	e_2	P	$\frac{M}{J}$	$\frac{P}{F} + \frac{M}{J} e_1$	$\frac{P}{F} - \frac{M}{J} e_2$
A	27,36	1,90	1,90	54	248	473	— 469
5	15,60	1,50	1,50	2040	— 157	— 105	366
10	27,50	2,28	1,92	1379	144	378	— 226

Las tensiones encontradas, y por consiguiente la fatiga resultante de ellas, no son exactas sino para las secciones en que el radio de curva de la fibra central es muy crecido con relación á sus dimensiones. Conviene, por tanto, escoger una fatiga admisible, K, más pequeña que la admitida ordinariamente; así, por ejemplo, para el hierro, en el caso de variar la carga entre cero y su mayor valor admisible, en vez de considerar, como generalmente, $K = 700$ kilogramos por centímetro cuadrado, no se admitirá sino 85 por 100 de este valor, ó sea 600 kilogramos.

Para determinar la superficie, el centro de gravedad y el momento de inercia de una sección como la que representa la fig. 11, se ha considerado, en los ejemplos, el eje B A B, como una parábola con el vértice en A, lo que simplifica mucho los cálculos y conduce á las fórmulas siguientes:

$$F = bh + \frac{2}{3}bh' = b(h + \frac{2}{3}h'),$$

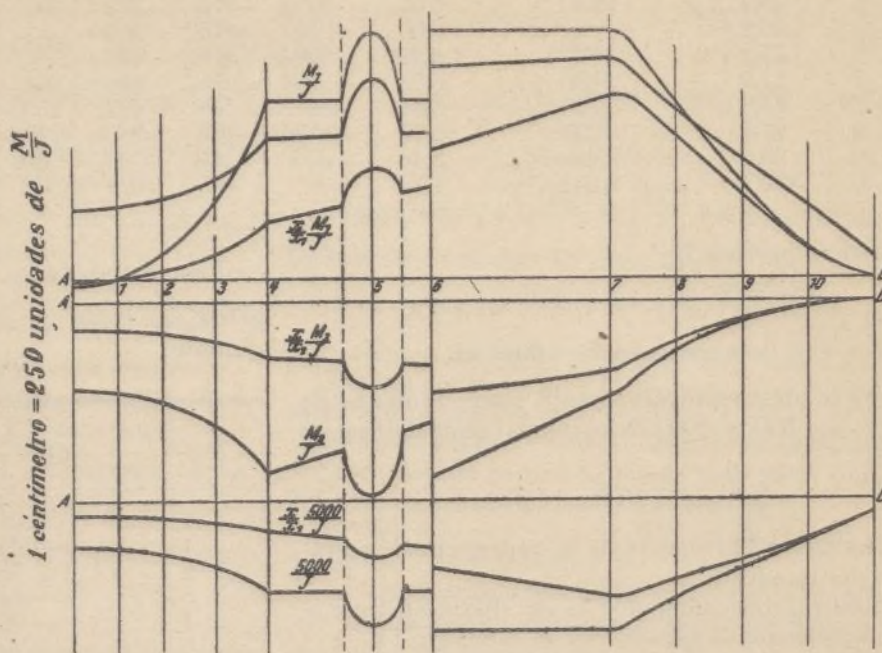


Fig. 11.

$$\xi = \frac{bh^2}{2} - \frac{\frac{2}{3}bh' \times \frac{2}{3}h'}{bh + \frac{2}{3}bh'} = \frac{15h^2 - 8h'^2}{30h + 20h'}$$

$$y: J = \frac{bh^3}{3} + \frac{16}{105}bh'^3 - (bh + \frac{2}{3}bh')\xi^2$$

$$= b \left[\frac{h^3}{3} + \frac{16}{105}h'^3 - (h + \frac{2}{3}h')\xi^2 \right]$$

Química

De la oxidación del aceite de linaza y la fabricación de la lixolina en la preparación del linóleo

Oxidación del aceite de linaza

La oxidación del aceite de linaza para la preparación del linóleo se efectúa al aire por medio del calor y en presencia de borato de manganeso.

El aceite de linaza que da mejores resultados en esta fabricación es el belga y el de las orillas del Báltico.

A su llegada á la fábrica, estos aceites se vierten en grandes cisternas, en las que deben permanecer en reposo por lo menos un mes, durante el cual las impurezas que son susceptibles de contener se separan.

Se utilizará preferentemente aceites viejos.

El modo de efectuar la oxidación es el siguiente:

Se introduce 1.500 kilogramos de aceite en una artesa de doble pared y con el fondo dispuesto en forma de embudo y en comunicación con una bomba rotativa, que permite la extracción por abajo.

Sobre esta artesa, y á la altura de 9 metros, hay otra de dimensiones semejantes, pero con el fondo plano y con muchos agujeritos distribuidos como los de una espumadera.

Las dos artesas están en comunicación gracias á un conducto que corona la bomba rotativa y permite el vaciado de la inferior.

Al ser puesta en movimiento, la bomba aspira el aceite de la artesa inferior y lo transporta á la superior. Llegado á ésta, dicho aceite pasa por los agujeros practicados en el fondo y vuelve á caer, bajo forma de lluvia, en la artesa inferior. De tal suerte dividido, este aceite presenta gran superficie de contacto al aire y se oxida rápidamente.

Para facilitar la reacción se incorpora al aceite, en la artesa inferior, 2.250 kilogramos de borato de

manganeso puro del comercio y, haciendo llegar vapor a la doble pared, se eleva la temperatura hacia 100°. Pónese entonces la bomba rotativa en movimiento, y la reacción principia. La operación dura, por término medio, 36 horas.

Al final de la reacción, el aceite se pone incoloro, extremadamente claro y con un reflejo verdoso visto por incidencia; se espesa, despréndese fácilmente y forma un largo hilo apretado entre los dedos; presenta además un olor característico de acroleína, que desaparece en poco tiempo, y extendido en capa fina se seca al aire en menos de 48 horas.

Condúzcasele entonces a un gran depósito dispuesto junto al techo de la fábrica. Debajo de este depósito hay una pequeña artesa medida de antemano, y una válvula pone en comunicación ambos recipientes. Este sistema permite introducir, por simple diferencia de nivel, el aceite oxidado, en cantidad exactamente conocida directamente en los aparatos destinados a la obtención de la linolina, sin necesidad de pesarlo ni someterlo a ninguna otra manipulación.

Fabricación de la linolina

La linolina ó torta de aceite de linaza oxidada se obtiene mediante mezcla íntima del aceite oxidado con creta en polvo.

Esta operación es muy delicada, por lo que conviene efectuarla con cuidado sumo y sin apartarse lo más mínimo de las instrucciones que damos a continuación.

Principiaremos por describir el aparato generalmente utilizado para realizarla.

Constitúyese un cilindro autoclave de doble pared y que atraviesa interiormente de parte a parte un eje provisto de aletas, que hace las veces de amasador.

Introdúcese en este cilindro 74 kilogramos de creta en polvo fino, absolutamente seca y que no deje un residuo superior a 1,4 por 100 en el tamiz de 10.000 mallas. Acto seguido se deja caer de la artesa medida de que antes habíamos 750 kilogramos de aceite oxidado, y se pone en movimiento el amasador. La masa es sometida a una agitación enérgica, y principia la incorporación de la creta al aceite. Introdúcese entonces el vapor en la doble pared y se calienta con suavidad y progresivamente hasta 62° C. Este caldeo es esencial y tiene gran importancia. La temperatura de 62° C. debe obtenerse sin sacudidas y en el término de seis horas. El aparato debe funcionar 20 segundos.

La operación ha terminado entonces. La incorporación es perfecta y la mezcla se presenta bajo forma de una espesa crema al salir del aparato.

La homogeneidad debe ser absoluta. En frío, la mezcla es una masa esponjosa, amarillenta, quebradiza y bastante resistente a la presión del dedo; despidiendo por otra parte un olor característico de anilina que excita las glándulas lacrimales.

Déjase caer la linolina caliente en pequeñas artesas rectangulares de palastro, blanqueadas interiormente con una solución que tenga en suspensión 7,5 kilogramos de creta en polvo por cada

50 de agua. Esta untura impide la adherencia de la linolina a las paredes de las artesas y permite extraerla con facilidad. Déjase enfriar, y a continuación introdúcese las artesas en el secadero.

Constituye éste un largo recinto de mampostería de dos y medio metros de longitud y provisto de estantes, en los que se coloca las artesas ocupadas por la linolina. Para facilitar la carga y la descarga, estos estantes están montados sobre rieles. Superpónese las artesas sobre los estantes. Colócase 10, y destínase el espacio restante a la circulación del aire caliente. Las artesas miden 60 centímetros de longitud por 40 de ancho y 12 de altura.

El caldeo se efectúa por medio de radiadores por los que circula vapor. Estos radiadores se colocan ligeramente reforzados al nivel del suelo. En el secadero debe reinar una temperatura constante de 50° C. El secado es completo al cabo de 48 horas, y después de él se extrae de las artesas la linolina, que se puede emplear en seguida en la preparación del cemento linológico.

Radiografía

Experimentos sobre el funcionamiento de las antenas del telégrafo sin hilos

II

Al material descrito en nuestro anterior artículo hay que añadir los aparatos necesarios para la transmisión de avisos desde la estación receptora.

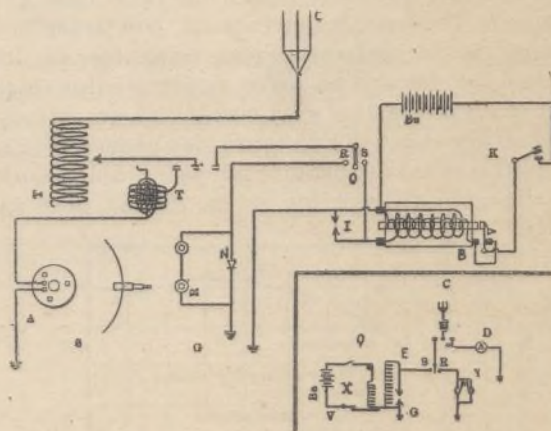


Fig. 6 — Circuitos de la estación receptora.

C, Conductor. — T, Carrete regulador. — Ba, Batería. — O, Conmutador. — K, Conmutador de transmisión. — I, Interruptor. — B, Carrete de interrupción. — N, Indicador de silicio. — V, Vibrador. — A, Amperímetro. — Y, Teléfono receptor. — G, Suelo. — S, Escala graduada con anteojo. — Q, Primario. — E, Secundario. — X, Conmutador. — G, Interruptor. — M, Indicador. — R, Teléfono receptor. — D, Diagrama de conexión sencilla.

ra a la estación emisora. Esta instalación auxiliar de la primera comprendía una batería de ocho pilas secas, un pequeño carrete, un interruptor de cinc fijo y un conmutador de transmisión (fig. 6).

Dada la influencia que pueden ejercer sobre el funcionamiento del telégrafo sin hilos las condiciones atmosféricas, se anotaron diariamente, du-

rante el curso de los experimentos, el estado y las variaciones del tiempo, y se corrigieron los resultados finales con arreglo á estas observaciones meteorológicas.

Método de experimentación

Los dos primeros experimentos se realizaron mediante la emisión de energía en forma de ondas eléctricas de amperaje y longitud constantes, procurando que dicha emisión fuese continuada sin interrupción é invariablemente durante cinco minutos. El conductor aéreo de la estación receptora fué dispuesto para la corriente máxima que pudiera recibirse en las varias circunstancias en que habían de practicarse los experimentos, esto es, al ser modificada la longitud de los hilos de la antena ó la inclinación de los mismos. Para conocer la corriente en un momento determinado, se tomaba sencillamente la raíz cuadrada de la correspondiente curva del amperímetro (fig. 7).

Los dos experimentos siguientes, ó sea el tercero y cuarto, hicieron en condiciones muy parecidas á las de los primeros; sin embargo, éstos se realizaron con amperaje y longitud de ondas constantes, mientras que, en el tercero y cuarto, las pruebas se repitieron haciendo variar la amplitud de las ondas.

Los operadores se proponían, mediante esta segunda serie de pruebas, establecer una base que permitiera verificar la corrección, con arreglo á las condiciones meteorológicas reinantes, de los resultados obtenidos en otros experimentos realizados en distintos días y en circunstancias atmosféricas diferentes. Por lo tanto, las observaciones se tomaron siendo constante el valor del ángulo de inclinación de los hilos de la antena, pero va-

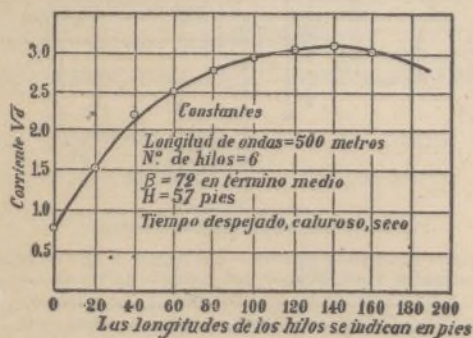


Fig. 8.—Curva de corrección de la influencia de las variaciones atmosféricas.

riable la longitud de los mismos. De este modo pudo dibujarse la curva figura 8, de la cual se dedujo una constante para la corrección de ulteriores resultados, por cada longitud de hilos.

Resultados de los experimentos.—Para mayor claridad, en la exposición de los resultados obtenidos

se hará ver la influencia ejercida separadamente por cada uno de los cinco factores de variación á que antes aludimos, deduciendo, al terminar, las reglas prácticas que pueden sacarse del conjunto de dichos resultados para la construcción y manejo de las estaciones de telegrafía sin hilos.

El ángulo de inclinación de los hilos de la antena ejerce una influencia muy importante sobre la eficacia de recepción de un conductor aéreo del tipo llamado de «sombrija».

Los resultados de los dos primeros experimentos están representados gráficamente por las curvas de la figura 9, del examen de las cuales se deducen claramente los tres siguientes hechos: a) Que la corriente recibida crece á medida que se ensancha el ángulo de inclinación de los hilos de antena; b) Que el coeficiente de este incremento se eleva á medida que aumenta la longitud de los hilos de la antena; c) Que con un valor constante de la longitud de los hilos, el coeficiente de dicho incremento decrece cuando aumenta el ángulo de inclinación de aquéllos.

De estas curvas puede deducirse que el máximo de corriente recibida, con determinada longitud de hilos, se obtendrá dando al ángulo de inclinación de éstos un valor de 90° aproximadamente; sin embargo, como que en los experimentos referidos el valor máximo del ángulo β sólo alcanzó 75°, la situación del punto que correspondiera á la corriente máxima no puede indicarse, en este gráfico, sino en hipótesis.

La longitud de los hilos de la antena es igual-

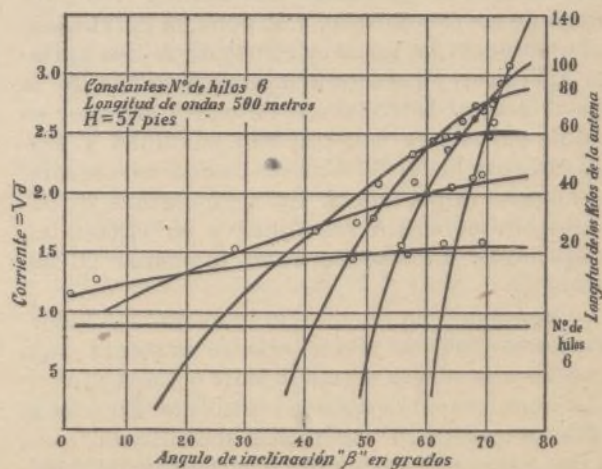


Fig. 9.—Variaciones de la corriente en relación con las variaciones del ángulo «β».

mente un factor importantísimo. Mediante las curvas de la figura 9, pudo establecerse otro gráfico con arreglo á la relación $\frac{L}{H}$, cuyo segundo

gráfico tiene la ventaja de ser de aplicación más general que el primero, por haberse eliminado los valores absolutos de L y de H . Dos datos se desprenden con evidencia del examen de estas curvas: 1.º para un valor dado del ángulo de inclinación, existe un valor de

la proporción $\frac{L}{H}$, al cual

corresponde el máximo de corriente recibida, quedando constantes las demás circunstancias; 2.º cuando crece el valor de β crece el valor de $\frac{L}{H}$ para el máximo de corriente, así como crece también dicho máximo.

Del examen de estas curvas podría también deducirse que para un valor de β aproximadamente igual á 90° , todo aumento de valor de $\frac{L}{H}$

correspondería á un aumento de la corriente recibida. Sin embargo, ya que no se practicaron experimentos tomando β mayor de 75° , no tiene aquella deducción todo el valor de un hecho comprobado.

La longitud de ondas de las señales tiene una notable influencia sobre la eficacia receptora del tipo de antena á que nos referimos. Por una sencilla inspección de la figura 11, puede verse que un aumento de la amplitud de las ondas tiene por consecuencia una disminución de la corriente recibida, y vice-versa, siendo invariables las demás circunstancias. La curva de esta variación sería, al parecer, hiperbólica, lo que indica que la corriente recibida se elevaría al infinito si la longitud de las ondas fuese infinitamente pequeña. Sin embargo, sobre este punto la investigación no se llevó bastante lejos para que permitiera determinar la forma matemática de la ecuación de dicha curva.

La influencia del número de hilos de la antena sobre la eficacia del receptor es marcada, como lo demuestra el gráfico fig. 12. Del examen de esta curva se desprende, á primera vista, que el aumento de gastos que representa la construcción y la conservación de una antena compuesta de más de seis hilos no está justificado por el ligero aumento que podría obtenerse en la eficacia receptora empleando un mayor número de conductores.

Finalmente, los experimentos referentes á la calidad de las señales han consistido en una comparación de las oscilaciones producidas por un interruptor rotativo y por un interruptor fijo con las que, en otros experimentos, eran emitidas por un arco de Poulsen. Los resultados de esta comparación son los siguientes:

	Interruptores (chispas)	Arco de Poulsen
Longitud de ondas (metros).	500	800
Corriente, \sqrt{d} .. .	1,29	1,35

Es de notar que el funcionamiento del arco de

Poulsen había sido poco satisfactorio en los experimentos cuyos resultados sirvieron de término de comparación, á pesar de lo cual, y de la condición desfavorable que constituye la mayor longitud de ondas, se obtuvo con dicho arco mayor eficacia. Tal resultado parece indicar que, en igualdad de condiciones, el arco constituiría un medio de emisión mucho más potente que la descarga en forma de chispas.

Resumen

Como se ha dicho anteriormente, seis hilos bastan, en todos los casos, y, con aumentar el número de los mismos, no se lograría sino un ligero aumento de eficacia, insuficiente para compensar el aumento de gastos necesario para realizarlo.

Está perfectamente demostrado que una antena de gran eficacia receptora está igualmente dotada de gran poder emisor, pero la recíproca no es cierta: por ello, en los experimentos referidos, sólo se consideró la eficacia receptora. Generalmente, el valor de β , ó sea el ángulo de inclinación de los hilos de la antena, no puede, prácticamente, ser superior á 75° , á no ser que se coloquen postes para soportar dichos hilos por sus extremidades exteriores.

De la curva formada por los puntos de la figura 10, puede deducirse que si el valor del ángulo β es conocido, ó supuesto,

el valor de $\frac{L}{H}$ correspondiente al máximo de corriente recibida puede obtenerse por interpolación. Atribuyendo, por ejemplo, á β un valor de 65° , la curva demuestra que el mejor resultado se obtendría con hilos cuya longitud fuese aproximadamente igual á 1,5 veces la altura sobre el nivel del suelo de su extremidad interior. Si se han de em-

plear postes para sostener las extremidades de los hilos, el mejor resultado se obtendría, según parece, elevando el valor del ángulo β hasta 90° aproximadamente; y, en este caso, á medida que se fuese aumentando la longitud de los hilos, dentro de razonables límites, se obtendría mayor intensidad de corriente en la recepción.

Sin embargo, no debe olvidarse que al aumento de la longitud de los hilos corresponde un aumen-

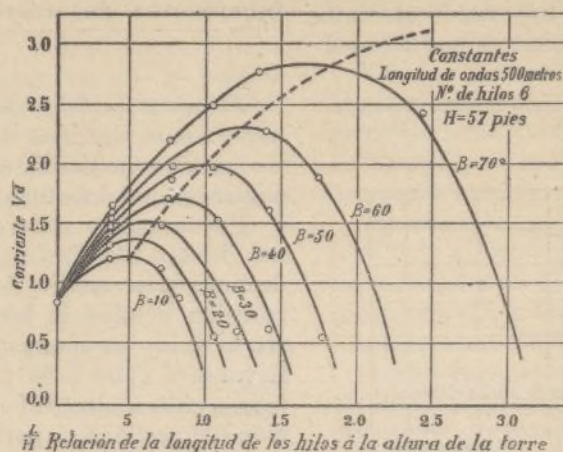


Fig. 10.—Variaciones de la corriente en relación con la longitud de los hilos.

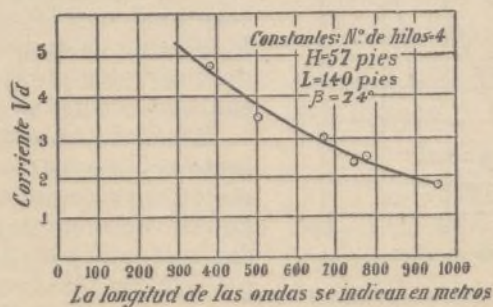


Fig. 11.—Variaciones de la corriente en relación con la longitud de las ondas.

to de la amplitud de las ondas, de modo que, pasando aquélla de cierto límite, sería de temer una disminución de la corriente recibida.

El que se proponga instalar una antena en buenas condiciones debe haber adquirido previamente un exacto conocimiento de la longitud de las ondas que deberán recibirse. Poseyendo ese dato previo, podrá obtenerse un excelente resultado por medio de las adjuntas curvas.

El gráfico figura 13 ha sido trazado supo-

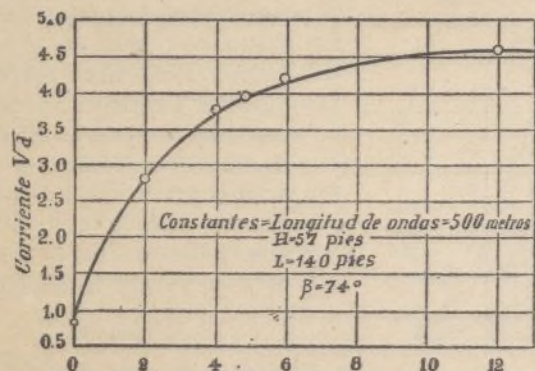


Fig. 12.—Variación de la corriente en relación con el número de hilos.

niendo que el valor máximo de β sea 75° y tomando la corriente, en relación con este valor, á ciento por ciento. Por medio de estas curvas, establecidas para varias longitudes de los hilos de la antena, puede determinarse inmediatamente la proporción, por ciento, del aumento obtenido en la corriente recibida por un determinado aumento de β por cada longitud de hilos.

Un punto de suma importancia, que no pudo estudiarse en esta serie de experimentos, es la in-

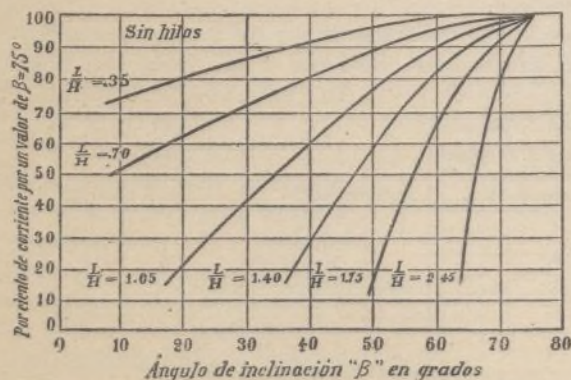


Fig. 13.—Variación de la proporción por ciento de corriente en relación con el ángulo de inclinación.

fluencia que han de ejercer las variaciones de la altura H . Este aspecto del problema, así como los efectos de las variaciones de β de 0° á 90° y de 90° á 180° , y los de las modificaciones de la amplitud de las ondas, podrían constituir el objeto de nuevas investigaciones que, sin duda, proporcionarían algún dato de interés para la práctica de la telegrafía sin hilos.

SANTIAGO ANDREU.

Electrotermia

Los hornos eléctricos en la fabricación del acero

II

Eliminación del fósforo y del azufre.—El tratamiento para eliminar el carbono, descrito en nuestro anterior artículo, es igualmente aplicable á la eliminación del fósforo y del azufre.

Por lo que se refiere al fósforo, su separación del hierro se realiza por oxidación, fijándole después por medio de cal, sin que esta doble reacción origine la formación de óxido de hierro ni óxido de manganeso. La operación puede llevarse á cabo á la temperatura de fusión del hierro en lingotes, inferior á 1.350°C ., sin oxidación del carbono, ó, por el contrario, si el carbono ha sido previamente eliminado, á una temperatura superior á 1.500°C ., pudiéndose llegar á 1.900°C . La misma capa de cal que se emplea para fijar el fósforo puede retener el azufre.

El procedimiento á que nos referimos ha permitido realizar en una sola operación, suficientemente prolongada, la completa transformación de un hierro de inferior clase en acero de excelente calidad. En la primera fase del tratamiento se realiza la oxidación del carbono, luego la del fósforo, que se logra continuando la proyección de gases en el baño de metal fundido, cuya superficie ha sido previamente cubierta de una capa de cal. En el curso de los experimentos á que nos referimos pudo efectuarse la transformación del hierro en acero en menos de 30 minutos, hallándose, al final de la operación, el fósforo y el azufre combinados, prácticamente en su totalidad, con la cal de la capa superficial, en estado de fosfato y de sulfuro de cal respectivamente. La rapidez con que se realiza esta transformación indica que la posibilidad de aplicar el procedimiento en hornos de gran capacidad, de 10 ó más toneladas, sólo depende de la solución de un problema de mecánica; el de poder proyectar en la masa de metal un volumen suficiente de gas en un tiempo limitado.

Resultados económicos del procedimiento.—Interesante es la comparación del procedimiento eléctrico con el procedimiento Bessemer, desde el punto de vista económico, poniendo de relieve las pérdidas que uno y otro originan. La disminución de peso observada durante la operación, realizada en un convertidor Bessemer, llega muchas veces al 18 por ciento de la carga total, representando una pérdida de 12 á 13 por ciento de hierro metálico. Para formarse una idea del valor del metal inutilizado por la oxidación, basta considerar una pequeña fábrica que, para la elaboración diaria de 32 toneladas de acero, emplee 39 toneladas de hierro dulce. Admitiendo que el hierro oxidado constituya las cinco séptimas partes de las siete toneladas que al final del tratamiento no son aprovechadas en estado de acero, la pérdida total de hierro, por año de 300 días, resultará ser de 1.500 tonela-

das. Teniendo en cuenta que estas 1.500 toneladas de hierro, si hubiesen sido preservadas de la oxidación, se habrían transformado en otras tantas toneladas de acero, de un valor aproximado de 200 pesetas cada una, se ve que la pérdida diaria de 5 toneladas de metal representa una suma anual de 300.000 pesetas.

Además, no es la oxidación del hierro el único factor, económicamente hablando, de la pérdida que ocasiona el procedimiento Bessemer. Prácticamente la tercera parte del ferro-manganeso agregado al hierro se pierde por oxidación durante el tratamiento. Admitiendo que se requiera la proporción de 0,60 por ciento de manganeso en la mezcla, el coste del ferro-manganeso necesario por tonelada de acero puede evaluarse en pesetas 2,25, lo que representa una pérdida anual de:

$$2,25 \times 32 \times 300 = 21.600 \text{ pesetas.}$$

Siendo posible, como se dijo, la eliminación del carbono sin oxidación del manganeso, nada se opone á que se emplee, como primera materia, hierro dulce que contenga manganeso en proporción que corresponda á la composición que debe finalmente presentar el acero que se trata de obtener, con la consiguiente supresión de las adiciones ulteriores de ferro-manganeso.

El valor del manganeso, en el supuesto de que exista en el hierro en la proporción de 0,60 por ciento, y que en el procedimiento antiguo sería desperdiciado, es más que suficiente para compensar el aumento de gastos que lleva consigo el empleo del convertidor eléctrico.

El horno más á propósito es el horno de inducción con hogar central, que da la mayor cantidad de calor en el punto donde más se necesita; es también más económico que el horno de arco, en el cual el consumo de electrodos representa un gasto considerable. La entrada de los gases se hace por la parte posterior del horno; la mezcla gaseosa, conteniendo aproximadamente 8 por 100 de óxido de carbono y 15 por 100 de anhídrido carbónico, es proyectada en el baño de metal, mantenido á la temperatura de 1.450° C. La operación se continúa, por lo que respecta á la eliminación del carbono, hasta que la cantidad de dicho cuerpo se halle reducida aproximadamente á la que debe entrar en el acero como parte constitutiva del mismo.

Si el hierro que se utiliza como primera materia es rico en azufre y fósforo, se completa la carga del convertidor con cierta cantidad de cal, destinada á separar y fijar aquellos cuerpos. El tratamiento puede, en este caso, considerarse como dividido en dos fases; durante la primera se oxida el carbono hasta que quede reducido á algunas décimas por ciento del peso total del metal; la segunda fase de la operación tiene por objeto realizar la combinación del azufre y del fósforo con la cal, resultado que se obtiene sin oxidación del hierro.

El procedimiento descrito tiene sobre el procedimiento Bessemer varias ventajas. En primer término, reduce al minimum la pérdida de hierro debida á la oxidación; en segundo lugar, permite efectuar la reducción del carbono y la del azufre

por un solo tratamiento, mientras que, en el procedimiento básico, la capa de cal queda inhabilitada para la fijación del azufre á causa del óxido de hierro que retiene.

Por ser continuo el tratamiento, evitase la necesidad de recoger la capa básica superficial al final de la primera fase de la operación para sustituirla por otra.

Quedan muy reducidas, ó totalmente suprimidas, las adiciones sucesivas, inevitables en otros procedimientos, salvando, por tanto, las pérdidas de tiempo y de material que lleven aparejadas estas operaciones.

Puede realizarse la elaboración de un acero de excelente calidad utilizando como primera materia minerales de hierro ricos en azufre, ventaja de consideración dada la gran abundancia de minerales de esta índole.

La operación se lleva á cabo enteramente en un solo recipiente, evitándose, por tanto, el tratamiento del metal y las consiguientes pérdidas de tiempo, de calor y de material.

En cuanto á la rápida eliminación del fósforo, ofrece el procedimiento descrito las mismas ventajas del tratamiento básico, sin tener sus inconvenientes, con respecto á la oxidación del hierro particularmente.

Por último, como que la proyección de gases en el metal fundido no puede ejercer influencia perjudicial alguna, aun cuando fuese exagerada, la aplicación del tratamiento eléctrico no requiere, por parte de los operarios, el tino y la práctica que otros procedimientos.

Por lo que se refiere al gasto de fluido eléctrico, puede evaluarse el consumo, en una instalación de alguna importancia, en 30 KWH por tonelada de acero.

EMILIO CONTRERAS.

Electricidad

Determinación experimental de la inducción en los conductores rectilíneos.

I

La autoinducción en los conductores rectilíneos es un factor importante cuya influencia hay que tener en cuenta en numerosas aplicaciones de la electricidad.

Hasta ahora, aparte de algunos experimentos realizados con bobinas, este elemento se conocía únicamente por el cálculo, mediante la fórmula de Neumann ó análogas, fundadas todas ellas en la teoría matemática.

Las investigaciones que en el transcurso de este artículo describiremos han tenido por objeto comprobar experimentalmente aquellas fórmulas y señalar los límites dentro de los cuales son aplicables; los estudios referidos condujeron además á formular una nueva expresión de la inducción en dos inductores paralelos. También ha sido objeto

de estudio la influencia ejercida por los cuerpos de hierro colocados cerca del conductor y, finalmente, la influencia que pueda tener, en una máquina de inducción, el tipo escopleadura del núcleo.

FÓRMULAS TEÓRICAS

Hertz, en su tratado «Las ondas eléctricas», hace referencia á la siguiente fórmula, enunciada por Helmholtz, para el cálculo de la inducción en un conductor rectilíneo de longitud l y diámetro d :

$$L = 2l \left\{ \log \varepsilon \left(\frac{4l}{d} \right) - 0.75 + 0.5(1 - K) \right\},$$

en la cual K es una constante indeterminada.

Así, tomando $K = 1$, obtenemos la expresión de Neumann, y dando á esta constante el valor de $K = 0$, ó de -1 , tendríamos las ecuaciones correspondientes á las teorías de Maxwell y de Weber respectivamente.

Pero no vemos claramente cómo cualquiera de estas fórmulas puede representar, para un conductor rectilíneo, una cantidad equivalente á la que llamaríamos inducción, tratándose de un circuito cerrado, pues, como luego se verá, ninguna de ellas comprende la totalidad de la inducción magnética por unidad corriente. Para aclarar este punto, tratóse de medir, por el procedimiento que á continuación se describe, la inducción desarrollada en un trozo limitado de un circuito conductor.

El conductor utilizado en este experimento consistía en un tubo de cobre (fig. 1), operándose la entrada de corriente en el mismo por la extremidad A y la salida por la extremidad B. Por esta corriente lineal se originaba, en tales condiciones,

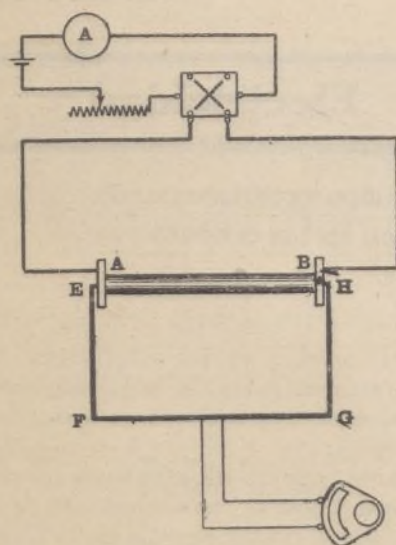


Fig. 1.

un campo de fuerza concéntrico con el eje del conductor tubular. Ahora bien; procurando que este tubo envuelva uno de los lados de una bobina rectangular EFGH (fig. 1) con las extremidades en comunicación con un aparato de medición, se podrá, invirtiendo súbitamente la corriente que pasa por el tubo, medir el flujo magnético que

transcurre por el área de la bobina. El flujo medido por este procedimiento no equivale, naturalmente, á la totalidad del campo engendrado por la corriente lineal, pues este último se extiende en todas direcciones hasta el infinito; este método permite, sin embargo, investigar dicho campo dentro de los límites prácticos y comparar los re-

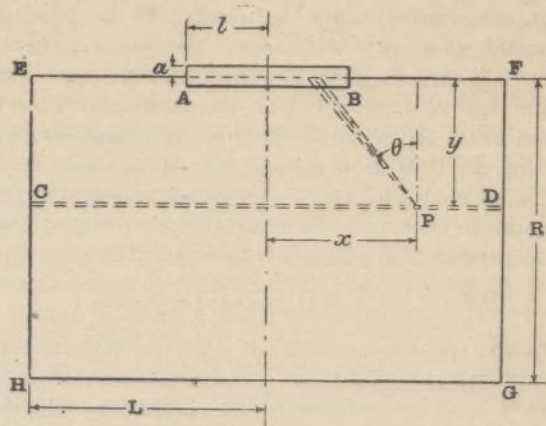


Fig. 2.

sultados así obtenidos con los que se deducen de la teoría, para llegar á una expresión exacta. En todos los casos, los resultados á que han conducido los experimentos que se relatan quedan expresados en líneas CGS por centímetro de conductor y por amperios, dejando pendiente la adopción de una expresión adecuada para la inducción en un conductor rectilíneo.

Consideremos, en primer lugar, el caso general á que se refiere la figura 2, en la cual está representado el conductor tubular AB, con una longitud de $2l$ y un radio de a , y supongamos que este tubo sea atravesado por uno de los lados EF del carrete EFGH, de longitud $2L$, paralelo éste al eje del tubo conductor; en cuanto al ancho de la bobina, designémosle por R .

El número de líneas de fuerza que atraviesa un elemento de áreas $d \times dy$ en el punto P, cuando por el tubo se desliza una corriente C , que suponemos equivalente á la misma corriente concentrada en el eje del conductor, será:

$$B \rho dx dy = \sum_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{C \rho d \theta}{\rho^2} dx dy,$$

en la cual $\rho = \frac{y}{\cos \theta}$, y los valores límites de θ :

$$\theta_1 = \sin^{-1} \frac{x-l}{\sqrt{(x-l)^2 + y^2}}$$

$$\text{y: } \theta_2 = \sin^{-1} \frac{x+l}{\sqrt{(x+l)^2 + y^2}}$$

Sustituyendo estos valores é integrando, tendremos:

$$B \rho dx dy = \frac{C}{y} \left\{ \frac{x+l}{\sqrt{(x+l)^2 + y^2}} - \frac{x-l}{\sqrt{(x-l)^2 + y^2}} \right\} dx dy \quad (1)$$

Por consiguiente, el número de líneas de fuerza que recorren una faja CD (fig. 2) de ancho dy , y situada á una distancia y del eje del conductor, es:

$$dN = 2 \frac{C}{y} \int_0^x \left\{ \frac{x+l}{\sqrt{(x+l)^2 + y^2}} - \frac{x-l}{\sqrt{(x-l)^2 + y^2}} \right\} dx dy$$

$$= 2 \frac{C}{y} \{ \sqrt{(L+l)^2 + y^2} - \sqrt{(L-l)^2 + y^2} \} dy \quad (2)$$

Sumando todas las líneas de fuerza contenidas en cuantas fajas iguales se obtengan haciendo variar el valor de y entre a y R , tendremos el número total de líneas de fuerza comprendidas en el área de la bobina.

Este campo «externo» podrá, pues, expresarse por la siguiente fórmula:

$$N_1 = 2C \int_a^R \frac{1}{y} \{ \sqrt{(L+l)^2 + y^2} - \sqrt{(L-l)^2 + y^2} \} dy$$

$$= 2C \left[\sqrt{(L+l)^2 + R^2} - \sqrt{(L+l)^2 + a^2} - \sqrt{(L-l)^2 + R^2} + \sqrt{(L-l)^2 + a^2} + (L+l) \log \frac{R}{a} \cdot \frac{(L+l) + \sqrt{(L+l)^2 + a^2}}{(L+l) + \sqrt{(L+l)^2 + R^2}} \right.$$

$$\left. - (L-l) \log \frac{R}{a} \cdot \frac{(L-l) + \sqrt{(L-l)^2 + a^2}}{(L-l) + \sqrt{(L-l)^2 + R^2}} \right] \quad (3)$$

Ahora bien; cuando el ancho de la bobina es igual a la longitud del conductor, es decir, que cuando $L=l$, la expresión anterior se reduce a esta otra:

$$N_1 = 2C \left[\sqrt{(2l)^2 + R^2} - \sqrt{(2l)^2 + a^2} - R + a + 2l \log \frac{R}{a} \right.$$

$$\left. \frac{2l + \sqrt{(2l)^2 + a^2}}{2l + \sqrt{(2l)^2 + R^2}} \right],$$

Y, además, si el radio a del conductor tubular fuera relativamente muy pequeño, la anterior ecuación se transformaría en la siguiente:

$$N_1 = 2C \left\{ 2l \log \frac{R}{a} \frac{4l}{2l + \sqrt{(2l)^2 + R^2}} - 2l - R + a + \sqrt{(2l)^2 + R^2} \right\} \quad (4)$$

Suponiendo ahora que la longitud de la bobina se aumente hasta el infinito en el sentido R , quedando constante la otra dimensión L , igual a la longitud del conductor, tendremos, en el supuesto de que a sea muy pequeño:

$$N_1 = 2C \left\{ 2l \log \frac{4l}{a} - 2l \right\} \quad (5)$$

expresión que corresponde a la que Neumann ha dado para un tubo de espesor infinitesimal, de largo $2l$, y que es una de las que generalmente se usan para calcular la capacidad de inducción de un conductor rectilíneo.

Sin embargo, el campo engendrado por el conductor se extiende, fuera de sus extremidades, en las regiones contiguas a ellas. Por ello ha sido necesario emplear una bobina de ancho superior al largo del conductor, para que pueda envolver el campo magnético (EH - fig. 2). En este caso, tendremos, para un tubo de espesor infinitesimal y de pequeño radio, la siguiente expresión, deducida de la fórmula (3):

$$N_1 = 2C \left\{ \sqrt{(L+l)^2 + R^2} - \sqrt{(L-l)^2 + R^2} - 2l + (L+l) \log \frac{R}{a} \right.$$

$$\left. \frac{2(L+l)}{(L+l) + \sqrt{(L+l)^2 + R^2}} - (L-l) \log \frac{R}{a} \frac{2(L-l)}{(L-l) + \sqrt{(L-l)^2 + R^2}} \right\} \quad (6)$$

Estas dos últimas fórmulas (5) y (6) se refieren al campo «externo», es decir, que no tienen en cuenta el espesor radial del material de que el tubo está construido. Por consiguiente, designando por a el radio externo del tubo conductor, y por a_1 su radio interno, el campo creado en el material de dicho conductor podrá apreciarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: el campo magnético, en una faja determinada, a una distancia y del eje del conductor, será el que corresponda, no a la totalidad de la corriente, sino a una fracción de ésta expresada por la fórmula: $\frac{y^2 - a_1^2}{a^2 - a_1^2} C$; por consiguiente, la expresión del campo interno será la siguiente:

$$N_2 = \frac{2C}{a^2 - a_1^2} \int_{a_1}^a \frac{y^2 - a_1^2}{y} \{ \sqrt{(L+l)^2 + y^2} - \sqrt{(L-l)^2 + y^2} \} dy.$$

Integrando, dando a la cantidad a un valor muy pequeño y simplificando, tenemos la siguiente fórmula aproximada:

$$N_2 = 2Cl \left\{ 1 - \frac{2a_1^2}{a^2 - a_1^2} \log \frac{a}{a_1} \right\} \text{aproximadamente,}$$

la cual, sustituyendo por el valor n_a la relación $\frac{a}{a_1}$, se transforma en esta:

$$N_2 = 2Cl \left\{ 1 - \frac{2 \log n_a}{n_a^2 - 1} \right\} \text{aproximadamente.} \quad (7)$$

En el caso de un conductor macizo, $a_1 = 0$; y entonces se tendrá la siguiente ecuación:

$$N_2 = \frac{2C}{a^2} \int_0^a y \{ \sqrt{(L+l)^2 + y^2} - \sqrt{(L-l)^2 + y^2} \} dy$$

$$= \frac{2C}{3a^2} [\{ (L+l)^2 + a^2 \}^{3/2} - \{ (L-l)^2 + a^2 \}^{3/2} - (2l)^3],$$

de la cual se deduce, si a es pequeño:

$$N_2 = C \cdot 2l.$$

y esta última expresión prueba que el campo interno, por centímetro de longitud de un conductor sólido, es:

$\frac{N_2}{20 Cl} = 0.1$ líneas por amperio, valor que obtuvo ya el Dr. Rosa.

Si proseguimos nuestras investigaciones respecto a la longitud del conductor, es decir, haciendo $L < l$, la expresión señalada con el número (1) debe ser modificada y quedar como sigue:

$$B_p = \frac{C}{y} \left\{ \frac{l+x}{\sqrt{(l+x)^2 + y^2}} + \frac{l-x}{\sqrt{(l-x)^2 + y^2}} \right\} \quad (8)$$

de donde deducimos, como antes, que el número de líneas magnéticas que pasan por una faja paralela al eje del conductor, es:

$$dN = 2 \frac{C}{y} \{ \sqrt{(l+L)^2 + y^2} - \sqrt{(l-L)^2 + y^2} \} dy, \quad (9)$$

y, por consiguiente, el número total de líneas magnéticas que atraviesan una bobina del tipo del que consideramos engendradas por un conductor tubular de espesor infinitesimal y de radio muy pequeño, será:

$$N = 2C \left\{ \frac{\sqrt{(l+L)^2 + R^2} - \sqrt{(l-L)^2 + R^2} - 2L + (l+L) \log \frac{R}{a}}{2(l+L)} \right. \\ \left. - (l-L) \log \frac{R}{a} \cdot \frac{2(l-L)}{(l-L) + \sqrt{(l-L)^2 + R^2}} \right\} \quad (10)$$

Sin pretender que la marcha seguida en este estudio sea absolutamente nueva ú original, el autor la adoptó porque presenta, para el caso concreto á que nos referimos, la ventaja de que cada una de sus fases puede comprobarse experimentalmente.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

La primera dificultad con que se tropieza en la realización de los experimentos esbozados antes, consiste en hacer que el conductor tenga una longitud perfectamente definida, y en eliminar lo más completamente posible la influencia de

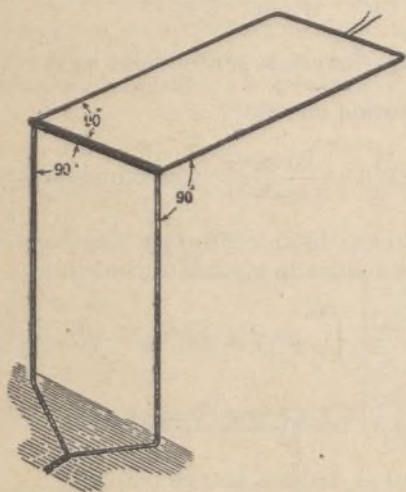


Fig. 3.

los hilos de empalme que ponen el conductor objeto del experimento en comunicación con la fuente de energía. Después de repetidos ensayos, se adoptó, como la más satisfactoria, la disposición representada por la figura 3.

El conductor sometido á la investigación está montado horizontalmente entre las extremidades de dos tubos de cobre verticales y paralelos, de 1^m,25 de longitud aproximadamente; por sus extremidades inferiores dichos tubos están en comunicación, mediante un hilo flexible, con el aparato productor de corriente, que se halla colocado á una distancia relativamente crecida de la parte del circuito sometida al experimento.

El conductor en que se verifica la prueba forma, por consiguiente, el lado más corto de un amplio rectángulo conductor y, si la bobina está dispuesta de modo que su plano se halle en ángulo recto con el plano de este rectángulo, el campo magnético debido á las corrientes que existan en los lados verticales del mismo rectángulo no tendrá componente vertical que atravesase el área de la bobina.

En los experimentos preliminares púdose observar que la influencia de un conductor colocado á una distancia de 1^m,25 del plano de la bobina sólo ejercía sobre ella una influencia completamente insignificante; por consiguiente, no había temor de incurrir en error alguno por el hecho de

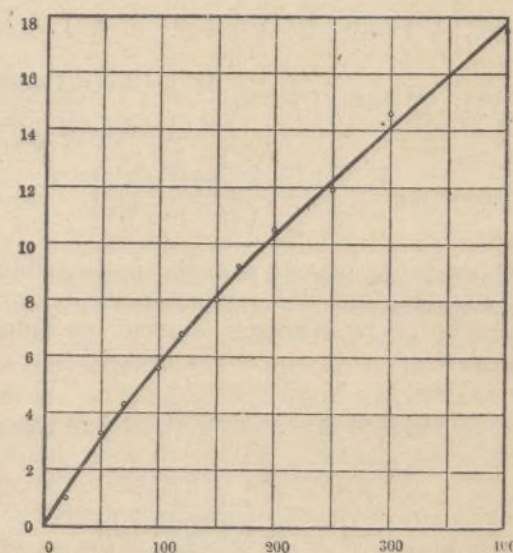


Fig. 4.

no tener en cuenta la influencia que pudiera ejercer sobre el conductor el hilo flexible de entrada de corriente.

Una vez colocado el conductor entre los tubos verticales, era cortado en el sentido longitudinal por medio de una sierra fina, y por la hendidura así practicada se introducían en él las 100 vueltas de hilo que constituyen la bobina, sujetándolas con material aislante.

La longitud R de la bobina, medida desde el eje del conductor, era de 88 á 90 centímetros.

Para la medición del flujo magnético se empleó un aparato de Grassot puesto en comunicación con la bobina. Las indicaciones de este instrumento debieron ser corregidas, pues siendo la bobina de inusitadas dimensiones, solía ofrecer una resistencia mayor de la que permitía dicho aparato. Los resultados de las observaciones hechas, para tal corrección, por medio de una pequeña bobina y caja de resistencia, se desprenden del gráfico figura 4. De la inspección de este gráfico, se deduce que cuando la suma de las resistencias pase de 150 ohmios las indicaciones del aparato no pueden ya considerarse como exactas. En los referidos experimentos se tomaron las precauciones debidas para que la resistencia de la bobina fuese siempre inferior á este límite.

C. JOLLEY y F. BURGÉS. (Ingenieros).

Metalurgia

Sobre el laminado de las vigas en H

Está demostrado que las vigas en H, es decir, de alas muy anchas con relación al alma, exigen cilindros de laminadores de diámetro muy crecido, para que las ranuras dejen una amplitud sufi-

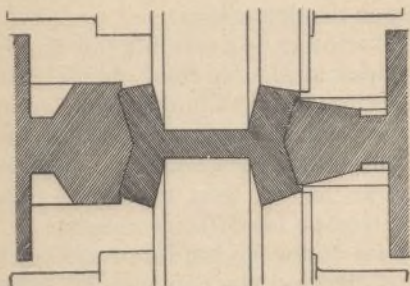


Fig. 1.—Tren desbastador «abierto» Sack.

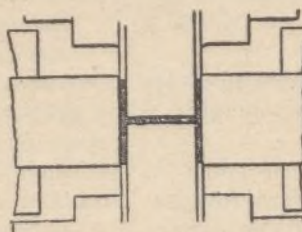


Fig. 3.—Tren rematador Sack.

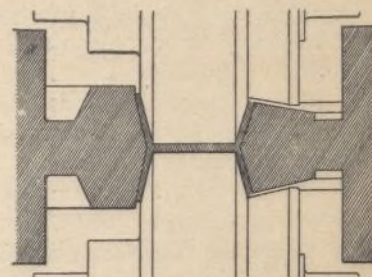


Fig. 2.—Tren desbastador apretado Sack.

ciente al cilindro central que debe asegurar la rigidez; por otra parte, hay que hacer las acanaladuras muy anchas, para evitar la adherencia de la viga formada.

Empléase actualmente trenes universales compuestos de un par de cilindros verticales y con los ejes situados en el mismo plano vertical para las vigas en que el ancho de las alas (0'38 m.) es superior á la mitad de la altura del alma (0'75 m.). La dificultad consiste principalmente en evitar las tensiones internas, dado el reducido espesor que deben tener el alma y las alas para poder competir, desde el punto de vista de la economía, con las vigas compuestas; precisa además producir vigas bien acabadas, de vistoso aspecto, sin rebabas y sin desviación del alma ni ninguna otra irregularidad.

Ocupándose de esta cuestión, en un artículo publicado recientemente en la revista *Iron Steel Institute*, G. E. Moore pasa revista á algunos de los últimos dispositivos patentados, entre los cuales mencionaremos los de Sack, Seaman, Kennedy-Aiken, Butz y Grey, y desarrolla enseguida los principales que resumen el estudio de estos sistemas.

El tren universal constituye la base de todo dispositivo práctico.

Los de Sack y Seaman parecen á simple vista los más sencillos y no poseen los 4 rodillos del tren universal. En realidad, la necesidad de hacer describir á la pieza un cuarto de vuelta á cada

pasada, y la tendencia á la flexión que origina la desimetría de la sección de las acanaladuras, causarán gran pérdida de tiempo y exigirán guías muy poderosos.

En una palabra, la desimetría de los cilindros debe forzosamente originar complicaciones para equilibrar el efecto de torsión que produce.

Asimismo se ha propuesto instalar dos trenes yuxtapuestos, uno de cilindros verticales y otro de cilindros horizontales, ambos simétricos, con rascado de la pieza de un tren á otro después de cada pasada.

Llégase así inevitablemente al tren universal, y surge la cuestión de saber si precisa gobernar los cilindros verticales á la vez que los horizontales, cual lo efectúan Seaman, Kennedy-Aiken, Butz y Grey, ó si se debe dejar todos los cilindros verticales, imitando á Sack y York, que se contentan con dejarlos arrastrar por el contacto de la barra.

El defecto de los cilindros no gobernados es que las velocidades periféricas, reguladas para una separación de los cilindros, no son las mismas para los cilindros verticales y horizontales cuando estos cilindros presentan muescas cónicas y la reducción de las dimensiones es más crecida en un sentido que en el eje perpendicular. El mejor modo de arrastrar los rodillos verticales es el rozamiento de la pieza engranada en los cilindros horizontales; á la sumo pue-

de ser útil tener un gobierno que pueda ser hecho loco para los cilindros verticales y únicamente destinado á facilitar la introducción de la pieza en las acanaladuras de los cilindros horizontales.

Naturalmente, lo importante para aumentar el momento de inercia de la pieza sin aumentar el peso, es evitar los sobreespesores en todo sentido, y principalmente en el encuentro de las alas y el alma.

El sistema Sack, que forma las alas oblicuamente, para enderezarlas enseguida, permite evitar mejor que ningún otro estos sobreespesores, que dificultan el ajuste de las piezas entre sí por

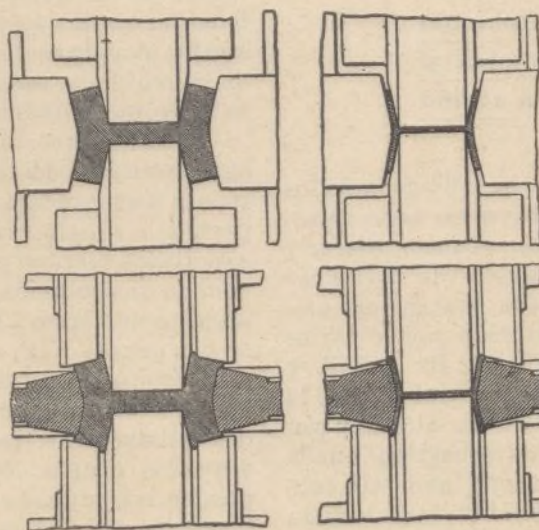


Fig. 4.—Tren propuesto por G. E. Moore.

medio de escuadras y ensambles roblonados. Todos los dispositivos que laminan las alas perpendicularmente al alma dan una superficie interna que presenta un sobreespesor en el ángulo á causa de la necesidad de hacer oblicua una cara de la acanaladura para aligerar la pieza y combatir la tendencia que muestra á arrollarse á los cilindros del laminador.

El mencionado autor propone al final de su citado artículo un sistema por él ensayado en las acerías de Rombach, y las pruebas del cual demostraron que la orientación de los perfeccionamientos que se puede aún introducir es sobre todo el empleo del tren en la producción en grande sobre base comercial, con un mínimo de capital y gastos de explotación.

Moore recuerda además que el laminado de las grandes vigas en H puede operarse con arreglo á los dos siguientes sistemas:

1.º El tren obra simultáneamente sobre la sección, salvo en la junta, donde dejará forzosamente algunas rebabas, y á cada pasada se deberá cambiar el punto en que se forman estas rebabas. Semejante resultado puede obtenerse con un solo tren universal desimétrico ó con dos trenes simétricos de juntas dispuestas en puntos distintos.

Con el tren único la viga ha de invertirse á cada

pasada y el tren debe ser reversible; con los dos trenes, reversibles ó no, la viga irá de uno á otro á cada pasada.

2.º Puede el tren hallarse constituido de tal suerte que un juego de cilindros obre sobre la mayor parte de la sección, reduciéndola y alargando la viga, no obrando el segundo par de cilindros sino sobre la porción de la viga no trabajada en el primer par.

Este segundo par regulariza localmente la sección, pero no alarga el conjunto de la barra. Se utiliza como juegos de cilindros trenes universales en tanden, de suerte que la viga es trabajada simultáneamente por los dos trenes.

La segunda solución es la preferida por Moore.

Este señor retiene la idea de Sack de desarrollar las alas de la viga oblicuamente sobre el alma, y propone el doble tren que representa la figura 4, efectuándose el paso á la forma definitiva y la rectificación de las alas en un tren rematador, que quitará al propio tiempo las últimas rebabas.

La ventaja de los trenes en tandem reside en la supresión de la obligación de retornar la barra. Púedese pasar sin detención en uno y otro sentido sin la pérdida de tiempo causada por el retornado.

E. LOZANO.

Tintorería

Colorantes monoazoicos. Relación entre su constitución química y su solidez á la luz y bajo la acción de otros agentes.

Con el fin de determinar la influencia de los diversos agrupamientos sustituyentes sobre la solidez de los colorantes azoicos, Watson, Siscar y Dutta han preparado cierto número de derivados del benceno-azo-benceno y de la benceno-azo-anilina, en los cuales han introducido uno ó varios agrupamientos OH, SO³H, CO³H, Br y NO², y han examinado la solidez de su tinte sobre la lana, á la luz, con los ácidos, con los álcalis y con jabón. Los resultados obtenidos muestran que la presencia del grupo SO³H aumenta generalmente la solidez á la luz y no la disminuye en ningún caso; los agrupamientos OH y NO², disminuyen generalmente la solidez. El grupo Br no tiene generalmente influencia sobre la solidez, pero la disminuye si se encuentra sobre un núcleo fenólico ó aminado. El grupo NO² no influye sobre la solidez cuando está sobre el núcleo fenólico ó aminado, pero la disminuye cuando se le fija sobre el núcleo benzoico. Por lo que se refiere á la solidez al enjabonado y bajo los álcalis, parece que de todos los colorantes examinados el ácido benceno-azo-salicílico fijo sobre mordente de cromo es el más resistente al lavado y á los álcalis. El grupo SO³H disminuye la solidez al lavado y á los álcalis; el grupo HO es más sensible que el grupo NH²; el grupo NO² no modifica la solidez bajo los álca-

lis; el Br aumenta la resistencia á los álcalis del benceno-azo-fenol, especialmente cuando está sobre el núcleo fenólico; la presencia del grupo CO³H en el núcleo bencénico del benceno-azo-fenol no cambia sensiblemente la solidez bajo los álcalis; cuando está sobre el núcleo fenólico, cerca de la oxhidrila, favorece la fijación sobre mordente de cromo y aumenta la resistencia á los álcalis.

Puede decirse, en general, que la presencia de agrupamientos ácidos fuertes, como SO³H, favorece la decoloración por los álcalis. En lo que respecta á la resistencia á los ácidos, los colorantes estudiados pierden poca intensidad (mediante acción de una solución de ácido acético al 10 por 100 durante una hora, á 40º); la crisoidina, que contiene dos grupos NH², es la más alterada. Estudiando el conjunto de estos detalles, se ve que el ácido benceno-azo-salicílico es el único que da resultados satisfactorios desde todos los puntos de vista, y que los grupos NO² y Br son los únicos que pueden introducirse sin perjuicio apreciable para la solidez del colorante monoazoico. Los demás grupos NH², OH ó SO³H, disminuyen la solidez á la luz ó al lavado; la sustitución de un núcleo bencénico por un grupo naftalénico reduce igualmente la solidez á la luz.

Entre los numerosos compuestos preparados y conocidos, los autores del método que describimos rectifican algunas propiedades de la *sulfo-benceno-azo-anilina* de Griess; este azoico cristaliza en láminas exagonales purpúreas, y no blanco-amarillentas, bastante solubles en agua y en alcohol; su sal de potasio: SO³K. C⁶H⁴.N=N.C⁶H⁴.NH², cristaliza en láminas amarillo de oro solubles en agua.

P. CARRÉ.

en los dos
no á otro

do de tal
sobre la
y alargan-
cilindros
ada en el

te la sec-
barra. Se
iversales
ajada si-

or Moore.
desarro-
e el alma,
figura 4,
y la rec-
dor, que
abas.

síde en la
la barra.
o sentido
retorna-

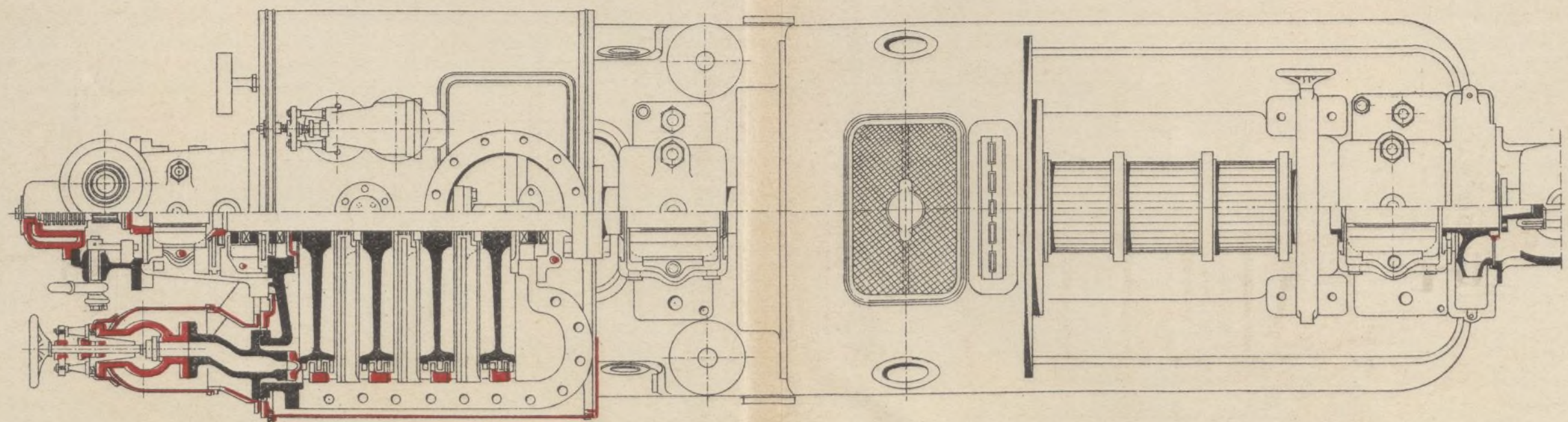
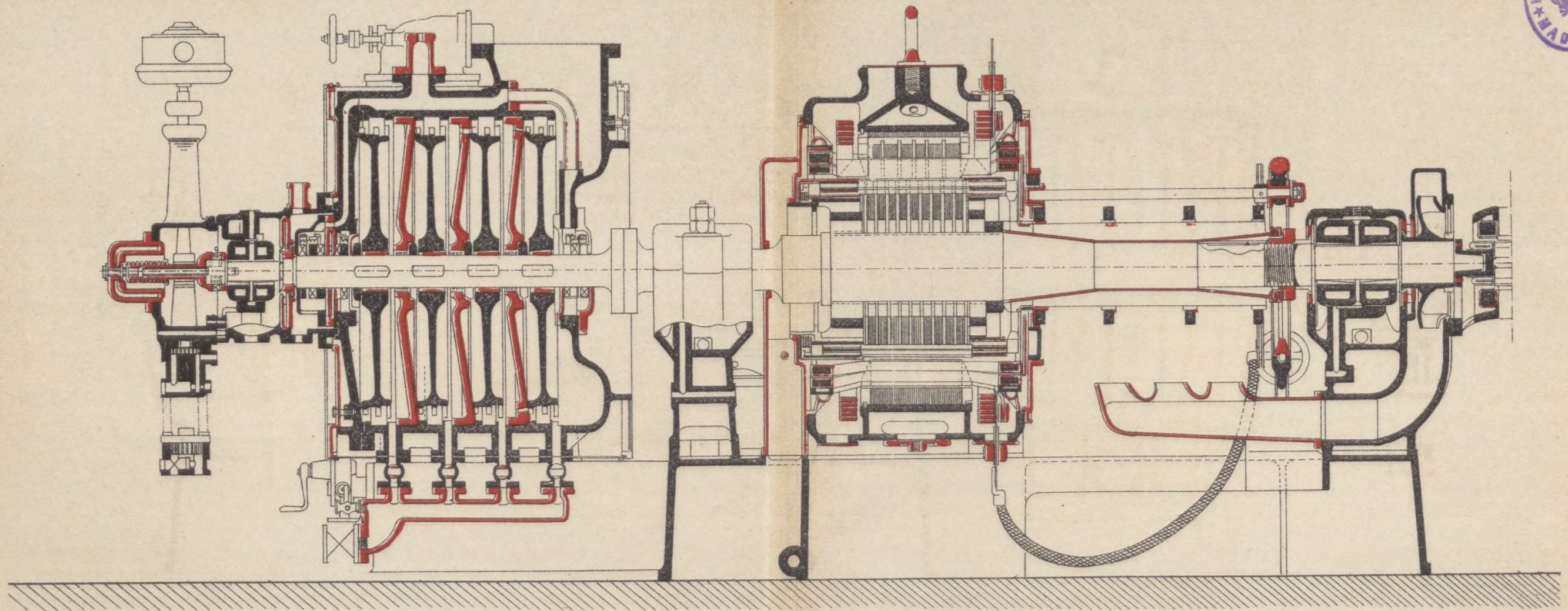
NO.

calis del
está so-
l grupo
eno-azo-
bajo los
co, cerca
morden-
s álcalis.
encia de
H, favo-
que res-
lorantes
ante ac-
por 100
contie-
udiando
el ácido
resulta-
le vista,
cos que
ble para
demás
solidez
núcleo
e igual-

rados y
escribi-
lfo-ben-
aliza en
-amari-
hol; su
 $^4\text{NH}^2$,
bles en

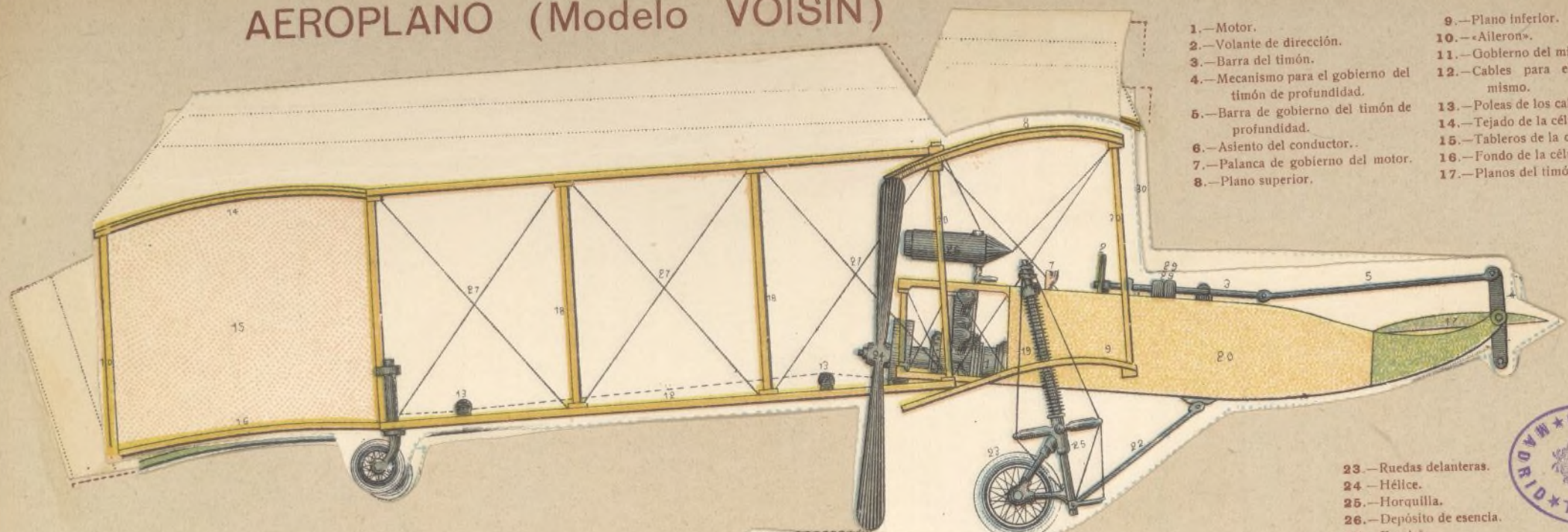
RRÉ.

TURBO-DINAMO



Ayuntamiento de Madrid

AEROPLANO (Modelo VOISIN)

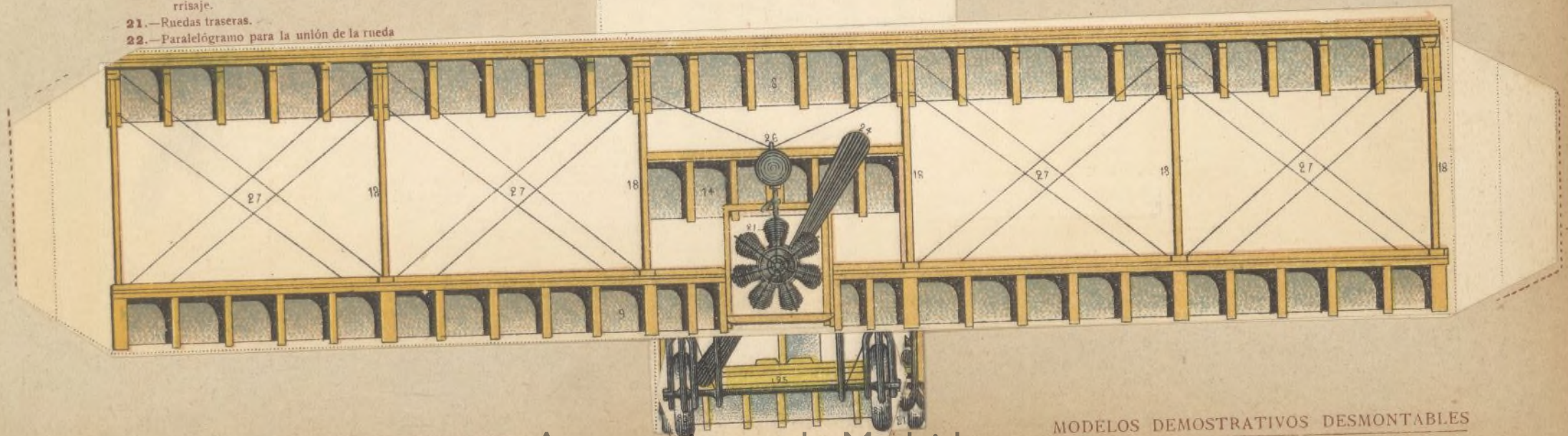


- 1.—Motor.
- 2.—Volante de dirección.
- 3.—Barra del timón.
- 4.—Mecanismo para el gobierno del timón de profundidad.
- 5.—Barra de gobierno del timón de profundidad.
- 6.—Asiento del conductor.
- 7.—Palanca de gobierno del motor.
- 8.—Plano superior.

- 9.—Plano inferior.
- 10.—«Aileron».
- 11.—Gobierno del mismo.
- 12.—Cables para el gobierno del mismo.
- 13.—Poleas de los cables.
- 14.—Tejado de la célula del timón.
- 15.—Tableros de la célula del timón.
- 16.—Fondo de la célula del timón.
- 17.—Planos del timón de profundidad.

- 18.—Montantes.
- 19.—Resortes de aterrisaje.
- 20.—Cuadro para el motor y las ruedas de aterrisaje.
- 21.—Ruedas traseras.
- 22.—Paralelógramo para la unión de la rueda

- 23.—Ruedas delanteras.
- 24.—Hélice.
- 25.—Horquilla.
- 26.—Depósito de esencia.
- 27.—Fuselaje.
- 28.—Disco.
- 29.—Foso de cadenas.
- 30.—Montantes.





La c
ra 1 tie
tros de
2 metro
de 1,5
unidas
tros de
en la p
y en la
de la c
hierro
una pl
está e
facilita
chime
zas igr

Par
prime
tancia
presid
que, y
las cu
partes

Lla
de at
gular
sión c
ficien

S
cies
dien
tes, s
F, y
y, p