

ecuación que tiene una raíz real muy próxima á 2,00. En efecto, para ese valor:

$$M_6 = -9,248 \quad ; \quad M_6 = +9,657 \text{ m.-tons.}$$

Claro que esta solución (representada en escala, pero con la exageración de siempre en la figura 25 c.), ventajosísima para la mayor economía en el fondo, adolece ahora de un defecto: el pilar que hemos supuesto que sólo produce una reacción vertical, se interesa necesariamente en la flexión del fondo, y á menos de introducir una verdadera articulación, reacciona con un cierto momento. Este momento, por bajo del punto 5, es decir, recorriendo como siempre el pilar de izquierda á derecha, de 7 hacia 5, es necesariamente negativo, porque el pilar tiene que presentar la concavidad hacia el interior (fig. 25 d); la flexión del fondo, en cuanto se pasa de 5 hacia 6, es la ya determinada, más la constante *negativa* (M_{p_5}) y en el centro no alcanza ya el valor M_6 , sino otro $M_6 + (M_{p_5})$ que puede ser todavía positivo, aunque menor que M_6 y hasta trocarse en negativo si $M_6 + (M_{p_5}) < 0$.

Para conservar la condición impuesta precisa, por tanto, forzar la separación s , con lo que á un mismo tiempo disminuye el valor absoluto del negativo M_6 y aumenta el positivo M_6 hasta lograr

$$M'_6 = -[M'_6 + (M_{p_5})] \quad (a)$$

El momento indeterminado (M_{p_5}) debe ser entonces:

$$(M_{p_5}) = -M'_6 - M'_s = -(M'_6 + M'_s)$$

es decir, menos importante que M'_6 .

Para que el problema sea resoluble es preciso:

1.º Que se verifique la ecuación (a), que es de dos variables, s y (M_{p_5}) = z , de la forma

$$\Phi(s) + \varphi(s) = -z \quad (b)$$

2.º Que las elásticas del pilar y del fondo se corten á escuadra en el punto 5 *incógnito*, lo que equivale á otra nueva ecuación en s y z , en la que intervienen las dimensiones geométricas y mecánicas del pilar.

Este, de altura π y momento de inercia I_π (referido al metro lineal de acueducto) soporta en su coronación: el peso ($-R$); la acción horizontal ($+X - \delta a$) (el empuje total $-\delta a$ descompuesto entre la riostra y el fondo da $-X$, equilibrada por $+X$, y $-\delta a - (-X) = +X - \delta a$) y el momento, reacción del fondo sobre el pilar ($-z$). Las reacciones en la base son, tomando como sentidos positivos los de X é Y ,

$$H = -(X - \delta a) \quad ; \quad V = +R \quad ; \quad m = +z - (X - \delta a) \pi (*)$$

y para el punto á la altura u :

$$M_\pi = m - Hu = +z - (X - \delta a) (\pi - u)$$

Como $\frac{dM_\pi}{d(-z)} = -1$, el giro del extremo ó recorrido angular del momento ($-z$) es:

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{1}{EI_\pi} \int_0^\pi \left\{ z - (X - \delta a) (\pi - u) \right\} du = \\ &= -\frac{1}{EI_\pi} \left\{ \pi z - \frac{\pi^2}{2} (X - \delta a) \right\} = -\varphi(s, z) \times \frac{1}{EI_\pi} \end{aligned}$$

(*) π representa ahora la altura del pilar, fig. 25 a.

En el fondo, partiendo del punto 6 hacia el 5, la expresión del momento á una distancia x , variable, es la general entre 5 y 6, agregándole z y cambiando todo de signo por haber cambiado el sentido, que ahora es de derecha á izquierda.

$$M_f = -\left\{ X(p - d) - Y(f - x) + \right. \\ \left. + Z - \pi p \times (f - x) - \frac{1}{2} (\delta a + \pi') (f - x)^2 + R(s - x) + z \right\}$$

y el giro del punto 5, puesto que introducido allí un momento unidad da $+1$, como equivalente de la derivada parcial,

$$\gamma' = \frac{1}{EI_f} \int_0^s -M_f dx = -\frac{1}{EI_f} \times F(s, z)$$

El giro ($+\gamma$) está contado en el sentido del momento ($-z$) que es el positivo; el ($+\gamma'$) lo está en el de la unidad positiva. Como las secciones terminales del pilar respecto á la base y del trozo de fondo respecto al plano de simetría, giran ambas en una misma dirección positiva, basta igualar γ y γ' . El sistema:

$$\left. \begin{aligned} \Phi(s) + \varphi(s) &= -z & (b) \\ I_\pi \times F(s, z) &= I_f \times \psi(s, z) & (c) \end{aligned} \right\}$$

determina por completo la solución buscada. Sin desarrollarla numéricamente, lo que sería pesado y sin utilidad práctica, en este caso baste decir que la separación crítica que buscamos depende íntimamente de la flexibilidad del pilar. Si esta es absoluta, entendiendo por tal permitir en 5 un giro sin oponer resistencia, es decir, con una articulación, estamos en el caso primitivo (fig. 25 c). Si, yendo al límite opuesto, la rigidez es absoluta, el semiacueducto *termina* en el punto 5 en un empotramiento perfecto: la longitud *útil* del fondo volado ($f - s$) y con ella la posición del centro y momentos de inercia, las áreas y momentos estáticos relativos á dicha parte, todo, salvo lo concerniente á la pared, es, como X , Y , Z , función de s fácilmente calculable. El trozo central es una pieza perfectamente empotrada, de luz $2s$ y que solo soporta la carga ($\delta a + \pi'$). La condición se cumple sencillamente haciendo

$$M'_6 = +\frac{1}{24} (\delta a + \pi') (2s)^2 = -M'_s = -\varphi(s) \quad (d)$$

Si los pilares no son muy altos, como por regla general, dadas sus fuertes cargas, resultan muy robustos, la ecuación (d) se aproxima bastante á la realidad. Dando á s un valor algo menor se obtiene una solución satisfactoria.

(Continuará.)

LA GALERÍA DE LAS MARAVILLAS

en la Exposición de Turín.

Desde el momento en que se anunció para la próxima Exposición Universal de Gante la creación de un Palacio de las Maravillas sin precedente en anteriores Exposiciones, nos ha parecido sería interesante echar una ojeada retrospectiva sobre otra galería del mismo género que existió el año pasado en la Exposición de Turín.

En esta Galería de las Maravillas el profesor Ricardo Arno

tomó las disposiciones más apropiadas para llamar la atención de los visitantes profanos, y al mismo tiempo muy interesantes para los técnicos.

No cabe duda que esta parte de la Exposición de Turín era la más interesante y sería difícil, si no acumular en un solo edificio tantas maravillas, por lo menos el presentarlas de otra manera más original.

Una de las mayores atracciones de esta galería era la de las explicaciones claras y terminantes dadas por el profesor Ricardo Arno, con una competencia y un entusiasmo igualmente notables.

No podemos describir aquí todos los aparatos expuestos. Se expusieron las disposiciones esenciales de producción de corrientes de alta frecuencia (experimentos de Tesla) y de las oscilaciones eléctricas (experimentos de Righi sobre la refracción). Se efectuaron experimentos sobre los gases rarificados, sobre los rayos magnéticos de Righi, sobre los rayos X, luz Moore, aire líquido, experimentos de Poulsen, de Korn sobre la transmisión de las imágenes y otros muchos.

Nos ocuparemos únicamente de aquellas disposiciones que, por ser de importancia y novedad, llamaron más la atención.

El profesor Arno, reflexionando sobre el experimento del profesor G. Ferraris, relativo al estudio de la rotación provocada por la histéresis magnética de un cilindro de hierro dentro de un campo magnético giratorio, tuvo la ingeniosa idea de que los fenómenos correspondientes debían comprobarse sustituyendo los esfuerzos magnéticos con los eléctricos, y los cuerpos magnéticos con sustancias dieléctricas. El profesor Arno se sirvió, en su original experimento, de una disposición análoga á la empleada por Ferraris en los suyos; del mismo modo que los dos campos magnéticos, destinados á producir el campo magnético giratorio, pueden obtenerse por medio de corrientes alternas que circulan dentro de dos espiras inmóviles colocadas en ángulo recto, pueden también obtenerse los dos campos eléctricos necesarios para producir un campo eléctrico giratorio, por medio de dos tensiones alternas de la misma frecuencia, dispuestas á 90° ó instaladas entre dos pares de placas metálicas fijas y en ángulo recto.

Colocando en el espacio comprendido entre estas piezas un cilindro de materia aisladora, pudo comprobar Arno la exactitud de su idea, viendo al cilindro girar rápidamente por efecto del retardo que pone la polarización del dieléctrico, á seguir la rotación del campo eléctrico.

Este experimento, de grandísimo interés científico, demuestra la posibilidad de obtener trabajo por medio de sencillas diferencias de potencial, ó, en otros términos, sin corriente. Se comprende fácilmente que en realidad el trabajo desarrollado por un cilindro aislador debe corresponder á una energía eléctrica proporcionada por el circuito de alimentación. Tal energía se manifiesta, por consiguiente, bajo la forma de una corriente de traslación á través del dieléctrico. En la Exposición, el experimento se realizaba por medio de un transformador trifásico á alta tensión, destinado á alimentar varios motores electrostáticos, compuestos cada uno de tres piezas á 120° y por un cilindro aislador central.

Entre los demás experimentos que enseñaba el profesor Arno citaremos igualmente los fenómenos de repulsión de E. Thomson. Este puso en evidencia las acciones mecánicas que se ejercen entre un circuito recorrido por una corriente alterna y un anillo cerrado y suelto, colocados en el campo creado por el circuito. Para este efecto coloca un anillo de aluminio sobre un núcleo rectilíneo, que recoge el flujo de un potente electroimán de corriente alterna. En esta forma se obtiene una potente repulsión dinámica que tiende á hacer salir el anillo del núcleo, de tal for-

ma que vence á la fuerza de gravedad, calentándose al mismo tiempo el anillo muy rápidamente.

La repulsión depende del desligado entre las corrientes primarias y las corrientes inducidas; calculando las acciones electrodinámicas que se ejercen entre las dos corrientes durante cada fracción de período, se encuentra que la suma de las acciones repulsivas excede en mucho de la de las acciones atractivas; por consiguiente, el resultado es una repulsión, aproximadamente, continua. En cada momento ésta es proporcional al producto de las dos intensidades.

Para terminar, diremos una vez más que lo que no podemos reproducir en este breve compendio es la forma de explicar tan clara, tan vibrante y tan personal de Arno, que es seguramente uno de los profesores de electricidad de la época actual que poseen mejor el arte y el sentido de la enseñanza.

H.

Producción de carriles de acero en 1911.

(THE RAILWAY AND ENGINEERING REVIEW)

Según las estadísticas oficiales, recopiladas por la «American Iron and Steel Assotiation», la producción total de carriles de todas clases durante el año 1911 se eleva á 2.822.790 toneladas americanas (2.560.794 toneladas métricas), en lugar de 3.636.031 toneladas (3.298.554) que se produjeron en 1910; hay pues una disminución de 813.241 toneladas (737.760), ó sea más de un 22,3 por 100. Relativamente, á la producción máxima anual alcanzada en 1906 con 3.977.887 toneladas (3.608.680), ha disminuido en 1.155.097 toneladas (1.047.887), aproximadamente el 29,3 por 100.

El año 1908, dejando aparte el 1911, ha sido el de menor producción, desde 1904 que fué un año de crisis intensa.

La producción media de los últimos diez años ha sido de 3.601.427 toneladas (2.777.282 métricas), que pasa con exceso del total de 1911. Solamente puede darse como explicación de esta baja en la producción, la de que las Compañías de ferrocarriles han disminuído las compras, cuya actitud ha sido impuesta por la necesidad de hacer economías y dictada por la marcha general de ingresos, el estancamiento de los negocios y la progresión de los gastos, en casi todos los ramos de la explotación.

Comparando la producción de los carriles Bessemer, con la de los Martín, se comprueba que éstos ganan constantemente terreno sobre los otros. La producción de carriles Bessemer se eleva en 1911 á 1.138.633 toneladas americanas (1.032.951 toneladas métricas) y en 1910 se elevó á 1.884.442 toneladas (1.709.538), observándose, por consiguiente, una disminución de 745.809 toneladas (676.587), ó sea un 39,5 por 100. Los carriles Martín han producido en 1911, 1.676.923 toneladas (1.521.280) y en el año anterior 1.751.359 toneladas (1.588.807), habiendo, pues, disminuído, en 74.436 toneladas (67.527 métricas), ó sea, aproximadamente, el 4,2 por 100.

En el año 1911, por primera vez, la producción de los carriles Martín ha sido mayor que la de los Bessemer. Estos últimos sólo han entrado en la producción total con el 40,2 por 100, cuando el año anterior alcanzaron el 52,7 por 100. La producción de los carriles Martín, cuya proporción en 1899 sólo era del 0,02 por 100, ha sido progresivamente, de tal manera, que en la producción de 1911, de un total de 1.536.336 toneladas (1.393.741 métricas) de carriles de 85 libras de peso (42,17 kilogramos por metro) y de mayor peso, les ha correspondido