

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

MEDICIONES ELECTRICAS ⁽¹⁾

(CONTINUACIÓN)

II

6. Comprobación del aparato.

Antes de empezar las pruebas ó ensayos conviene asegurarse de la regularidad de todas las comunicaciones del aparato y de que el contacto de las clavijas es perfecto.

Se empalman los polos positivos de los cuatro grupos de elementos en que se quiera dividir la pila á las bornas correspondientes, y el polo negativo á la borna de la izquierda del conmutador de pila, marcada con el signo —.

Para esta comprobación basta tomar la fracción ó grupo de pila mas pequeño, colocando una clavija en la primera banda ó tira núm. 1 del conmutador de pila.

La fig. 3.^a indica la disposición en que deben colocarse las clavijas del conmutador general.

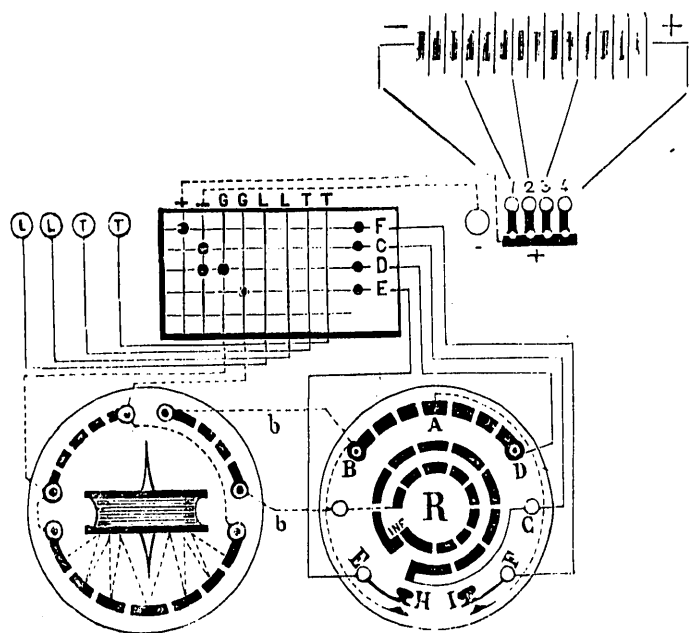


Fig. 3.^a

Pila á F y C.

Galvanómetro á D y E.

Colocadas todas las clavijas del galvanómetro y puente, se suprime también la resistencia del cuarto lado, DC, por medio de la clavija del conmutador general dispuesta en la intersección de la banda horizontal D con la vertical correspondiente al polo — de la pila.

Se da al galvanómetro una resistencia de 25 ohms, sacando las dos primeras clavijas de la izquierda, y se quita también la

clavija S. S. (sin shunt ó derivación), cuya clavija, como ya se ha dicho, sólo debe estar puesta en los casos en que se deriva ó shunta el galvanómetro.

Después se quitan las dos clavijas correspondientes á 10 unidades de los lados fijos AB y AD, y bajando las llaves IH, la aguja del galvanómetro no debe moverse: si desvía la aguja es prueba de que no son perfectos todos los contactos de las clavijas, en cuyo caso conviene limpiarlas bien, y si esto no fuera suficiente, pasar por todos los contactos papel esmeril del número 00, y después papel de seda ó muy fino, cambiando las clavijas de sitio y ajustándolas bien hasta que la aguja no desvíe del 0.

7. Indicaciones del galvanómetro.

Dispuestas las comunicaciones como se acaba de decir, se quita del lado BC la clavija correspondiente á una ó dos unidades, y bajando las llaves IH se observa el sentido en que desvía la aguja del galvanómetro.

Se quita la clavija de la segunda tira vertical del conmutador general correspondiente al punto de intersección con la tira horizontal D, que une el polo negativo con el galvanómetro, lo cual equivale á suprimir ó cortar la comunicación entre los puntos D y C, y bajadas de nuevo las llaves IH, la aguja del galvanómetro debe desviar en dirección opuesta al caso anterior, porque se ha hecho infinita la resistencia del lado DC.

Estas observaciones son de mucha importancia, porque así se conoce sin tanteos el sentido en que debe desviar la aguja del galvanómetro.

Si la aguja desvió á la derecha en el primer caso, y al medir una resistencia cualquiera, quitando las clavijas del lado BC ó R, sigue marcando la misma dirección, es prueba de que todavía no se ha introducido la suficiente resistencia para el equilibrio; pero si desvía á la izquierda, entonces ya es demasiada la resistencia que se ha dado á R, y hay necesidad de reducirla poco á poco, hasta que la aguja permanezca en el cero.

En el segundo caso sucederá lo contrario: mientras la aguja indique la misma dirección, es excesiva la resistencia incluida en R.

Cuando se están haciendo experiencias y se hallan ya las clavijas del conmutador general dispuestas para las pruebas que se verifican, puede determinarse de nuevo el sentido de las desviaciones de la aguja del galvanómetro, sin cambiar la posición de las clavijas; para obtener ese resultado, igual al del caso anterior, basta quitar la clavija de INF, con lo que queda cortada la comunicación del lado BC y elevada la resistencia al infinito.

8. Medición de una resistencia cuyos extremos pueden unirse al aparato.

La fig. 4.^a determina la posición de las clavijas del conmutador general cuando se trate de medir la resistencia de una bobina, un aparato, galvanómetro, un conductor cualquiera, y, en general, de una resistencia cuyos extremos pueden empalmarse á los puntos D y C ó lado x del puente.

Los extremos de la resistencia se unen á las dos primeras bornas LL del aparato.

(1) Véase el núm. 1274.

Se toma el grupo de pila que se crea necesario, poniendo la clavija en la banda correspondiente, y dando al galvanómetro una resistencia adecuada, quítese la clavija S S.

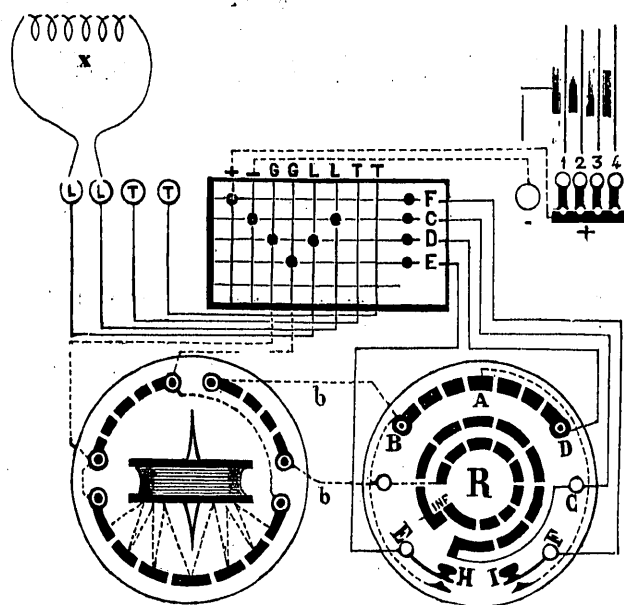


Fig. 4.ª

La medición será tanto más exacta cuanto más iguales sean las resistencias de los cuatros lados del puente; así, en los lados fijos A B y A D; se incluirán 10, 100 ó 1.000 ohms, según se suponga que la resistencia que se mide se aproxima más ó menos á esas cifras.

Si la resistencia es mayor ó menor que los límites del puente, es preciso hacer desiguales los lados fijos A B y A D.

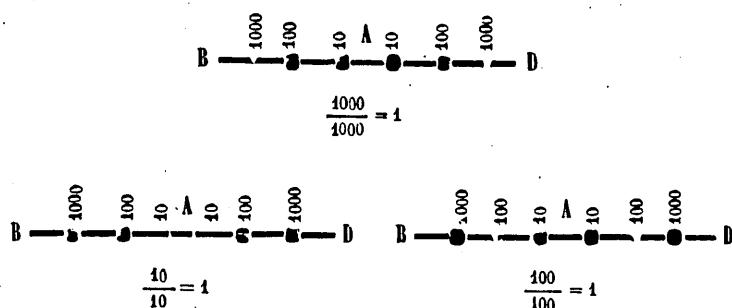
Dispuesto el aparato en la forma que se ha indicado, se van quitando resistencias de R, y siempre que se hace uno de estos tanteos se baja primero la llave I, correspondiente á la pila, y después la llave H para intercalar el galvanómetro, teniendo cuidado de hacer breves contactos para que la aguja no sufra grandes oscilaciones; y observando al propio tiempo el sentido de la desviación. Solamente cuando esté la resistencia próxima al equilibrio es cuando puede tenerse baja la llave H para arreglar definitivamente la resistencia, hasta que la aguja no desvíe del cero.

Obtenido el equilibrio, conviene rectificar la operación invirtiendo los polos de la pila, cambiando las clavijas correspondientes, y si difiere el resultado, se toma el término medio de las dos mediciones.

La resistencia que ha sido preciso incluir en el lado B C ó R para el equilibrio, es la que tiene la bobina, aparato, conductor, etc., teniendo siempre en cuenta la relación que se ha dado á los lados A B y A D.

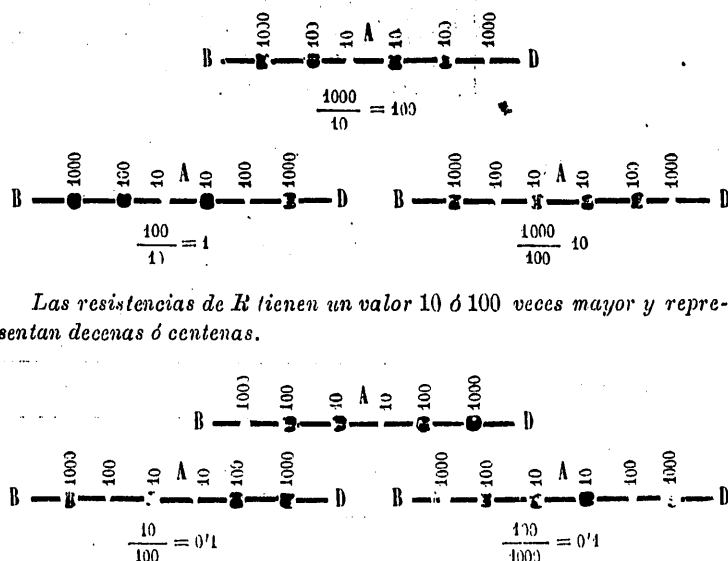
Valor que tienen las resistencias de R del lado B C, según la relación que exista entre los brazos fijos A B y A D.

Lados iguales.



El valor de R es el que representan sus resistencias.

Lados desiguales.



Las resistencias de R tienen un valor 10 ó 100 veces mayor y representan decenas ó centenas.

Las resistencias de R resultan divididas por 10 ó por 100 y representan décimas ó centésimas de ohmio.

De modo que componiendo todas las resistencias del lado B C 13.110 ohmios, más 12.000 la resistencia adicional incluida en la caja ó peana del galvanómetro, un total de 25 110 ohmios, puede medirse desde una centésima de ohmio hasta 2.511.000 ohmios, límites entre los que están contenidas casi todas las experiencias que en la práctica ocurren.

Con los aparatos especiales, á los que se ha aumentado en los lados fijos resistencias de 10.000 unidades, disposición á que se presta el puente, por su forma circular y estar en distinto plano los lados fijos y el variable; sin cambiar las dimensiones del aparato, pueden ampliarse las operaciones, midiendo desde una milésima de ohm hasta más de 25 megohmios.

9. Resistencia interior de una pila.

Para medir la resistencia interior de una pila, el método de Mance es el más sencillo y seguro á la vez, porque basta que permanezca constante la pila durante el poco tiempo que se invierte en la medición.

Supongamos que se quiere medir la resistencia interior de la pila que se va á emplear para las experiencias, que es el caso que ordinariamente ocurre, y con mucha más frecuencia si no se tiene destinada una pila especial para esta clase de trabajos.

La fig. 5.ª indica la posición de las clavijas del conmutador general y la disposición de las comunicaciones.

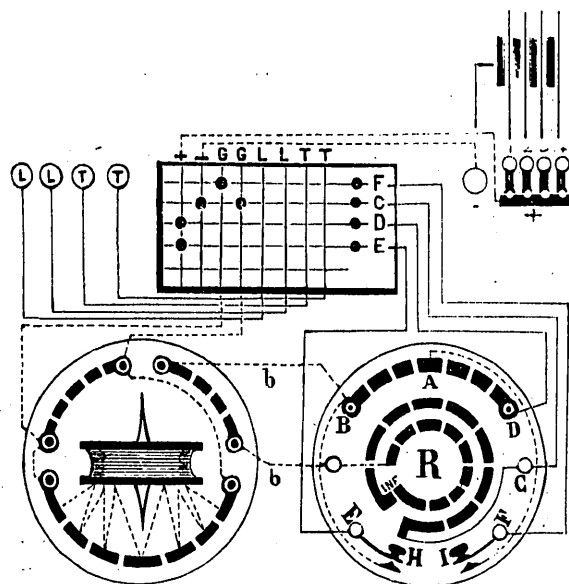


Fig. 5.ª

En el conmutador de pila se toman: un elemento, un grupo, ó la totalidad de la pila, según la resistencia que se quiera determinar.

El galvanómetro, entre F y C .

Se incluyen en los lados fijos $A B$ y $A D$ resistencias aproximadas á la que se suponga pueda tener la pila.

Introduciendo en R una resistencia adecuada, se baja la llave I , y si la derivación de la aguja excede de 50° , se disminuye la intensidad de la corriente, bien sea aumentando la resistencia del galvanómetro ó intercalando una de las derivaciones ó shunts.

Si al bajar la llave H se obtiene una desviación menor, es prueba de que no es suficiente la resistencia incluida en R , y se aumenta; si la desviación fuese mayor, es preciso disminuir la resistencia hasta que la aguja del galvanómetro desvíe lo mismo, tanto si está baja como si está levantada la llave H .

Quando en ambos casos la desviación de la aguja del galvanómetro sea igual, llamando x la resistencia interior de la pila, deberá existir entre las resistencias de los cuatro lados del puente la proporción

$$r : r' :: R : x.$$

Para determinar la fuerza electromotriz de una pila se empalman los polos del elemento que se elija como tipo de comparación á las bornas $L L$ del aparato, y colocando dos clavijas en las intersecciones de la primera banda horizontal F del conmutador general con las verticales 3.^a y 5.^a, y otras dos en la segunda banda horizontal C , con las verticales 4.^a y 6.^a, se anota la desviación de la aguja del galvanómetro, el cual queda con esta disposición intercalado entre los dos polos del elemento tipo.

Se mide, si no se conoce, la resistencia interior de la pila que se ensaya, y retirado el elemento tipo se empalman á su vez los polos de aquélla á las bornas *LL* del aparato, colocando las clavijas del conmutador general en la forma siguiente: en la segunda banda horizontal *C*, clavija en la intersección con la 6.^a banda vertical; tercera banda horizontal *D*, clavija en la 4.^a vertical; cuarta tira horizontal *E*, clavijas en la 3.^a y 5.^a vertical.

El puente hace oficio de caja de resistencias. Se van introduciendo resistencias en R hasta que la aguja marque la misma desviación que marcó con el elemento tipo, y se tendrá la fuerza electromotriz en voltios; sumando la resistencia del galvanómetro, la de la pila y la introducida en la caja ó reóstato, multiplicando esta suma por la fuerza electromotriz del elemento tipo y dividiendo el resultado por la resistencia del galvanómetro.

Sean G la resistencia del galvanómetro;

p la de la pila cuya fuerza electro-motriz se trata de determinar;

R la resistencia introducida en la caja para obtener una desviación igual á la del elemento tipo;

1,07 voltios fuerza electromotriz del elemento tipo, tendremos:

$$E = \frac{G + p + R \times 1.07}{G} = \text{voltage.}$$

FLORENCIO ECHENIQUE.

de las construcciones de hormigón de cemento armado ⁽¹⁾.

(CONTINUACIÓN)

La relación anterior da

$$b_h = 0,00001177 \frac{M}{h}$$

è introduciendo este valor en la relación (44), tendremos el precio de la viga por metro lineal:

(1) Véase el núm. 1278.

$$\pi = 0,00130647 \frac{M}{h}$$

$$\frac{\pi}{M} = \frac{0,00130647}{h}$$

resultado idéntico al que se obtendría aplicando la fórmula (48). Atribuyendo otros valores á n y á u , se obtendrán del mismo modo $\frac{H}{h}$, $\frac{H_1}{h}$, $\frac{M}{b h^2}$, $\frac{b h^2}{M} = \gamma$ y $\frac{\pi}{M}$. Hemos hecho los cálculos para algunos valores de n , comprendidos entre 0,015 y 0,025, atribuyendo á u el valor 0,90. Los resultados de las operaciones se hallan consignados en el cuadro que insertamos en la página siguiente.

La primera parte del referido cuadro demuestra:

1.^o Que los momentos resistentes de las vigas que tengan las mismas dimensiones b y h y armaduras con secciones variables entre $0,002 b h$ y $0,040 b h$, se elevarían de $21.580 b h^2$ a $117.625 b h^2$, según el método de M. Hennebique;

2.^o Que, por el contrario, la sección b h necesaria para obtener, con arreglo á este método, un momento determinado M , se reduciría de $0,00004634 \frac{M}{h}$ á $0,00000850 \frac{M}{h}$, si las secciones de

las armaduras variasen de 0,002 $b h$, á 0,040 $b h$;

3.º Finalmente, que el precio del metro lineal de viga, comparado con el momento resistente calculado por medio del citado método, resulta por kilogramómetro representado por una cifra que descendiende desde $\frac{0,0033584}{h}$ á $\frac{0,0013057}{h}$, cuando las secciones de las armaduras se elevan desde 0,032 $b h$ á 0,016667 $b h$, y que luego aumenta desde $\frac{0,0013057}{h}$ hasta $\frac{0,00153}{h}$ variando las secciones de las armaduras de 0,016667 $b h$ á 0,04 $b h$.

Resulta de aquí que si el método de M. Hennebique fuera exacto, habría interés en fijar el tanto por ciento de metal de todas las vigas en 0,016667; es decir, en $\frac{1}{60}$, y que las disposiciones de las vigas, cuyas armaduras tienen secciones superiores a 0,016667 *b h*, ocasionarían gastos inútiles.

Según el cuadro que precede, las dimensiones $\hat{c}$ y h de las vigas capaces de resistir á un cierto momento flector M , deben ser, según el método M. Hennebique, tales que:

$$b_1 \, h_1 = 0,00002369 \, \frac{M}{h_1} \text{ cuando } n = \frac{\omega}{b \, h} = 0,005$$

y que

$$b_2 h_2 = 0,03031187 \frac{M}{h_2} \text{ cuando } n = 0,0167.$$

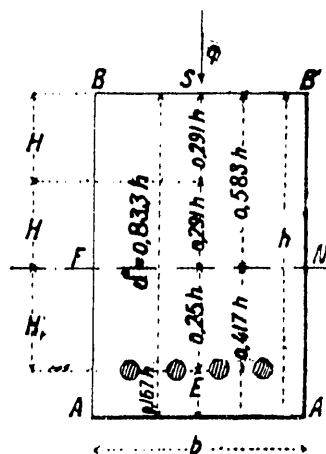


Fig. 21.

Si las alturas h_1 y h_2 de estas vigas son iguales, sus anchos deberán satisfacer á las condiciones

$$b_1 = 0,00002369 \frac{M}{h_2} \text{ cuando } n = 0,005$$

$$b_1 = 0,00001187 \frac{M}{h_0} \text{ cuando } n = 0,0167$$