torcito eléctrico puede comunicar una velocidad de 3.500 á 4.000 vueltas por minuto. Antes de pasar la corriente se hace girar el analizador hasta producir la extinción.

Puesto en marcha el interruptor, la luz se restablece en los intervalos en que pasa la corriente, como consecuencia de la rotación del plano de polarización de la luz producida por el campo magnético Si por medio de un electro-diapasón se han marcado, al mismo tiempo, sobre la película sensible, longitudes correspondientes á intervalos de tiempo de duración conocida, revelando la imagen, se tiene el medio de contar el número de interrupciones producidas en un segundo. Si con una disolución sulfúrica al 10 por 100, el número de interrupciones fué, en alguno de los experimentos del Sr. Baccei (con 34 V y 5,3 A) de 580, y llegó á 940 para la misma disolución adicionada de bicromato de potasio (con 59 V y 5,2 A), es casi seguro que se pasará bastante de este último número con el electrólito recomendado por el Sr. Hauser, que, por otra parte, ofrece mayor comodidad en su manejo, puesto que ni mancha ni produce olores molestos.

La disminución en la longitud de la chispa del secundario es debida al aumento de la frecuencia, que hace decrecer las variaciones del flujo magnético en el núcleo de hierro del carrete, el cual no puede seguir las rapidísimas de la corriente. A ello debe contribuir el que, según los experimentos de Baccei, la corriente primaria no se anula completamente en los períodos de interrupción.

No obstante esta disminución, el carrete provisto del interruptor indicado, hace marchar un tubo de Röntgen sin las oscilaciones que necesariamente hay con el interruptor de martillo; y si la impresión en el criptoscopio es, aunque más fija, menos intensa, se pueden obtener buenas diagrafías, prolongando el tiempo de exposición, aun sin necesidad de aumentar el voltaje en el primario.

(*Laboratorio de electricidad en la Escuela de Minas.—Madrid.*)

---

## NUEVO MÉTODO PARA EL CALIBRADO ELÉCTRICO DE UN HILO, *por* **Blas Cabrera Felipe**.

Sabido es que el calibrado eléctrico de los hilos es un caso particular de un problema mucho más amplio, al cual se refiere también el estudio de las reglas graduadas, círculos, tornillos, calibrado de termómetros, etc. Este problema entraña otros dos: el método práctico para efectuar las medidas de comparación y la combinación de los resultados de éstas, que constituyen las ecuaciones de condición entre las correcciones á determinar.

Este último, en su forma más sencilla, esto es, cuando se tienen tantas ecuaciones de condición como puntos principales se hayan elegido para el calibrado, fué ya resuelto por Gay Lussac. También lo fué, aunque después de múltiples tentativas sin fruto, que lo hizo suponer inabordable, en el caso en que el número de aquellas ecuaciones es el mayor posible, $\frac{(n-1)(n+2)}{2}$, siendo $n+1$ el de los puntos principales, merced á los métodos decálculo, laboriosos pero seguros, de P.-A. Hansen, modificado por Broch, y de Neumann-Thiesen.

Conviene recordar aquí, para comprender mejor la exclusión que del último de éstos haremos más abajo, que en el método de Neumann se eliminan los errores de las magnitudes de comprobación, mientras que en el de Broch es necesario determinarlos.

Respecto al problema práctico del calibrado, esto es, al conjunto de medidas necesarias para comparar entre sí las diversas porciones del hilo cuyo estudio se emprende, circunscribiéndonos ya al objeto de la presente Nota, ha obtenido múltiples soluciones, casi todas fundadas en la teoría del puente de Wheatstone. El procedimiento que hoy proponemos se funda en el empleo del puente doble de Lord Kelvin, y presenta grandes ventajas, siempre que se trate de calibrar un hilo independiente de todo aparato, y al cual pueda fácilmente acomodarse el número de contactos móviles que requiere.

De dos maneras puede ponerse en práctica este método: bien utilizando un puente doble de pequeñas resistencias y eligiendo la resistencia de comparación sobre el brazo conocido del puente, bien montando un puente especial con el que se comparan secciones diferentes del mismo hilo. Para un mismo hilo é igual número de puntos principales, $n+1$, el primero requiere tantas ecuaciones de condición, y por ende tantas medidas, como indica la suma de la serie natural de los números desde 2 á $n$, $\frac{(n-1)(n+2)}{2}$, mientras que el segundo solamente exige $\frac{\left(\frac{n}{2}-1\right)\left(\frac{n}{2}+2\right)}{2}$, ó sea la suma de la serie natural desde 2 á $\frac{n}{2}$; así para $n = 20$ el número de medidas en el primer caso es de 209 y en el segundo se reducen á 54. Esta simplificación está en parte contrarrestada, porque en aquél puede resolverse el sistema de ecuaciones de condición por el método de Neumann-Thiesen, mientras que en éste es necesario emplear el más complicado de Broch; pero es necesario no olvidar que este último es más perfecto que el primero.

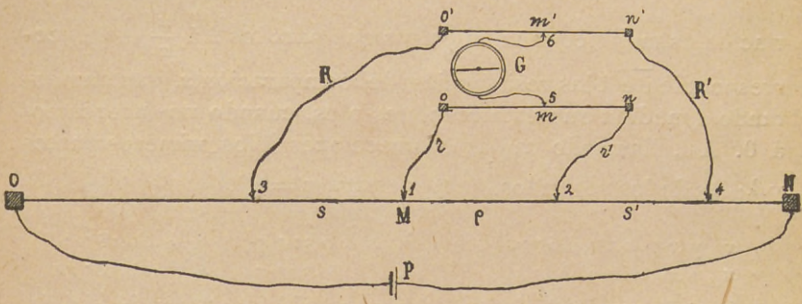
La primera disposición es fácil de comprender y no exige más aclaraciones. Ha sido puesta en práctica con habilidad muy superior á su escasa pericia, durante el presente curso, por los alumnos de electricidad y magnetismo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, Sres. Gutiérrez del Olmo y Carrasco, auxiliados por el encargado de cursos prácticos, Sr. Suárez Inclán. El hilo, objeto del problema, era de *maillechort*, de $0,^{mm}8$ de diámetro y 190 cm. de longitud; el número de puntos principales elegidos, 21; el puente utilizado fué el modelo industrial de Carpentier, al cual este constructor asigna una aproximación de 0,01 en el caso más favorable; el galvanómetro, un modelo Deprez-Arsonval, de resistencia 200 $\omega$ y constante $2{,}5 \cdot 10^{-6}$, construído por la misma casa; los contactos se establecían con pequeñas cápsulas de mercurio hechas en madera; por último, las longitudes se medían con una regla de madera de Faber, cuyos errores de división alcanzaban á $0,^{mm}1$. No obstante estas malas condiciones, el error probable de una determinación era inferior á $0,^{mm}1$.

La segunda disposición merece que nos detengamos más en ella. Sea $O\,N$ el hilo que se desea calibrar. Montemos un puente doble, en el cual los brazos $R$ y $R'$ han de ser iguales, así como los $r$ y $r'$; esta condición es indispensable, porque en virtud de la ecuación equilibrio de este puente se ha de tener

$$(s\,R' - s'\,R)\,(r + r' + \rho) = \rho\,(R\,r' - R'\,r);\ (R\,r' - R'\,r) = o$$

y por otra parte la naturaleza del problema que abordamos exige que $s = s'$; de donde $R = R'$ y $r = r'$. Para realizar esta condición coloquemos cuatro resistencias aproximadamente iguales, dos á dos, en los extremos de dos hilos auxiliares $o\ n$ y $o'\ n'$, y unamos los contactos 1-3, 2-4; coloquemos luego el contacto 5 en el punto medio de la longitud $o\ n$ y equilibremos el puente moviendo el contacto 6. Hecha la lectura correspondiente, invirtamos los brazos $R$ y $R'$, uniendo 1-4, 2-3; el equilibrio se restablecerá para una nueva posición del contacto 6, y la posición media corresponderá al centro de la resistencia $R + R'$. Fijo el 6 en dicho punto, el equilibrio quedará restablecido cuando 5 divide la resistencia total $r + r'$ en dos partes iguales.

Dispuesto así el puente, se procede al calibrado del hilo tomando las resistencias de comparación en la primera mitad $O\,M$ á




partir siempre del punto $M$, en el cual se coloca el contacto 1. Así, siendo $n + 1$ los puntos principales elegidos, se tomará una porción $s$ á partir de $M$ igual á $\frac{O\,N}{n}$ en cuyos extremos se colocan los contactos 1, 3. Sobre la otra mitad iremos tomando, con los contactos 2 y 4, porciones $s'$ de igual resistencia que $s$, de tal manera que las sucesivas distancias de 2 á $M$, $P'$ sean $0 \cdot \frac{O\,N}{n}$, $1 \cdot \frac{O\,N}{n}$, $2 \cdot \frac{O\,N}{n}$ ..... $\left(\frac{n}{2} - 1\right) \frac{O\,N}{n}$.

La distancia 1-3 se hace luego igual á $2 \cdot \frac{O\,N}{n}$, y se repite la operación tomando $\rho$ sucesivamente igual á $0 \cdot \frac{O\,N}{n}$, $1 \cdot \frac{O\,N}{n}$ ..... ..... $\left(\frac{n}{2} - 2\right) \frac{O\,N}{n}$. Se sigue de esta manera hasta que $s = \left(\frac{n}{2} - 1\right) \frac{O\,N}{n}$.

El conjunto de las $\frac{\left(\frac{n}{2} - 1\right)\left(\frac{n}{2} + 2\right)}{2}$ ecuaciones que así resultan nos darán las correcciones de los puntos $\frac{n}{2} + 1$, $\frac{n}{2} + 2$, $\frac{n}{2} + 3$ ..... $n$, y de los $\frac{n}{2} - 1$, $\frac{n}{2} - 2$, $\frac{n}{2} - 3$ ..... 2, en el sistema de corrección $[M \cdot N]$, esto es, tomando para unidad la resistencia media del segmento $MN$. Para pasar al sistema $[O \cdot N]$ nos bastará determinar la corrección, en este sistema, del punto $M$, ó lo que es lo mismo, dividir $ON$ en dos partes de igual resistencia.

Los errores probables de cada una de las correcciones no son iguales. Para los puntos comprendidos entre $\frac{n}{2} + 1$ y $n$ su variación es muy pequeña, mientras que para los 2 á $\frac{n}{2} - 1$, correspondiente á las resistencias de comparación $s$, van aumentando á medida que ésta crece; esto es, cuando nos acercamos á 0. Así, llamando $x_i$ las corrrecciones á los primeros puntos y $\lambda_i$ las de los segundos, se tiene para $n = 20$.

| | | |
|---|---|---|
| $x_{12}$ y $x_{20}$ ..... $0{,}416 \cdot r$ | $\lambda_{10}$ ..... $0{,}31 \cdot r$ | $\lambda_5$ ..... $0{,}48 \cdot r$ |
| $x_{13}$ » $x_{19}$ ..... $0{,}401 \cdot r$ | $\lambda_9$ ..... $0{,}32 \cdot r$ | $\lambda_4$ ..... $0{,}58 \cdot r$ |
| $x_{14}$ » $x_{18}$ ..... $0{,}387 \cdot r$ | $\lambda_8$ ..... $0{,}37 \cdot r$ | $\lambda_3$ ..... $0{,}65 \cdot r$ |
| $x_{15}$ » $x_{17}$ ..... $0{,}376 \cdot r$ | $\lambda_7$ ..... $0{,}41 \cdot r$ | $\lambda_2$ ..... $0{,}76 \cdot r$ |
| $x_{16}$ » $x_{16}$ ..... $0{,}379 \cdot r$ | $\lambda_6$ ..... $0{,}46 \cdot r$ | |

$r$ es el error probable de una observación.

Ahora se comprenderá por qué decíamos más arriba que las resistencias de comparación han de tomarse siempre á partir de $M$. De esta manera las correcciones cuyo error probable es más grande corresponden á los primeros puntos principales, que son precisamente los menos utilizados y los que, por tanto, presentan menor interés.

## RESUMEN DE TEMPESTADES ELÉCTRICAS EN 1903, CON ALGUNAS INDICACIONES SOBRE LO MISMO, *por* **Victoriano Fernández Ascarza.**

El estudio de las tormentas registradas en dos años, por muy minucioso que sea, no ofrece suficientes garantías de acierto para la deducción de conclusiones definitivas en materia de suyo veleidosa. No es mi propósito formularlas todavía; ocasión propicia habrá de hacerlo cuando el tiempo permita acumular observaciones de más años. Pero es ocasión, á mi juicio, de hacer breve resumen de lo ocurrido en los seis meses de observación de 1903, como antes lo hice de las verificadas en 1902.

No estará demás advertir que en la recopilación de datos y