

Vemos, pues, que el problema resuelto en el capítulo anterior es un caso particular del teorema de Abel, como decimos al empezar este capítulo. Vemos, además, que la generalidad de este teorema es muy grande, pues se aplica, no sólo á las funciones elípticas, sino á las abelianas en general. Por último, la ecuación (6) subsiste, siendo las raíces de cualquier especie: reales ó imaginarias, sencillas ó complejas.

Si hemos, por consiguiente, de sacar partido de la gran generalidad de este teorema, es preciso indicar de un modo claro lo que se entiende por una integral de esta forma

$$\int_0^{\infty} \frac{a + b \sqrt{-1}}{\Delta x} dx$$

expresión que hasta ahora no tiene sentido para nosotros.

El sentido de las integrales, tomadas entre límites imaginarios, será objeto de la segunda parte, que exponemos á continuación, y en la cual damos á conocer las funciones elípticas bajo un nuevo aspecto, el de funciones de variable imaginaria.

MEDICIONES ELECTRICAS ⁽¹⁾

(CONTINUACIÓN)

18. Diferencias de aislamiento en un conductor.

Para determinar la diferencia de aislamiento en dos trozos ó secciones de un mismo conductor, ó sea su aislamiento comparativo, es preciso dividirlo en un punto intermedio.

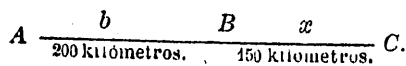


Fig. 40.

Sea el conductor AC , que tiene 350 kilómetros de longitud (fig. 10), y B la estación ó punto de división que dista 200 kilómetros de A y 150 de C .

Se mide el aislamiento total de ABC aislando el extremo C , y nos dará un número a de unidades.

Después se mide el trozo AB aislando el extremo en B , cuyo resultado designaremos por b .

Obtendremos el valor de x , aislamiento del trozo BC , por la fórmula

$$x = \frac{ab}{b-a}$$

Supongamos que la resistencia hallada para a , aislamiento total del conductor ABC , sea de 6.000 unidades, y el aislamiento de b , trozo AB , de 8.500 unidades.

Aplicando la fórmula, el valor x del aislamiento del trozo BC será:

$$x = \frac{6.000 \times 8.500}{8.500 - 6.000} = 20.400 \text{ ohmios.}$$

El aislamiento kilométrico del trozo AB (200 kilómetros), es

$$8.500 \times 200 = 1.700.000 \text{ ohmios,}$$

y el de BC (150 kilómetros)

$$20.400 \times 150 = 3.060.000 \text{ ohmios;}$$

de donde se deduce que el trozo BC tiene mejores condiciones de aislamiento que el AB .

19. Distancia á una derivación.

La determinación de la distancia á que se encuentra una derivación, ó pérdida de corriente de un conductor, puede resolverse de varios modos, según los medios con que se cuente para verificar los ensayos.

(1) Véase el número anterior.

PRIMER CASO.—Se dispone de otro conductor auxiliar para hacer las pruebas.

Las clavijas del conmutador general, como indica la fig. 11.

Un polo de la pila á F y el otro á tierra.

El galvanómetro, en su posición normal, entre E y D .

El hilo Mm á la borna C y el hilo auxiliar á la borna D , formando el anillo, haciendo unir los extremos m y n en la otra estación.

El puente queda dispuesto en la forma siguiente: AB y AD , lados fijos; tercer lado, BC y el trozo desconocido Md , y el cuarto lado se compone del hilo auxiliar Nn , más la parte del hilo principal comprendida entre m y d .

Se conoce S , suma de la resistencia normal de los hilos Mm y Nn , así como también la longitud L del anillo.

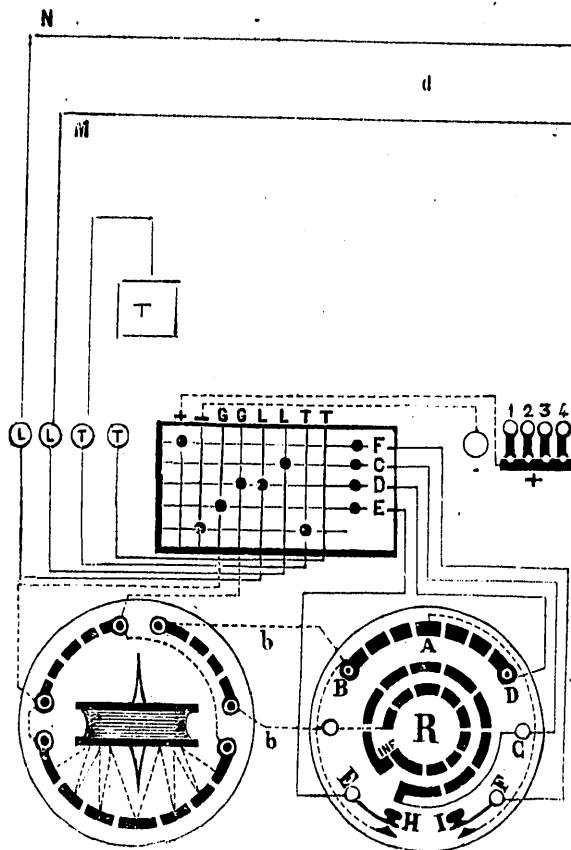


Fig. 11.

Dando los valores r y r' á los lados fijos del puente, incluidas en R las resistencias necesarias para el equilibrio, y conociendo S , resistencia de los dos hilos Mm y Nn , entre los cuatro lados del puente existirá la proporción

$$r : r' :: R + Md : S - Md;$$

de la que

$$Md = \frac{rS - r'R}{r + r'}.$$

Si las resistencias de los lados fijos son iguales, ó $r = r'$, tendremos

$$Md = \frac{S - R}{2}.$$

Supongamos que la resistencia normal S de los dos hilos Mm y Nn sea de 500 ohmios, y que ha sido preciso incluir en R 240 ohmios, además del valor S del anillo, para obtener el equilibrio

$$Md = \frac{500 - 240}{2} = 130 \text{ ohmios}$$

resistencia de la derivación.

Si la longitud de los hilos que forman el anillo es, por ejemplo, de 140 kilómetros, obtendremos la distancia á la derivación por medio de la proporción,

$$500 : 140 :: 160 : x,$$

de donde

$$x = \frac{140 \times 160}{560} = 40 \text{ kilómetros,}$$

distancia de M al punto d .

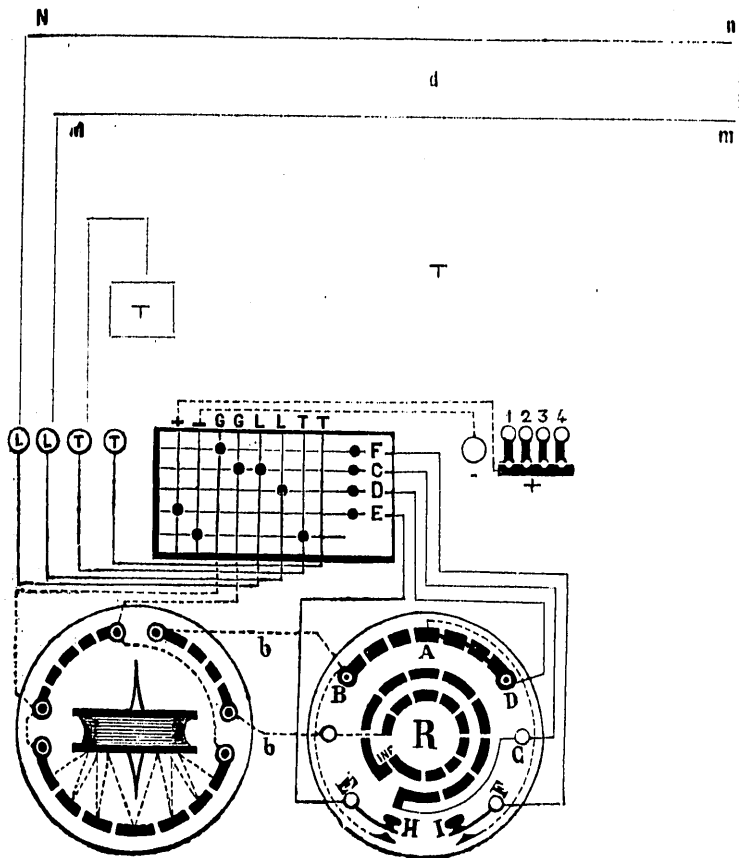


Fig. 12.

Otro método.—Se determina también la distancia a una derivación, cuando se dispone de un hilo auxiliar, por otro método.

La fig. 12 marca las posiciones de las clavijas del conmutador general, quedando dispuestas las comunicaciones en la forma siguiente:

Mm , hilo principal unido a la borna D del puente;

Nn , hilo auxiliar empalmado a la borna C , que es la posición de los hilos para medir una resistencia por el método del anillo.

Un polo de la pila a E y el otro a tierra.

El galvanómetro entre las bornas F y C .

Téngase en cuenta que la pila y el galvanómetro están invertidos, y, por consiguiente, es preciso bajar la llave H antes que la I .

En la otra estación se empalman los extremos $m n$.

Se anulan las resistencias del lado fijo $A D$, poniendo todas las clavijas, y queda formado el puente del modo siguiente: $B A$ y $B C$ ó R , lados fijos; $M d$, tercer lado; y $N n$, más el trozo $m d$ cuarto lado.

Se supone conocida la longitud L , distancia entre las dos estaciones, y S suma de la resistencia normal de los dos hilos $M m$ y $N n$.

Si la resistencia S de los dos hilos es superior a 1.000 ohmios, se incluyen en el lado fijo $B A$ 1.000 unidades, y si es inferior, 100.

Obtenido el equilibrio, de la proporción que debe existir entre los cuatro lados del puente, conocemos los valores de $B A$, $B C$ ó R , y S , y podemos deducir el del trozo $M d$ por la proporción

$$B A : R :: M d : S - M d,$$

de donde

$$M d = \frac{S \times B A}{B A + R}.$$

La distancia a la derivación $M d$ se hallará dividiendo la resistencia que ha resultado entre los puntos M y d por la resistencia kilométrica del conductor $M m$.

Sean $L = 70$ kilómetros, distancia entre las dos estaciones.

S , resistencia normal de los dos hilos, $280 + 280 = 560$ ohmios.

Lado del puente, $B A = 100$.

$R = 250$.

$$x \text{ ó } M d = \frac{560 \times 100}{100 + 250} = 160 \text{ ohmios.}$$

$$\text{Resistencia kilométrica de } M m = \frac{280}{70} = 4 \text{ homios.}$$

$$\text{Distancia de } M \text{ a } d = \frac{160}{4} = 40 \text{ kilómetros.}$$

SEGUNDO CASO.—Pueden hacerse pruebas desde los dos extremos ó estaciones y no se dispone de otro hilo auxiliar.

Son conocidas la resistencia normal R del conductor $A C$ (fig. 13) y su longitud L .

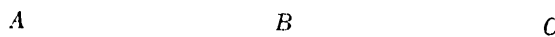


Fig. 13.

En la estación A se disponen las comunicaciones como en la fig. 6.

Aislando el extremo C se mide la resistencia, que comprenderá el trozo $A B$ y la derivación $B T$ y nos dará a unidades.

Sea x la resistencia correspondiente al trozo $A B$, y d la de la derivación $B T$; tendremos

$$a = x + d \quad (1).$$

Desde la estación B se practica la misma operación aislando el extremo A y midiendo el trozo $B C$ y la derivación $B T$, que nos dará b unidades ó sea

$$b = B C + B T;$$

y como

$$B C = A C - A B = R - x$$

y

$$B T = d,$$

resulta

$$b = R - x + d \quad (2)$$

restando la (2) de la (1) para eliminar la resistencia d , tendremos

$$a - b = x - R + x,$$

de la cual

$$2 x = a - b + R$$

y

$$x = \frac{a + R - b}{2} \quad (3),$$

que es la resistencia del trozo de hilo $A B$, en cuyo punto se encuentra la derivación.

Para averiguar la distancia de A al punto B , donde se encuentra la derivación, conocemos R y L , resistencia y longitud

entre A y C y también $x \left(\frac{a + R - b}{2} \right)$, resistencia de $A B$ que designaremos por r .

Como la longitud de un conductor de igual diámetro es proporcional a su resistencia,

$$A B : A C :: r : R$$

de donde

$$A B = \frac{A C \times r}{R}$$

Sean $L = 70$ kilómetros de longitud del conductor AC ;
 $R = 280$ ohmios, resistencia normal del conductor AC ;
 $a = 500$ ohmios, resistencia del trozo AB y de la derivación BT , midiendo desde A y aislando el extremo C ;
 $b = 360$ ohmios, resistencia del trozo BC y de la derivación, BT , midiendo desde C y aislando A ;

$$x = \frac{490 + 280 - 360}{2} = 160 \text{ ohmios.}$$

Distancia de A á B punto de la derivación:

$$x = \frac{70 \times 160}{280} = 40 \text{ kilómetros.}$$

TERCER CASO.—Sólo pueden hacerse pruebas desde un extremo y no se dispone de otro hilo auxiliar.

Son conocidas la longitud L del conductor y su resistencia R . Aislado el conductor en C (fig. 13) se mide desde A el trozo AB y la derivación BT , que nos dará un número a de unidades.

Llamando x á la resistencia del trozo AB y d á la de la derivación BT ,

$$a = x + d$$

de donde

$$d = a - x \quad (1).$$

Dando tierra al conductor en el extremo C , se mide de nuevo y resultarán c unidades, cuya resistencia comprende el trozo AB , más los dos trozos BT y BC que comunican con tierra, y tendremos

$$c = x + \frac{d(R-x)}{d+(R-x)} \quad (2)$$

poniendo el valor de d

$$c = x + \frac{(a-x)(R-x)}{(a-x)+(R-x)}$$

de donde resulta

$$x = c - \sqrt{(a-c)(R-c)}$$

resistencia del trozo ABT .

Sean $L = 70$ kilómetros, longitud del conductor AC ;
 $R = 280$ ohmios, resistencia normal del conductor.
 $a = 400$ ohmios, resistencia del trozo AB y de la derivación BT , aislando el extremo C ;
 $c = 240$ ohmios, resistencia del trozo AB y de los trozos BT y BC que comunican con tierra;

$$x = 240 - \sqrt{(400 - 240)(280 - 240)} = 160 \text{ ohmios.}$$

La distancia en kilómetros desde A á la derivación se obtiene dividiendo el valor de x por la resistencia kilométrica del conductor.

$$\text{El conductor tiene } 70 \text{ kilómetros } \frac{280}{70} = 4 \text{ ohmios;}$$

$$x = \frac{160}{4} = 40 \text{ kilómetros}$$

distancia desde A á la derivación.

(Se continuará.)

FLORENCIO ECHENIQUE.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA INGENIERÍA SANITARIA

POR D. PEDRO GARCÍA FARIA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

(CONTINUACIÓN)

El saneamiento de los pantanos sitos entre Ravena y Venecia, fué comenzado por los etruscos, comprendía la extensión de 120 kilómetros y se practicaba á beneficio de dos canales llamados *fossae Claudia* el que saneó la Polinesia, y el otro *fossae Philistina*; por no haberse conservado debidamente ambos, se obstruyeron, de suerte que la insalubridad se apoderó de todos estos terrenos, excepto la Polinesia, cuyos regadíos se practican en la misma forma que veinte siglos atrás.

El saneamiento de las marismas Pontinas, causa de la malaria que tan perniciosa es para la salud de los romanos, ha preocupado á éstos constantemente y en todas las épocas. La campaña que rodea la más interesante de las urbes era designada bajo el nombre de *Agër Romanus* y comprendía 200.000 hectáreas más ricas y salubres que hoy día; tanto, que en ellas había 52 poblaciones importantes, como Populonia, Aucedonia, Saturnia, Ruscellæ, Volaterra, Follonica, Groneto y Ortebello, rodeadas todas de campos bien cultivados que, por abandono é incuria, han sido y son actualmente presa de la insalubridad y convertidos en yermos desiertos, interrumpidos por pantanos que se suceden desde Pietrasanta á Viareggio y desde Livorno á Terracina.

Las lagunas Pontinas alcanzan una longitud de 42 kilómetros por un ancho de 18, siendo una de las principales, si no la más importante causa de la insalubridad de Roma; ya hemos dicho que allí había antiguamente poblaciones notables, reduciéndose dichas lagunas á un solo lago y un pantano pequeño denominado Pontia, que ha dado nombre á la comarca. No quiere esto decir que Roma fuese sana, porque la malaria existía entonces y subsiste aún en terrenos secos en apariencia, y en los que la humedad y la poca profundidad á que se encuentra la capa acuosa permite los procesos de descomposición orgánica que originan la terrible fiebre palúdica. Numa, Cicerón, Vitruvio, Séneca, Silus, Itálicus y muchos otros sabios de la antigüedad, proclaman la insalubridad de Roma, que no era tan considerable, sin embargo, como lo es en la actualidad.

Los primeros trabajos para saneamiento de las lagunas Pontinas, se emprendieron, según parece, en el año 300 antes de Jesucristo, continuándolos, al decir de Tito Livio, el cónsul Cornelio Cethegus, cuyos trabajos fueron coronados por un éxito brillante, al extremo que se fertilizaron muchos terrenos, que daban anualmente hasta cuatro cosechas, por lo que adquirieron crecido precio.

La muerte de César y las guerras que estallaron en varios puntos del imperio, enemigas implacables como siempre del progreso, fueron causa de que las obras de saneamiento no se prosiguieran ni conservaran, por lo que la insalubridad y la muerte dominó nuevamente en aquel desventurado país.

Cuando los albores de la paz iluminaron con sus fecundantes rayos el orbe conocido, Augusto continuó la humanitaria obra de sus predecesores, abriendo al efecto en la vía Apia un canal de navegación y saneamiento por el que discurrían barcas arrastradas por caballerías, que recibió su nombre y del que se conservan aún algunos restos, obras que produjeron tan benéficos resultados que gran parte de los terrenos quedó sembrada de villas encantadoras. Gracias á haberse decretado un edicto que prescribía la limpia anual de los canales, pudieron conservarse las obras en buen estado durante mucho tiempo; pero en los siglos IV y V de nuestra era la situación fué empeorando más y más, debiéndose la regeneración sanitaria del país á una resolución adoptada en 530 por Teodorico, quien confirió al patricio Decius la propiedad del suelo que saneara, lo cual fué causa de