

Dirección General de Preparación  
DE CAMPAÑA

---



REGLAMENTO  
PARA LA INSTRUCCION  
TECNICA DEL PERSO-  
NAL DE TELEGRAFIA  
:- : ELECTRICA :- :

.S.

3

1928

LLERES DEL  
E LA GUERRA





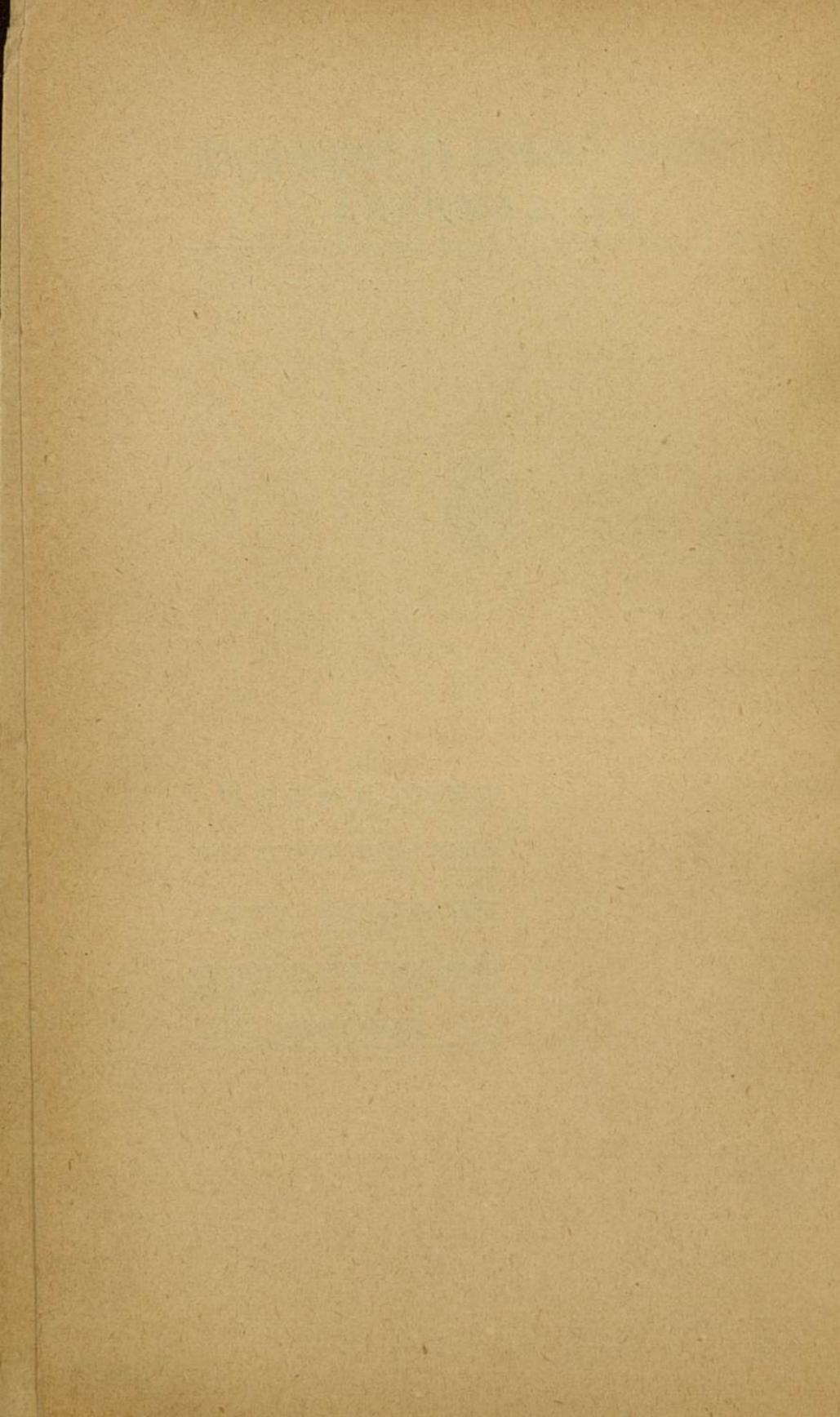
# Dirección General de Preparación DE CAMPAÑA

---



REGLA M E N T O  
PARA LA INSTRUCCION  
TECNICA DEL PERSO-  
NAL DE TELEGRAFIA  
: - : ELECTRICA : - :

1928



# Dirección general de Preparación de C a m p a ñ a

## REGLAMENTO

*Circular.* Excmo. Sr.: En cumplimiento a lo dispuesto por la Real orden circular de 3 de diciembre de 1924 (*D. O.* núm. 275), el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien aprobar con carácter provisional el «Reglamento para la instrucción técnica del personal de telegrafía eléctrica», debiendo constituir este cuerpo de doctrina un solo libro y empezar a regir los preceptos en él contenidos a partir de la fecha de su publicación, de conformidad con las siguientes normas:

a) La instrucción de los aspirantes a telegrafistas habrá de ser exclusivamente práctica, limitándose al conocimiento de la nomenclatura y manejo de los distintos aparatos reglamentarios para el servicio de las líneas militares, enseñado siempre a la vista del material.

b) A la instrucción de los aspirantes a jefes de estación, se aplicarán las enseñanzas contenidas en los capítulos o partes de ellos, en los que los conceptos que comprenden se hallan precedidos de la letra A.

c) Los aspirantes a jefes de destacamento, habrán de ampliar su instrucción y conocimientos con las enseñanzas contenidas en los capítulos o partes de ellos, en que los conceptos a que hacen referencia se hallan precedidos de la letra B.

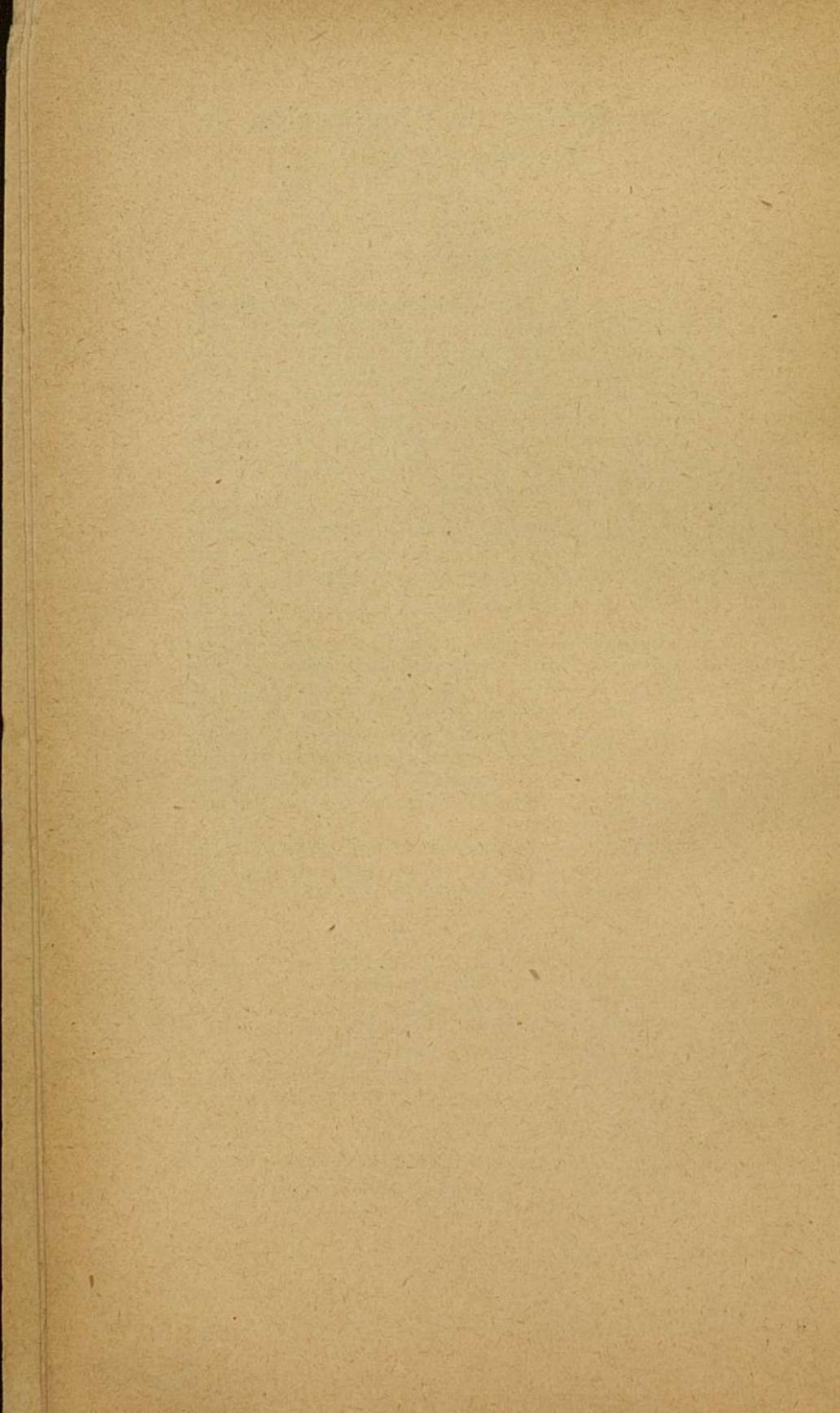
d) Para el ascenso a suboficial de los jefes de destacamento, habrán de hallarse en posesión de los conocimientos incluídos en los capítulos señalados con la letra C.

Es, asimismo, la voluntad de S. M., que por el Depósito de la Guerra se proceda a la impresión y tirada de 3.000 ejemplares del referido reglamento, el cual será puesto a la venta al precio unitario que posteriormente se determine, de acuerdo con la oportuna propuesta para el caso del mencionado establecimiento.

De Real orden lo digo a V. E. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. E. muchos años.  
Madrid, 28 de octubre de 1927.

El Ministro de la Guerra,  
DUQUE DE TETUÁN

Señor...



Ponencia que ha redactado este  
Reglamento

---

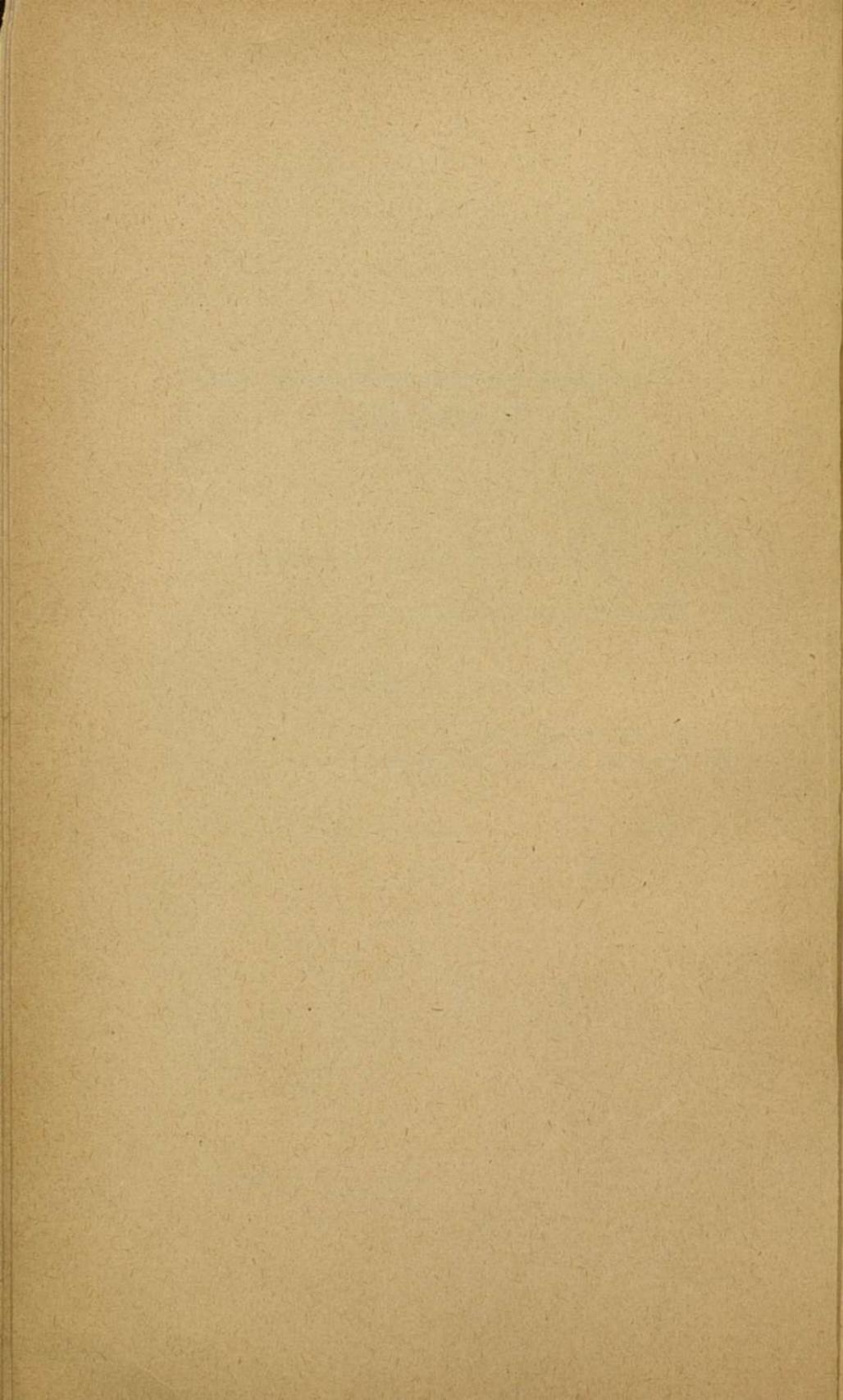
*Teniente Coronel de Ingenieros*

D. Julio Guijarro García-Ochoa.

*Capitanes de Ingenieros*

D. Ricardo López López.  
D. Leopoldo Sotillos Rodríguez.

---



# INDICE

## PARTE PRIMERA.—ELECTRICIDAD

### CAPITULO PRIMERO

#### ELECTRICIDAD ESTATICA

Págs.

- A) 1. Electricidad debida al frotamiento.—2. Cuerpos electrizados. Péndulo eléctrico. Electrificación por contacto.—3. Electricidades positiva y negativa.—4. Cuerpos aisladores y conductores.—5. División de la electricidad..... 3
- B) 6. Hipótesis acerca de la naturaleza de la electricidad.—7. Distribución de la electricidad estática en los conductores.—8. Cantidad de electricidad. Carga.—9. Tensión eléctrica o potencial.—10. Depósito común.—11. Propiedad de las puntas. Viento eléctrico.—12. Capacidad.—13. Electrificación por influencia o inducción estática.—14. Modo de producirse la electrificación por influencia.—15. Condensación de la electricidad.—16. Condensadores.—17. Botella de Leyden.—18. Acoplamiento de los condensadores..... 4

### CAPITULO II

#### ELECTRICIDAD DINAMICA

- A) 19. Corriente eléctrica.—20. Circuito eléctrico.—B) 21. Fuerza electromotriz.—22. Intensidad de corriente.—23. Resistencia eléctrica.—24. Ley de Ohm.—25. Problemas que resuelve la ley de Ohm.—26. Agrupamiento de los conductores.—17. Circuitos derivados. Derivación ..... 11

### CAPITULO III

#### PILAS

Págs.

- A) 28.—Definición.—29. Pila Leclanché, reglamentaria en la telegrafía militar española.—30. Modelos de pila Leclanché de vaso poroso y de aglomerado.—31. Vuelta por tierra.—32. Agrupamiento de las pilas.—33. Modo de preparar una pila.—34. Entretenimiento de las pilas ..... 17
- B) 35. Teoría química de la pila.—36. Polarización y despolarizantes.—37. Empleo del zinc amalgamado.—38. Constantes de una pila.—39. Corriente que produce una pila.—40. Aplicación de la ley de Ohm al montaje de pilas en serie.—41. Aplicación de la ley de Ohm al montaje de pilas en paralelo.—42. Aplicación de la ley de Ohm al montaje de pilas mixto.—43. Elección del agrupamiento más conveniente.—44. Montaje en cascada o Escala de Amsterdam.—45. Montaje para servir varios circuitos derivados.—46. Cortocircuito.—47. Pila Daniell.—48. Pila Callaud.—49. Pila Lalande y Chaperón.—50. Elección de tipo de pila.—51. Pilas secas.—52. Pila Helleseus. .... 21

### CAPITULO IV

#### ACUMULADORES

- A) 53. Definiciones.—54. Funcionamiento. Carga y descarga ..... 37
- B) 55. Teoría del acumulador.—56. Formación natural.—57. Formación artificial.—58. Acumuladores mixtos.—59. Acumuladores Edison de ferroníquel.—60. Disposiciones prácticas de los acumuladores.—61. Instalación de baterías.—62. Carga.—63. Descarga.—64. Entretenimiento.—65. Conservación de baterías descargadas.—66. Sulfatación de las placas. Modo de remediarla ..... 37

## PARTE SEGUNDA.—MAGNETISMO Y ELECTRO- MAGNETISMO

### CAPITULO V

#### IMANES

Págs.

- A) 67. Imán natural o piedra imán.—68. Imanes artificiales.—69. Elementos de un imán. 70. Acción de la tierra sobre los imanes.—71. Acciones mutuas entre los imanes.—72. Imanación por influencia.—73. Magnetismo remanente y fuerza coercitiva.—74. Imanes permanentes y temporales ..... 49
- B) 75. Campo magnético. Líneas de fuerza. Espectro magnético.—76. Permeabilidad magnética.—77. Distintas formas de imanes.—78. Conservación de los imanes.—79. Hipótesis acerca del magnetismo.—80. Modo de obtener imanes artificiales ..... 51

### CAPITULO VI

#### ELECTROMAGNETISMO

- A) 81. Solenoide.—82. Electroimán. Núcleo y bobina ..... 55
- B) 83. Polaridad de los solenoides. Regla del sacacorchos.—84. Disposiciones prácticas de los electroimanes.—85. Acción de un campo magnético sobre una aguja imanada.—86. Acción de una corriente sobre un imán.—87. Acción de un imán sobre una corriente.—88. Galvanoscopios. De cuadro fijo. De cuadro móvil.—89. Modo de aumentar la sensibilidad de los galvanoscopios. Par astático.—90. Galvanómetros. 91. Amperímetros.—92. Voltímetros.—93. Medida de la resistencia de un circuito eléctrico. 55

### CAPITULO VII

#### INDUCCION ELECTROMAGNETICA

- B) 94. Definición.—95. Corrientes inducidas por otras corrientes.—96. Corrientes inducidas por imanes.—97. Autoinducción.—98. Extracorriente de cierre.—99. Extracorriente de apertura. 63

PARTE TERCERA.—TELEGRAFIA DE  
CAMPAÑA

CAPITULO VIII

GENERALIDADES

Págs.

- A) 100. Telegrafía. Telegrama. Telégrafo. Estación telegráfica.—101. Distintos medios de transmisión.—102. Aparatos telegráficos. Su clasificación.—103. Clasificación de los sistemas de telegrafía eléctrica con hilos.—104. Teoría del telégrafo eléctrico ..... 69

CAPITULO IX

ALFABETO MORSE

- A) 105. Representación de las letras. Letras contrarias y recíprocas.—106. Representación de las cifras.—107. Representación de los signos de puntuación y convencionales.—108. Ejercicios de instrucción.—109. Manipulador de instrucción y reglas para su empleo..... 73

CAPITULO X

DESCRIPCION DE LA ESTACION REGLAMENTARIA

- A) 110. Partes que comprende la estación.—111. Manipulador.—112. Receptor.—113. Tintero sistema Cadavid—114. Parlante.—115. Pararrayos. 116. Conmutador.—117. Galvanoscopio.—118. Bornas de empalme.—119. Caja del aparato Morse.—120. Plancha de tierra.—121. Comunicaciones eléctricas del aparato Morse..... 79

CAPITULO XI

MANEJO DE LA ESTACION DE CAMPAÑA

- A) 122. Regulación y cuidados del manipulador.—123. Regulación y conservación del receptor.—124. Regulación del parlante.—125. Conservación del pararrayos.—126. Conservación del conmutador.—127. Conservación del galvanoscopio.—128. Conservación de las pilas.—129. Cuidados en la toma de tierra ..... 87

## CAPITULO XII

### MONTAJE DEL APARATO MORSE.

Págs.

- A) 130. Para trabajar por línea primera y observar por línea segunda.—131. Para trabajar por línea segunda y observar por línea primera.—132. Para establecer comunicación directa entre ambas líneas sin recibir el despacho.—133. Para establecer comunicación directa entre ambas líneas, recibiendo el despacho.—134. En autorrecepción.—135. En continua.—136 Para probar la línea durante el tendido..... 93

## CPITULO XIII

### MONTAJE DE ESTACIONES

- A) 137. Estación de término.—138. Estación intermedia.—139. Estación central.—140. Dos estaciones con una sola pila.—141. Tres estaciones con una sola pila.—142. Observaciones en el montaje de varias estaciones con una sola pila.—143. Montaje con hilo de vuelta..... 99

## CAPITULO XIV

### AVERIAS EN LAS ESTACIONES DE CAMPAÑA

- A) 144. Generalidades.—145. Falta de circuito al transmitir y recibir.—146. Falta de circuito al transmitir.—147.—Falta de circuito al recibir.—148. Desviación normal al transmitir y exceso de circuito al recibir.—149. Buena transmisión, recibiendo por varios hilos a la vez.—150. Debilidad de circuito al transmitir y recibir..... 105

## CAPITULO XV

### PROTECCION Y VIGILANCIA DE LAS TRANSMISIONES

- B) 151. Protección de las transmisiones propias.—152.—Prueba de aislamiento de una línea telegráfica.—153. Distancia a que se produce una avería.—154. Destrucción de estaciones.—155. Vigilancia de las transmisiones enemigas.—

156. Escucha con Morse.—157. Escucha con teléfono.—158. Escucha con galvanómetro.—159. Escucha sin aparato.—160. Habilitación de estaciones destruídas .....	113
--	-----

**PARTE CUARTA.—TELEGRAFIA CIVIL  
O PERMANENTE**

**CAPITULO XVI**

**APARATOS ACCESORIOS DE ESTACION**

B) 161. Aparatos accesorios de las estaciones permanentes.—162. Pararrayos.—163. Galvanómetros.—164. Conmutadores.—165. Timbres.—166. Relevadores. ....	121
---	-----

**CAPITULO XVII**

**INSTALACION Y MONTAJE DE UNA ESTACION MORSE  
PERMANENTE**

B) 167. Montaje de una estación extrema.—168. Montaje de una estación intermedia.—169. Montaje de una estación intermedia con relevador.—170. Montaje de una estación central.—171. Colocación de aparatos y pilas.—172. Entrada de los hilos en las estaciones.....	129
--	-----

**CAPITULO XVIII**

**ESTACIONES TELEGRAFICAS SISTEMA BREGUET**

C) 173. Descripción del transmisor.—174. Descripción del receptor.—175. Funcionamiento del aparato.—176. Reglas para su uso.—177. Correcciones.—178. Montaje de una estación Breguet...	135
---	-----

**CAPITULO XIX**

**ESTACIONES TELEGRAFICAS SISTEMA HUGHES**

C) 179. Descripción del transmisor.—180. Descripción del receptor.—181. Aparato motor.—182. Funcionamiento del aparato Hughes.—183. Obtención del sincronismo.—184. Montaje de una estación Hughes.—185. Hughes alemán.....	141
---	-----

## CAPITULO XX

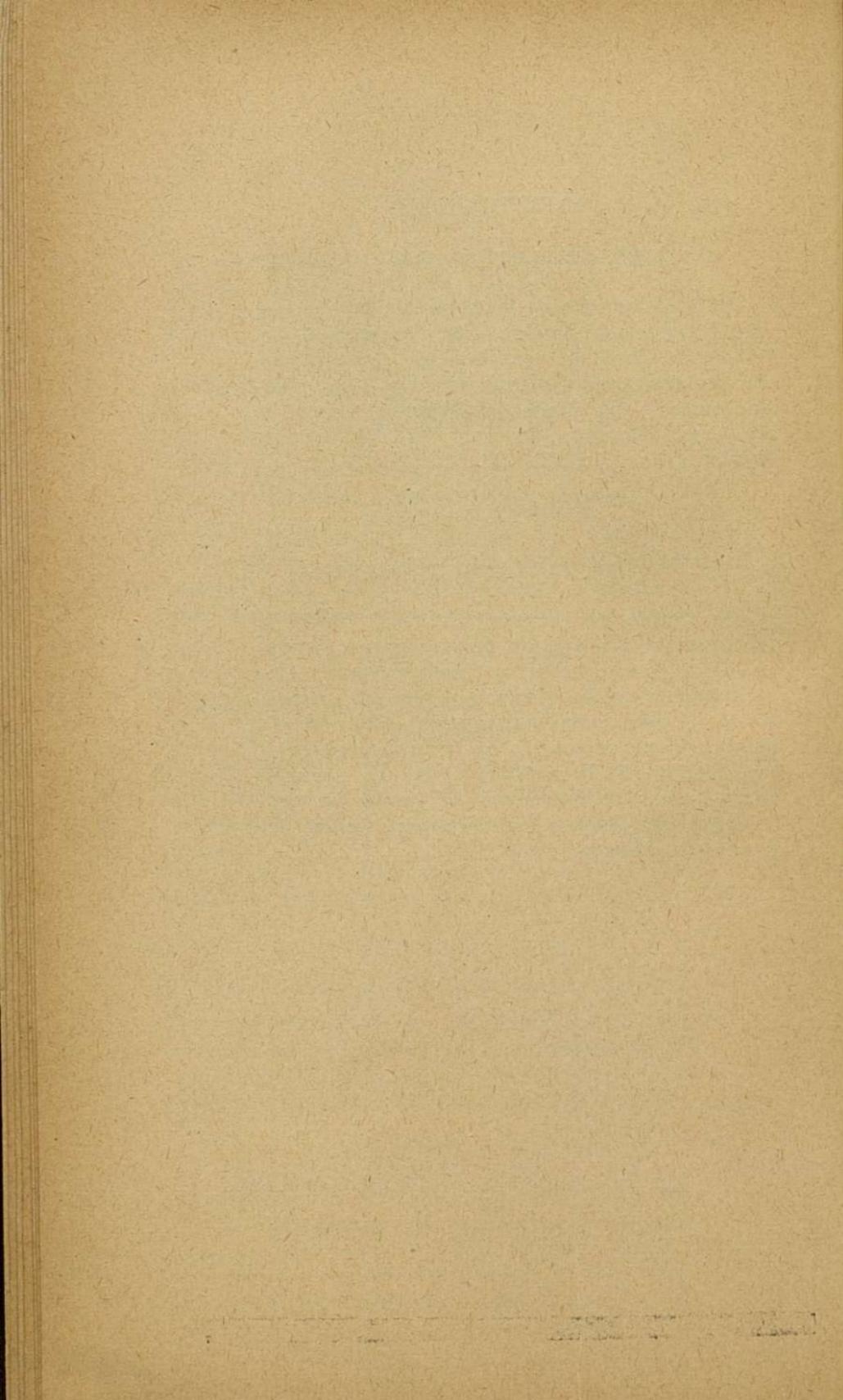
### ESTACIONES TELEGRAFICAS SISTEMA BAUDOT

- C) 186. Fundamento de la telegrafía múltiple.—  
187. Transmisor Baudot.—188. Receptor.—189.  
Funcionamiento del aparato.—190. Inversión.—  
191. Autorrecepción o comprobación.—192. Apa-  
rato motor.—193. Modo de obtener el sincronis-  
mo.—194. Montaje de una estación duplex  
Baudot ..... 151

## CAPITULO XXI

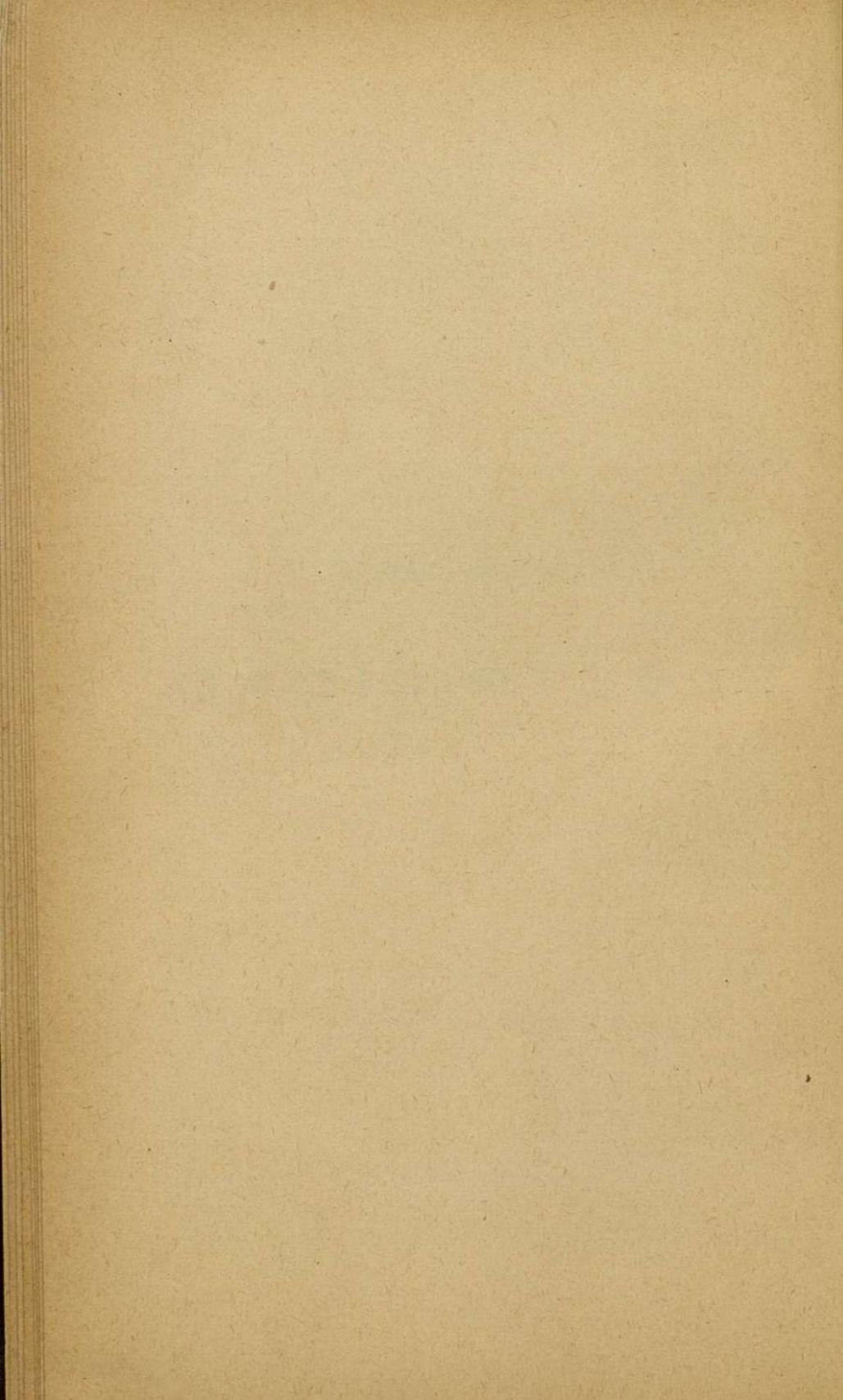
### ANORMALIDADES EN LA TRANSMISION

- C) 195. Causas que la producen.—196. Modo de  
manifestarse las averías de naturaleza electri-  
ca.—197. Localización de averías.—198. De-  
terminación de la distancia a que se encuen-  
tra en la línea una interrupción.—199. Locali-  
zación de una derivación de la línea a tierra.—  
200. Medida de la resistencia de una toma de  
tierra.—201. Determinación del punto de cru-  
ce entre dos hilos.—202. Pruebas diarias del  
estado de transmisión..... 165



PRIMERA PARTE

**ELECTRICIDAD**



## CAPITULO PRIMERO

---

### ELECTRICIDAD ESTÁTICA

A) 1.—*Electricidad debida al frotamiento.* 2.—*Cuerpos electrizados. Péndulo eléctrico. Electrización por contacto.* 3.—*Electricidades positiva y negativa.* 4.—*Cuerpos aisladores y conductores.* 5.—*División de la electricidad.*

1.—Si se frota una barra de ámbar amarillo con un pedazo de seda o de paño, se observa que adquiere la propiedad de atraer a objetos ligeros, tales como pequeños pedazos de papel, trozos de corcho o bolas de médula de saúco. El frotamiento comunica, pues, al ámbar un estado especial denominado eléctrico, llamándose *electricidad* al agente que lo produce, nombre que se deriva del de *electrón*, con el cual se conocía en Grecia el ámbar en la época en que se descubrió su ya citada propiedad. Otros cuerpos adquieren también por frotamiento el estado eléctrico: tales son el vidrio, el lacre, la ebonita, el caucho, etc.

2.—Cuando un cuerpo ha obtenido, por frotamiento, estado eléctrico, se dice que está *electrizado*. Para conocerlo se recurre a un sencillo aparato denominado *péndulo eléctrico* (figura 1.<sup>a</sup>), que consiste en un soporte de vidrio o madera del que pende un hilo de seda que sostiene una bolita de médula de saúco. El cuerpo que se desea ensayar se aproxima a la bolita; y, si está electrizado, la atraerá. Si al ser atraída la bolita toca al cuerpo electrizado, se electrizará también *por contacto*, e inmediatamente será repelida por aquél.

3.—No todos los cuerpos de que antes se ha hablado adquieren al frotarlos la misma clase de electricidad. Para probarlo sirve también el citado péndulo eléctrico, con la única modificación de que sean dos en vez de uno los hilos de seda, sosteniendo cada cual su correspondiente bolita. Si se tocan ambas con una barra de lacre electrizado, se repelen mutuamente y lo mismo ocurrirá si en vez del lacre se emplea una barra de vidrio. Pero si una de ellas se pone en contacto con el vidrio y la otra con el lacre, las bolitas, en vez de repelerse se atraen. Esto último nos indica que las electricidades que el lacre y el vidrio comunican a las bolitas no son iguales, pues si lo fueran, aquéllas seguirían repeliéndose como cuando se electrizaron ambas con la electricidad del lacre o la del vidrio. Todos los demás cuerpos susceptibles de electrizarse por frotamiento, se comportan como el lacre o como el vidrio, por lo que, las dos electricidades citadas se llaman *vítrea o positiva* y *resinosa o negativa*.

Se ha visto antes que cuando las bolitas de medula de saúco quedaban electrizadas por el contacto con el vidrio o el lacre, se repelían, y, en cambio, cuando una era electrizada por el vidrio y la otra por el lacre, se atraían. De aquí se deduce que *las electricidades de igual nombre se repelen y las de nombre distinto se atraen*.

4.—Los cuerpos antes mencionados (vidrio, lacre, ebonita, etc.), se electrizan fácilmente por frotamiento; pero esta electrización sólo la adquieren en la parte frotada, sin que se propague al resto del cuerpo. En cambio, hay otros cuya electrización se extiende rápidamente por toda su masa; tales son los metales, ciertos líquidos, la madera húmeda, el suelo, el cuerpo humano, el de los animales, etc. Los primeros se llaman *aisladores*, por que aíslan la electricidad en el sitio en que se produce, sin dejarla pasar a través de ellos, y los segundos, *conductores* por conducirla a todos los puntos de su masa.

5.—La electricidad producida en un cuerpo por frotamiento y que no se mueve de él, se denomina *estática*, por hallarse en reposo. La electricidad que se halla continuamente en movimiento recibe el nombre de *dinámica*.

B) 6.—*Hipótesis acerca de la naturaleza de la electricidad.* 7.—*Distribución de la electricidad estática en los*

*conductores. 8.—Cantidad de electricidad. Carga. 9.—Tensión eléctrica o potencial. 10.—Depósito común. 11.—Propiedad de las puntas. Viento eléctrico. 12.—Capacidad. 13.—Electrización por influencia o inducción estática. 14.—Modo de producirse la electrización por influencia. 15.—Condensación de la electricidad. 16.—Condensadores. 17.—Botella de Leyden. 18.—Aco-  
plamiento de los condensadores.*

6.—Desde el momento en que se observó que el ámbar frotado adquiría estado eléctrico, se trató de encontrar la razón de este fenómeno. Primeramente se supuso que cada cuerpo poseía una determinada cantidad de electricidad, llamada neutra, por resultar de la unión de proporciones iguales de dos flúidos, positivo o vítreo y negativo o resinoso, que se neutralizaban. Para que el cuerpo se electrizará positiva o negativamente era preciso separar de él el flúido de nombre contrario.

Posteriormente se admitió la existencia en los cuerpos de una determinada cantidad de flúido eléctrico. Si por un procedimiento cualquiera se disminuía dicha cantidad, el cuerpo quedaba electrizado negativamente, y si se aumentaba, la electrización era positiva. Esos dos estados eléctricos se representaban por los signos — y + respectivamente, representación que luego se adoptó para las electricidades resinosa y vítrea, cuando fué deseada la hipótesis de que se trata.

Actualmente, los efectos de la electrización de los cuerpos se explican del modo siguiente: Todo cuerpo está formado de partículas infinitamente pequeñas, y, por lo tanto, imperceptibles a los sentidos. Estas partículas reciben el nombre de átomos. Se supone que cada átomo está normalmente constituido por un núcleo central cargado de electricidad positiva, llamado *ión*, rodeado de partículas cargadas de electricidad negativa denominadas *electrones*. Este conjunto se mantiene unido en virtud de la fuerza de atracción que se ejerce entre la electricidad positiva del ión, y la negativa de los correspondientes electrones, y como sus efectos se contrarrestan, el átomo permanece en estado neutro. En el momento en que se separe del átomo uno o varios electrones, se manifestará en él un exceso de electricidad positiva y quedará electrizado positivamente. Al contrario, si se le agregan uno o varios electrones, tendrá un exceso de electricidad negativa y quedará electrizado negativamente. Así, al frotar una barra de

ámbar con un trozo de seda, un cierto número de electrones del ámbar pasan a la seda, por lo que aquél queda electrizado positivamente. La teoría expuesta se llama *teoría electrónica*.

7.—Se ha dicho que al electrizar a un cuerpo conductor, la electricidad estática se extiende por todo él. Ahora bien, esta electricidad se sitúa única y exclusivamente en la superficie del cuerpo, quedando el interior sin electrizar. Se comprueba esta propiedad por distintos experimentos, entre ellos el que consiste en electrizar una esfera metálica hueca, sostenida por un soporte aislador y provista de un agujero (figura 2). Si por éste se introduce un disco metálico montado en un mango aislador, el cual se llama *plano de pruebas*, hasta que toque a la superficie interior de la esfera, se verá que dicho plano de pruebas no se electriza, lo que indica que en esa superficie interna no existe electricidad. Si se toca la superficie exterior de la esfera, el plano se electriza; luego la electricidad está situada en dicha superficie.

8.—Si se pone un conductor aislado en contacto con una varilla de vidrio electrizada, adquirirá electricidad positiva que, según lo dicho en el párrafo anterior, se extenderá por su superficie. Si nuevamente se pone el conductor en contacto con otro vidrio electrizado, adquirirá más electricidad; por lo tanto, después del segundo contacto, el conductor poseerá mayor cantidad de electricidad que después del primero; entonces se dice que está más *cargado* o que tiene mayor *carga*. Se conoce que un conductor está más cargado que otro porque atrae con más fuerza a la esferilla de saúco del péndulo eléctrico.

La cantidad de electricidad estática o carga de un cuerpo, se mide en *culombios*. Un cuerpo tendrá, por ejemplo, una carga de cinco culombios.

9.—La electricidad estática extendida sobre la superficie de un conductor constituye como una funda formada por infinito número de partículas infinitamente pequeñas, que por ser todas de la misma clase (positivas o negativas), se repelen entre sí. La funda o envolvente que se ha supuesto, se encuentra en las mismas condiciones que un globo de goma en el que se introduce aire a presión. La goma sometida a la presión de ese aire tiende a dilatarse y se estira, es decir, adquiere cierta *tensión*, mayor cuanto más aire se introduzca en el globo. En la electricidad estática que envuelve a

un conductor, la repulsión mutua de sus diversas partículas produce el mismo efecto que la presión del aire en el globo, haciendo que esa electricidad adquiriera también determinada tensión, que será mayor para una misma superficie, cuanto mayor sea la carga. Esta tensión eléctrica es lo que recibe el nombre de *potencial*.

Dos cuerpos de la misma materia y de igual forma, cargados con la misma cantidad de electricidad, adquirirán el mismo potencial.

La unidad de potencial es el *voltio*.

10.—La superficie de la tierra es tan considerable, que la electricidad en ella repartida no tiene tensión ninguna, y se dice por eso que su potencial es cero y se llama a aquélla *depósito común*. Así, todo cuerpo electrizado en contacto con la tierra perderá su electricidad, pues tenderán a igualarse las tensiones de los dos.

11.—La electricidad no se distribuye uniformemente en la superficie de los cuerpos que no sean esféricos. Se acumula en las partes salientes, tanto más cuanto más agudas sean. Así, cuando un conductor cargado termina en punta, en ella se acumulará gran cantidad de electricidad, con lo que la repulsión entre sus partículas será tan grande, que algunas de ellas serán lanzadas a la atmósfera. La electricidad del cuerpo se escapará, pues, por esa punta, de tal manera, que aquél puede llegar a descargarse. Las partículas de electricidad lanzadas al espacio producen una corriente de aire que se llama *viento eléctrico*.

12. Si un globo de goma es mayor que otro, admitirá más cantidad de aire, sin que tenga que ser mayor la tensión de su goma, es decir, sin que ésta tenga que estirarse más en el primer globo que en el segundo. Esto ocurre porque el primer globo tiene más capacidad que el segundo, porque cabe en él más aire. Lo mismo pasa con la electricidad. Si un conductor admite más electricidad que otro sin necesidad de que su tensión sea mayor, es porque tiene más *capacidad*. Así pues, cuanto mayor es la capacidad de un conductor, más cantidad de electricidad admite, conservando la misma tensión o potencial.

La capacidad de un conductor se expresa por el cociente de dividir la cantidad de electricidad que admite por la tensión que adquiere, y se mide en *faradios*. Por ejemplo, si un conductor cargado con 250 culombios adquiere un potencial de 25 voltios, su capacidad

será  $\frac{250}{25} = 10$  faradios, y un conductor de un faradio de capacidad será aquel que con un culombio adquiere un potencial de un voltio (1).

13.—Un cuerpo electrizado puede electrizar a otro conductor sin necesidad de tocarlo. Basta mantenerlo cerca de él. Este modo de producir electricidad se denomina *electrización por influencia* o *inducción estática*, porque el primer cuerpo *induce* electricidad en el segundo.

La cantidad de electricidad inducida depende de la distancia entre los dos cuerpos y de la naturaleza del aislador que los separe, el cual se llama *dieléctrico*. Esta cantidad de electricidad aumenta cuando disminuye la distancia.

14.—En un cuerpo electrizado por influencia se manifiestan las dos electricidades, positiva y negativa. Así, por ejemplo (figura 3), si un cuerpo *A* está electrizado positivamente, producirá en el *B* las dos electricidades, quedando la de nombre contrario, en este caso negativa, en la parte más próxima a *A*, y la del mismo nombre en la parte opuesta. Separando de *B* la electricidad positiva, quedará todo él electrizado negativamente. La electricidad de nombre contrario a la del cuerpo que influye o induce no puede separarse. La separación de la del mismo nombre puede efectuarse uniendo el extremo *b* con el suelo, por intermedio de un hilo conductor.

15.—La propiedad que tiene un conductor de electrizarse por influencia, puede aprovecharse para aumentar la capacidad del cuerpo conductor que lo electrice, con lo cual éste admitirá mayor carga eléctrica. Si se supone que los dos cuerpos representados en la figura 3 son conductores, resultará que al aproximar la esfera electrizada *A* al conductor *B*, se acumulará en la extremidad *a* de éste, la electricidad de signo contrario a la de *A*, y en *b* la del mismo signo. Esa electricidad de signo contrario acumulada en *a*, ejercerá atracción sobre la de la esfera, haciendo que se concentre en la región de ésta más próxima a *B* y descargando, por lo tanto, el resto de *A*, que podrá así admitir más electricidad sin que aumente su tensión. Ocurre lo mismo que si en el globo de goma de que ya se ha hablado anteriormente, pudiera, por cualquier procedimiento, concen-

(1) Se usa también para medir capacidades el microfaradio o millonésima parte del faradio.

trarse en una parte de él todo el aire introducido; entonces admitiría de éste nueva cantidad, sin que por ello aumentara la tensión de la goma. El efecto conseguido será, pues, el de aumentar la capacidad del globo. Por este procedimiento se proporciona a un conductor mayor carga que la que admite normalmente, por lo que se dice que la electricidad se ha condensado.

16.—Los aparatos que tienen por objeto condensar electricidad se llaman *condensadores*. Constan (figura 4) de dos platillos metálicos, *A* y *B*, separados por un dieléctrico *C*. Si *B* recibe una carga positiva, electrizará por influencia al platillo *A*, concentrándose en éste la electricidad negativa en la cara más próxima a *B* y la positiva en la cara opuesta, desde la que pasará a tierra, uniendo el platillo con el *suelo* por un conductor *D*. La carga negativa de *A*, atrae a la positiva de *B*, concentrándola en la cara más próxima al dieléctrico, con lo que disminuye la tensión en este platillo, que por eso podrá admitir una nueva carga. Se ve, pues, que el platillo *B* es capaz de recibir con este dispositivo una carga mayor que la que admitiría si estuviera solo. El platillo que recibe la carga se denomina *colector* y el otro *condensador*, y ambos *armaduras*; la capacidad del platillo colector, cuando el condensador está unido a tierra, es la capacidad del aparato condensador.

17.—El primitivo tipo de condensador es el denominado *botella de Leyden*. Consiste (figura 5) en una botella de cristal de pequeño espesor, que contiene hojas de pan de oro o pedazos de papel de estaño, y está forrada exteriormente, desde el fondo hasta un tercio de su altura, con una hoja de papel de estaño. Tiene un tapón de madera o corcho atravesado por una varilla de latón, la cual está en contacto con los panes de oro, y termina al exterior en una esferilla o botón. El conjunto de esta varilla y los panes de oro constituyen la armadura interior o colector; la hoja de estaño que recubre la botella es la armadura exterior o condensador y el vidrio forma el dieléctrico.

18.—La capacidad de un condensador es tanto mayor cuanto mayor es la superficie de los platillos y menor el espesor del dieléctrico, dependiendo también de la naturaleza de éste. En la práctica, las dificultades de construcción limitan la capacidad de los condensadores, de forma que no basta, muchas veces, para satisfacer las necesidades. En este caso, se recurre a acoplar varios de ellos, uniendo todos los platillos condensadores por

una parte y los colectores por otra, y formando lo que se llama una batería de condensadores en paralelo. Si todos los que se acoplan tienen igual capacidad, la total de la batería será la de uno de aquéllos, multiplicada por el número de los que la compongan. Por ejemplo: si se acoplan seis condensadores de  $0,00001$  faradios de capacidad, la batería tendrá  $6 \times 0,00001 = 0,00006$  faradios.

Cuando se quiere aumentar la tensión de una determinada cantidad de electricidad acumulada en los condensadores, se acoplan éstos en batería, uniendo el condensador de cada uno con el colector del siguiente. La capacidad total obtenida será la de uno de ellos dividida por el número de los que compongan la batería y, por lo tanto, al haber disminuído la capacidad de ésta, habrá aumentado la tensión de la electricidad con que está cargada (12). Por ejemplo: acoplando seis condensadores de  $0,00012$  faradios de capacidad, la de la batería será  $0,00012 : 6 = 0,00002$  faradios. Este acoplamiento se denomina en serie.

Las figuras 6 y 7 muestran, respectivamente, el acoplamiento de condensadores en paralelo y el acoplamiento en serie.

Los condensadores se representan con dos trazos paralelos que indican las armaduras (figura 8).

## CAPITULO II

### ELECTRICIDAD DINÁMICA

A) 19.—*Corriente eléctrica.* 20.—*Circuito eléctrico.*

19.—La electricidad dinámica ya se definió en el capítulo primero, diciendo que es aquella que constantemente se encuentra en movimiento, el cual se verifica siempre a lo largo de un conductor y constituye la *corriente eléctrica*, del mismo modo que el agua moviéndose, a lo largo de un cauce cualquiera, da lugar a una corriente de agua.

20.—El camino a lo largo del cual se propaga la electricidad dinámica, es decir, el que recorre una corriente eléctrica, se denomina *circuito eléctrico*, y puede estar constituido por un solo conductor o por varios unidos entre sí.

B) 21.—*Fuerza electromotriz.* 22.—*Intensidad.* 23.—*Resistencia.* 24.—*Ley de Ohm.* 25.—*Problemas que resuelve la ley de Ohm.* 26.—*Agrupamiento de los conductores.* 27.—*Circuitos derivados. Derivación.*

21.—Para que la electricidad se traslade de un punto a otro a lo largo de un circuito eléctrico, es preciso que tengan distinto potencial o tensión; entonces la corriente eléctrica se establecerá entre ambos puntos, yendo desde el de mayor potencial, a aquel que lo tiene menor. Haciendo uso del símil de la corriente de agua, anteriormente utilizado, se verá que así como para que exista dicha corriente entre dos puntos es preciso que estén a distinto nivel, así también la corriente eléctrica necesita, para establecerse, una diferencia de potencial. El desnivel entre los extremos de una canalización, para agua, produce una diferencia de presiones que es la fuerza que impulsa a dicho líquido y hace que se traslade desde el punto más alto hasta el más bajo, engendrando

la corriente; así también, la diferencia de presión o de potencial eléctrico da lugar a una fuerza que impulsa a la electricidad obligándola a transportarse desde el punto de mayor potencial hasta el de menor. Esta fuerza productora de la corriente eléctrica recibe el nombre de *fuerza electromotriz*, y, por indicar una diferencia de potencial, ha de medirse en voltios. Así, por ejemplo, entre dos puntos de un circuito cuyos potenciales sean doce y ocho voltios, existirá una fuerza electromotriz de cuatro voltios. La fuerza electromotriz se representa por la abreviatura *f. e. m.*

22.—La cantidad de electricidad que transporta en un segundo la corriente que recorre un conductor, constituye la *intensidad* de dicha corriente. La intensidad que se toma como unidad para medir las demás es la de una corriente que en un segundo transporta un culombio de electricidad, y recibe el nombre de *amperio*. De éste se deriva una unidad de cantidad denominada *amperio-hora*, que equivale a 3.600 culombios.

23.—No todos los conductores presentan igual oposición al paso de la corriente, pues varía con su naturaleza, su longitud y su sección. Esta oposición, que es siempre la misma para un mismo conductor e igual temperatura, cualquiera que sea la corriente, es lo que se llama su *resistencia* y es tanto mayor cuanto mayor es la longitud del conductor y menor su sección. La unidad de resistencia es el ohmio, que es la que opone un conductor que deja pasar una corriente de un amperio cuando la diferencia de potencial entre sus extremos es de un voltio. También se emplean el megohmio que vale un millón de ohmios y el microhmio o millonésima parte del ohmio.

24.—La intensidad de una corriente depende de su fuerza electromotriz o diferencia de potencial entre los extremos del conductor; cuanto mayor sea ésta, mayor será aquélla. También una corriente de agua arrastra más caudal cuanto mayor sea el desnivel entre los extremos de la canalización, o lo que es lo mismo, cuanto mayor es la presión. Puede decirse, por lo tanto, que *la intensidad de la corriente es proporcional a la fuerza electromotriz*.

Cuanto mayor sea la oposición del conductor al paso de la corriente, tanto menor será la intensidad de ésta, es decir, menor será la cantidad de electricidad que, en un tiempo dado, pase por una sección del conductor. Puede, pues, enunciarse esta ley: *la intensidad de la*

corriente es inversamente proporcional a la resistencia total del circuito.

Las dos leyes citadas se reúnen en la siguiente: *en todo circuito cerrado, la intensidad es igual al cociente de dividir la f. e. m. por la resistencia.*

Su expresión será :

$$\text{INTENSIDAD} = \frac{\text{Fuerza electromotriz}}{\text{Resistencia}}$$

y designando la intensidad por  $I$ , la *f. e. m.* por  $E$  y la resistencia por  $R$ ,

$$I = \frac{E}{R}.$$

La ley enunciada es la llamada *ley de Ohm*.

25.—La ley de Ohm sirve para determinar cualquiera de las magnitudes, intensidad, *f. e. m.* o resistencia, conocidas las otras dos, siempre que vengan expresadas en unidades que se correspondan, es decir, en amperios, voltios y ohmios, respectivamente. Las fórmulas derivadas de dicha ley que habrá que aplicar en cada caso serán:

$$I = \frac{E}{R} \text{ * } E = I \times R \text{ * } R = \frac{E}{I} \text{ »}.$$

Los ejemplos que siguen aclararán lo que acaba de exponerse.

1.º Entre los extremos de un conductor, cuya resistencia es de 15 ohmios, existe una diferencia de potencial de seis voltios. ¿Cuál será la intensidad de la corriente que lo recorra?

$$I = \frac{6}{15} = 0,4 \text{ amperios.}$$

2.º Un conductor cuya resistencia es de ocho ohmios, se quiere que sea recorrido por una corriente de tres amperios de intensidad. ¿Qué diferencia de potencial habrá que crear entre sus extremos?

$$E = 3 \times 8 = 24 \text{ voltios.}$$

3.º Con una fuerza electromotriz de ocho voltios, se desea obtener una corriente de dos amperios de intensidad. ¿Qué resistencia deberá tener el circuito eléctrico?

$$R = \frac{8}{2} = 4 \text{ ohmios}$$

26.—Un circuito puede estar constituido por conductores agrupados en serie o en paralelo.

En el agrupamiento en serie, los conductores se disponen unos a continuación de otros, como indica la figura 9, de modo que todos ellos serán recorridos por la misma corriente. En este caso, la resistencia de todo el circuito es igual a la suma de la resistencia de los conductores. Llamando  $R$  a la resistencia del circuito y  $R_1, R_2, R_3$ , a la de los distintos conductores, se tendrá :

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

Si  $R_1 = 2$  ohmios,  $R_2 = 5$  ohmios y  $R_3 = 1$  ohmio,  $R$ , será igual a ocho ohmios.

La diferencia de potencial entre los extremos de cada conductor, se obtendrá multiplicando su resistencia por la intensidad de la corriente.

En el agrupamiento en paralelo, los distintos conductores se unen por sus extremos (figura 10). La corriente, al llegar al punto  $A$ , se propaga por los tres conductores a la vez, que son recorridos por corrientes de intensidades  $I_1, I_2$  e  $I_3$ , cuya suma es igual a la intensidad  $I$  de la corriente que llega a  $A$ .

La resistencia  $R$  del agrupamiento es tal que se verifica :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Si  $R_1 = 6$  ohmios,  $R_2 = 3$  ohmios y  $R_3 = 5$  ohmios,  $\frac{1}{R}$  será igual a  $\frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} = \frac{7}{10}$  de ohmios, y, por consiguiente,  $R = \frac{10}{7} = 1,423$  ohmios.

La *f. e. m.* de los distintos conductores es la misma e igual a la diferencia de potencial entre los puntos  $A$  y  $B$ .

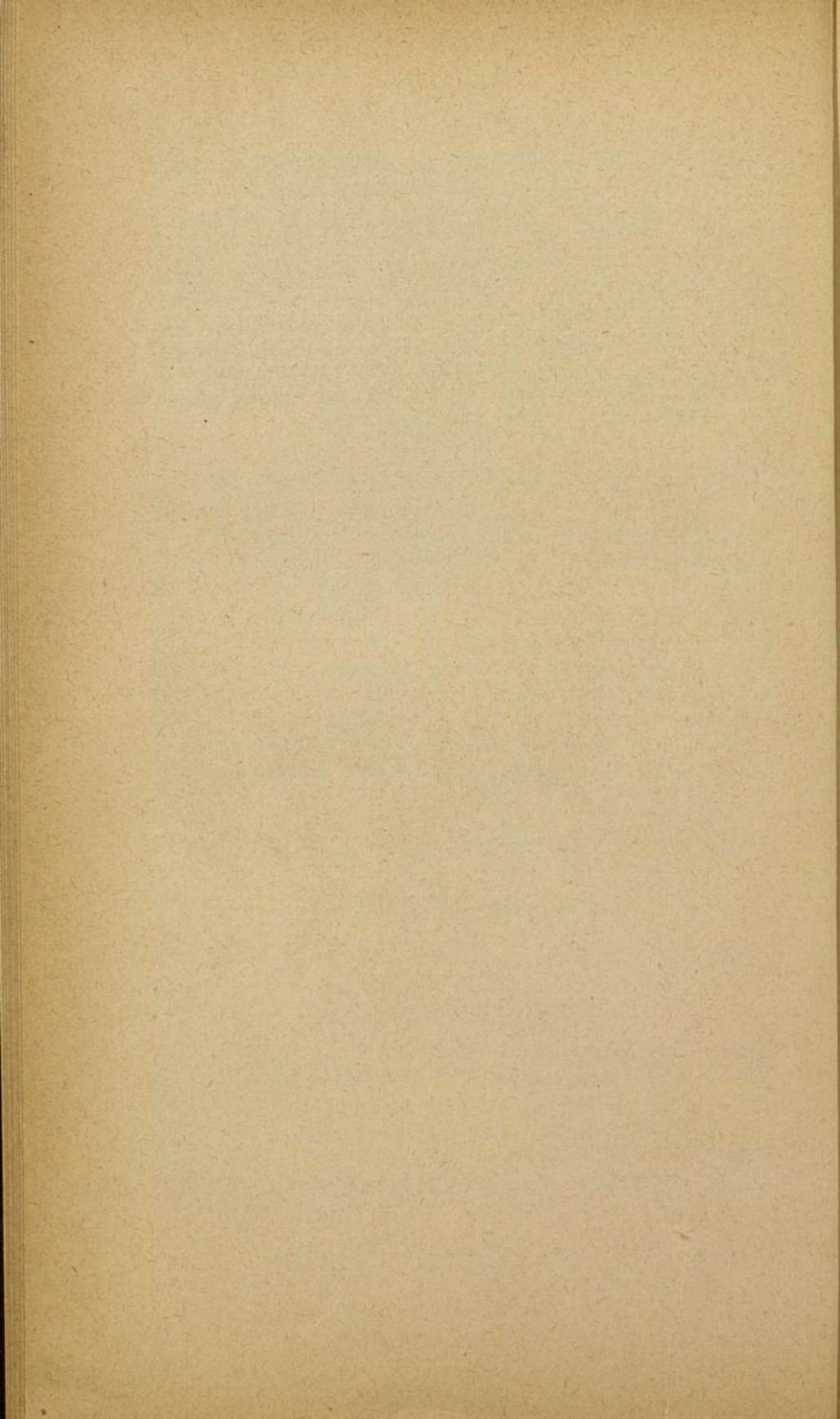
La intensidad de la corriente que recorre cada conductor, se obtendrá, según la ley de Ohm, dividiendo la *f. e. m.* común por la resistencia respectiva. Se verificará, por tanto

$$I_1 = \frac{E}{R_1} \quad I_2 = \frac{E}{R_2} \quad I_3 = \frac{E}{R_3}$$

Se ve, según estas relaciones, que la corriente se reparte por los conductores en razón inversa a su resis-

tencia, o sea, que el conductor de menor resistencia es recorrido por la corriente de mayor intensidad.

27.—Cuando de un punto de un circuito eléctrico parte otro conductor que luego vuelve a unirse al circuito, se dice que existe una derivación, y el segundo conductor considerado, constituye un circuito derivado del primero o principal. Así, en el punto *A* (figura 11) existe la derivación producida por el circuito derivado *C'*. Entre *A* y *B* se forma un agrupamiento en paralelo de los conductores *C* y *C'*, al que puede aplicarse cuanto se ha dicho anteriormente.



## CAPITULO III

### PILAS

A) 28.—Definición. 29.—Pila Leclanché, reglamentaria en la telegrafía militar española. 30.—Modelos de pila Leclanché de vaso poroso y de aglomerado. 31.—Vuelta por tierra. 32.—Agrupamientos de pilas. 33.—Modo de preparar una pila. 34.—Entretenimiento de las pilas

28.—Se da el nombre de *pila o elemento de pila* a un generador de electricidad dinámica que la produce por el contacto de ciertos líquidos con dos varillas de metales distintos, de los cuales, uno de ellos, puede ser atacado o descompuesto por el líquido y el otro no.

Uniendo los extremos de ambas varillas a los de un circuito eléctrico, éste es recorrido por una corriente que va desde el metal no atacado al otro.

Las dos varillas reciben el nombre de *electrodos* o *polos* de la pila, siendo positivo el no atacado y negativo el otro. El líquido que contiene la pila se denomina *líquido excitador*. El circuito que une los dos polos recibe el nombre de circuito exterior.

29.—La pila reglamentaria en telegrafía militar es del tipo Leclanché; tiene como líquido excitador una solución de sal amoníaco, una barra de carbón como polo positivo, una chapa de cinc como polo negativo, y consta de las siguientes partes:

1.º Un vaso *A* (figura 12), de ebonita deslustrada, de sección rectangular, cuyas dimensiones son  $5 \times 10 \times 10$  centímetros.

2.º El polo positivo (figura 13) formado por una tableta de carbón de retorta, *C*, que termina en un tornillo de empalme, *T*. La placa de carbón va apriada por cuatro tabletas, *b*, de una mezcla de bióxido de manganeso y carbón, sujetas por dos abrazaderas de goma. *g*.

3.º El polo negativo constituido (figura 14) por una plancha de cinc amalgamado, de altura igual a la del vaso y acodada convenientemente para que se adapte al interior del mismo, quedando comprendido entre él y el conjunto del polo positivo antes descrito. Este polo negativo termina en un tornillo de empalme, *a*.

4.º La tapa de madera *T* (figura 12), que cierra la boca del vaso y está atravesada por el carbón y el cinc, quedando al descubierto los tornillos de empalme de ambos. La tapa presenta un orificio ovalado, *o*, con un brocal por donde se carga la pila, y que se cierra mediante un tapón de corcho, sujeto por un bramante a una argolla fija, en un ángulo del vaso. El tapón está atravesado, según su eje, por un junquillo muy esponjoso, por donde se ventila el interior de la pila.

La tapa de madera se enlucce con gutapercha, de forma que todas las juntas queden herméticamente tapadas.

Las pilas del modelo descrito se agrupan de diez en diez, en cajas de madera, con aristas reforzadas de palastro, que se llaman cajas de pilas; van divididas en cinco compartimientos, en cada uno de los cuales se alojan dos pilas que, para que ajusten bien y no se muevan durante los transportes, llevan en sus vasos dos tiras de caucho, *b*, pegadas a la cara inferior (figura 12), y otras dos, *C*, a las caras laterales.

Para cargar un elemento de este modelo se van echando cristales de sal amoníaco hasta colmar el vaso, vertiendo luego en éste el agua necesaria para llenarlo. Puede también prepararse de antemano una disolución muy concentrada de dicha sal, llenando luego la pila con el líquido.

Conviene situar las cajas de pila en parajes frescos y aireados, huyendo siempre de exponerlas al sol. Siempre que sea posible deben mantenerse las cajas abiertas y los vasos destapados.

El agua perdida por evaporación se va reemplazando, echando de vez en cuando algunos cristales de sal amoníaco.

30.—Además de la pila de tipo Leclanché, descrita anteriormente, existen otras dos variedades que, por ser muy útiles para el servicio de las estaciones telegráficas de alguna permanencia y emplearse corrientemente en las civiles del Estado, interesa conocer al telegrafista militar.

Uno de los modelos es el que se denomina de vaso

poroso. Consiste (figura 15) en un vaso de cristal, *a*, que contiene hasta dos tercios de su altura una disolución concentrada de clorhidrato de amoníaco, llamado corrientemente sal amoníaco (líquido excitador). En ella se introducen una barra de cinc, *b*, y un vaso poroso de porcelana sin cocer, *c*, en el interior del cual se ha colocado una placa de carbón, *d*. El polo negativo es el cinc, y el positivo el carbón. Este último va rodeado de una mezcla, a partes iguales, de bióxido de manganeso y carbón de retorta, contenida en el vaso poroso.

En el otro modelo, que se llama de aglomerado (figura 16), se suprime el vaso poroso, y con la mezcla de bióxido de manganeso y carbón de retorta se fabrican dos pastillas, *a*, que se colocan a ambos lados del polo positivo, *b*; adosada a una de dichas pastillas va una placa aisladora, de forma acanalada, *d*, en la que se coloca la varilla de cinc. El conjunto de todas las piezas enumeradas se sujeta por medio de dos anillas de goma.

La pila Leclanché produce una *f. e. m.* de 1,49 voltios.

31.—Para que una pila produzca corriente, es preciso que el circuito exterior sea cerrado, es decir, que no esté interrumpido en ninguno de sus puntos. Si el extremo del conductor que parte de uno de los polos de la pila se introduce en el suelo, uniendo también a tierra el otro polo (figura 17), puede comprobarse que el conductor, *A*, es recorrido por la corriente, lo cual demuestra que el circuito exterior está cerrado, y como no puede cerrarse más que a través de la tierra, es evidente que la corriente circulará también por el suelo, yendo desde la plancha *T* a la *T'*. Este es un medio muy usado para cerrar los circuitos de las pilas, sobre todo en las aplicaciones a la telegrafía eléctrica, y entonces se dice que el circuito tiene la *vuelta por tierra*.

32.—En las aplicaciones corrientes casi nunca se utilizan las pilas aisladas, sino la reunión de un cierto número de ellas, constituyendo lo que se llama una batería. Esta puede obtenerse agrupando las pilas de tres maneras distintas, a saber :

1.º *En serie*, uniendo el polo positivo de cada una con el negativo de la siguiente. Representando cada pila por dos trazos paralelos de distinta longitud, de los que el largo indica el polo positivo y el corto el negativo (figura 18), el agrupamiento en serie ven-

drá expresado en la figura 19, en la que se ve que quedan libres un polo negativo y otro positivo, a los cuales habrá que unir los extremos del circuito exterior, constituyendo así los polos positivo y negativo de la batería.

2.<sup>o</sup> *En derivación* (figura 20), uniendo todos los polos positivos por un lado y todos los negativos por otro. El nudo *a* constituirá el polo negativo de la batería y el *b* el positivo, y a ellos habrá que unir los extremos del circuito exterior.

3.<sup>o</sup> *En montaje mixto* (figura 21), que consiste en repartir todos los elementos de la batería entre varias series iguales y unir después éstas en derivación. Los polos de la batería son los nudos *a* y *b*, negativo y positivo, respectivamente.

33.—Para preparar una pila se ejecutan las operaciones siguientes :

1.<sup>o</sup> Se echa agua en el vaso de cristal hasta una altura de dos dedos aproximadamente.

2.<sup>o</sup> Se disuelven en dicha agua unos 80 gramos de sal amoníaco, revolviendo bien con una varilla hasta que no quede sal por disolver.

3.<sup>o</sup> Se sumerge en la disolución el conjunto de los dos electrodos y las pastillas de aglomerado, si se trata del modelo de aglomerado, o bien el vaso poroso que previamente se ha llenado de una mezcla, a partes iguales, de bióxido de manganeso y carbón de retorta, partidos en pequeños pedazos, y en la que se introduce la placa de carbón que constituye el polo positivo, si se emplea el modelo de vaso poroso. En este caso habrá también que sumergir la varilla de cinc del polo negativo.

4.<sup>o</sup> Se vierte agua en el vaso de cristal hasta que la disolución alcance los dos tercios de su altura.

Para unir la pila al circuito exterior, se empalma con cuidado uno de los extremos de éste a un hilo de hierro, *e*, que va soldado al cinc (figura 16), y el otro al tornillo *f*, en que termina el carbón.

34.—Las pilas necesitan, para su buen funcionamiento, un entretenimiento esmerado, cuyas principales operaciones son :

1.<sup>o</sup> Añadir de vez en cuando sal amoníaco para mantener la saturación del líquido. Se nota que la disolución tiene poca sal cuando adquiere aspecto lechoso.

2.º Mantener siempre el mismo nivel de líquido, añadiendo agua si es necesario.

3.º Limpiar con cuidado las paredes del vaso de cristal cuando se recubran de un depósito cristalino producido por exceso de sal en el líquido. También debe quitarse el depósito que sobre el cinc produce el cloruro de cinc no disuelto, que se forma durante el funcionamiento de la pila.

El trepado de la sal por las paredes del vaso se evita parafinando los bordes de éste. Para ello se derrite en una fuente de bastante superficie y poco fondo una pequeña cantidad de parafina, sustancia parecida a la cera y que se derrite con igual facilidad que ésta. El vaso que se vaya a parafinar, después de bien limpio y seco se sumerge, por su boca, en la fuente, introduciéndolo un par de centímetros en la parafina; se saca en seguida, se vuelve boca arriba y se deja secar.

4.º Vigilar la placa de carbón que constituye el polo positivo que, por ser muy frágil, se rompe fácilmente por su parte superior.

5.º Tener constantemente limpios y bien hechos los empalmes de los polos de la pila con el circuito exterior.

6.º Cambiar las tabletas de aglomerado o la mezcla que contiene el vaso poroso cuando la pila deje de producir corriente sin causa justificada.

*B) 35.—Teoría química de la pila. 36.—Polarización y despolarizantes. 37.—Empleo del cinc amalgamado. 38.—Constantes de una pila. 39.—Corriente que produce una pila. 40.—Aplicación de la ley de Ohm al montaje de pilas en serie. 41.—Aplicación de la ley de Ohm al montaje de pilas en paralelo. 42.—Aplicación de la ley de Ohm al montaje de pilas mixto. 43.—Elección del agrupamiento más conveniente. 44.—Montaje en cascada o escala de Amsterdam. 45.—Montaje para servir varios circuitos derivados. 46.—Cortocircuito. 47.—Pila Daniell. 48.—Pila Callaud. 49.—Pila Lalande y Chaferón. 50.—Elección de tipo de pila. 51.—Pilas secas. 52.—Pila Helleseus.*

35.—Una vez expuesto en el número 28 lo que se entiende por pila y cuáles son los elementos que la constituyen, es necesario estudiar ahora la razón por la que el conjunto de los dos electrodos y el líquido

excitador constituye un generador de electricidad dinámica.

Al introducir en una vasija llena de agua acidulada con ácido sulfúrico una varilla de cinc, tiene lugar una acción química. Se entiende por tal el hecho de originarse un cuerpo como resultado de la combinación de otros varios, realizada en determinadas condiciones. Así, por ejemplo, el gas acetileno, tan conocido por sus aplicaciones al alumbrado, nace de la acción química que se produce al poner en contacto en determinadas condiciones el carburo de calcio con el agua.

El contacto de la varilla de cinc con el ácido sulfúrico diluído en el agua, determina la descomposición de dicho ácido, desprendiéndose en forma de burbujas el hidrógeno que contiene, y combinándose el resto con el cinc de la varilla para formar un nuevo cuerpo, el sulfato de cinc, que se disuelve en el agua de la vasija. Se ha realizado, por tanto, una acción química. El único hecho aparente a que da lugar dicha acción es el desprendimiento del hidrógeno en forma de burbujas; sin embargo, con un aparato adecuado para indicar la existencia de la electricidad estática, denominando *galvanoscopio*, podría acusarse en la varilla de cinc un cierto estado eléctrico.

Sumergiendo ahora en la disolución otra varilla de un cuerpo conductor sobre el que el ácido sulfúrico produzca menos acción que sobre el cinc, por ejemplo el cobre, también puede descubrirse en él un estado eléctrico, y si se unen exteriormente ambas varillas por un cuerpo conductor, se observa que el hidrógeno, que antes se desprendía junto al cinc, marcha ahora a través del líquido hasta fijarse sobre el cobre, mientras que en el circuito exterior se acusa el paso de una corriente eléctrica. Esta última no puede producirse si entre ambas varillas no existe una diferencia de potencial (21); y, en efecto, esta diferencia existe y se mantiene constante mientras dura la acción química, que es la causa del estado eléctrico de las varillas; es decir, que esta acción es la que produce en definitiva la corriente que recorre el circuito exterior.

El cinc adquiere un potencial menor que el cobre, por lo que la corriente va desde éste a aquél a lo largo del circuito exterior. Dentro del líquido de la pila, la corriente se propaga en el mismo sentido del transporte del hidrógeno, o sea desde el cinc al cobre. Esto parece estar en contradicción con lo dicho en el nú-

mero 21. Se explica esa contradicción teniendo en cuenta que la parte de líquido excitador, en contacto con el cinc, adquiere un potencial mayor que la que está junto a la varilla de cobre. Gráficamente puede expresarse lo que acaba de decirse (figura 22). Las rectas verticales representan potenciales o tensiones eléctricas. Suponiendo que el potencial del cinc tenga la magnitud  $AA'$ , el del líquido en contacto con él será mayor,  $BB'$ , por ejemplo. La corriente, en el interior del líquido, irá en el sentido de la flecha, trasladándose desde  $B'$  hasta  $C'$ , siendo  $CC'$  el potencial del líquido en contacto con el cobre. El potencial de este último es  $DD'$ , mayor que el del cinc, por lo que la corriente en el circuito exterior irá desde  $D'$  hasta  $A'$ .

Todo cuanto se ha dicho para el conjunto agua acidulada, cinc y cobre, puede aplicarse a otro cualquiera que forme una pila. Siempre se produce un cuerpo nuevo en la varilla atacada o polo negativo y se fija el hidrógeno en la no atacada o polo positivo.

36.—El hidrógeno que se fija sobre el polo positivo, constituye con el cinc del negativo, un elemento de pila en el que el primero es el polo negativo y el segundo el polo positivo. Este elemento producirá efecto contrario al de la pila verdadera, y, por tanto, disminuirá el rendimiento de ésta; además, el hidrógeno forma alrededor del polo positivo una capa gaseosa que aumenta la resistencia del líquido excitador y dificulta el paso de la corriente a través de él. También, al acumularse el hidrógeno alrededor del cinc, se hace más difícil el ataque de este metal por el líquido excitador.

Todas las acciones reseñadas dificultan el normal funcionamiento de la pila y hasta llegan a impedirlo por completo, y entonces se dice que la pila se ha *polarizado*, o que ha tenido lugar su *polarización*. Para evitarla se rodea al polo positivo de un cuerpo que desprenda oxígeno, el cual se apodera del hidrógeno que estorba, combinándose con él para formar agua. Esos cuerpos reciben el nombre de *despolarizantes*. En la pila Leclanché, ya estudiada, el despolarizante es el bióxido de manganeso.

37.—Las impurezas que contiene el cinc comercial son causa de que éste sea atacado por el ácido, aun con el circuito exterior abierto o *a circuito abierto* que se dice, cosa que no ocurriría de ser completamente puro. Ello hace que el desprendimiento de hidrógeno

sea continuo, y, por tanto, que la pila se polarice, por no ser suficiente el despolarizante para neutralizar todo aquel gas producido. Este inconveniente se evita *amalgamando* el cinc, o sea recubriéndolo de una capa de mercurio. Para ello se preparan tres vasijas conteniendo: la primera, una mezcla de agua y ácido sulfúrico; la segunda, agua acidulada, en doble proporción que la de la primera, y mercurio; la tercera, agua clara. Se introduce el cinc en la primera vasija, con objeto de limpiarlo perfectamente; después se sumerge en la segunda vasija, extendiendo el mercurio sobre su superficie, valiéndose de una brocha de alambre de hierro, y, por último, se lava en la vasija de agua clara.

38. Las propiedades de una pila, desde el punto de vista de la energía que puede suministrar, están caracterizadas por los valores de las magnitudes siguientes: fuerza electromotriz, resistencia interior, régimen y capacidad. Estas magnitudes son sensiblemente independientes de las condiciones en que funciona la pila, por lo que se denominan *constantes de la pila*.

La fuerza electromotriz es igual a la diferencia de potencial entre los electrodos a circuito abierto, y depende solamente de la naturaleza de los elementos que constituyen la pila, siendo, por tanto, independiente de las dimensiones de la misma; varía un poco con la concentración del líquido excitador y con su temperatura.

La fuerza electromotriz de una pila es siempre mayor que la diferencia de potencial entre sus polos, cuando el circuito exterior está cerrado, o diferencia de potencial en las bornas. La diferencia entre ambas magnitudes, es precisamente la *caída de tensión* en el interior de la pila. En la figura 22, y según se ha dicho en el número 35,  $A' B'$  y  $C' D'$  son los incrementos de la tensión o potencial, al pasar del cinc al líquido excitador y de éste al cobre; por lo tanto, la suma de ambos será la diferencia entre la tensión del cinc y la del cobre, diferencia que constituye la *f. e. m.* de la pila. Luego si al atravesar el líquido la corriente no hubiera pérdida de tensión, el potencial del cobre sería  $D' D''$  y la *f. e. m.* de la pila  $A' D'''$ , puesto que  $DD'' - AA' = A' B' + C'' D'' = C' D'$ . Ahora bien, al cerrar el circuito exterior y caer la tensión dentro del líquido, desde  $B'$  hasta  $C'$ , como la diferencia entre el potencial del cobre y el del líquido

excitador en contacto ha de ser constante, disminuirá el primero en la cantidad  $D'' D'$  igual precisamente a dicha caída de tensión interior  $H B' = C'' C'$ . Se deduce, pues, de la figura, que la *f. e. m.* de la pila,  $A' D'''$  es igual a  $D''' d = H B'$  o caída de tensión en el interior, mas  $A' d$  o caída de tensión en el circuito exterior, llamado también diferencia de potencial entre los polos. Esta es, por lo tanto, menor que la *f. e. m.* de la pila.

Según la ley de Ohm (24), la caída de tensión en el interior de la pila será igual a su resistencia, multiplicada por la intensidad de la corriente. Llamando  $e$  a la diferencia de potencial en las bornas,  $E$  a la *f. e. m.* de la pila,  $r$  a la resistencia interior de la misma e  $I$  a la intensidad de la corriente producida, se verificará :

$$e = E - I \times r.$$

Ejemplo : ¿Cuál será la diferencia de potencial en las bornas de una pila, siendo 2,10 voltios su *f. e. m.*, 0,35 ohmios su resistencia interior y 0,5 amperios la intensidad de la corriente producida?

Aplicando la fórmula anterior se tendrá :

$$e = 2,10 - 0,5 \times 0,35 = 1,925 \text{ voltios}$$

La resistencia interior de una pila depende de sus dimensiones, siendo tanto mayor cuanto más pequeñas son aquéllas; varía con el grado de concentración de los líquidos y disminuye al aumentar la temperatura. Los vasos porosos destinados a contener el despolarizante aumentan extraordinariamente la resistencia interior de las pilas, por lo que siempre se procura suprimirlos, substituyéndolos por dispositivos apropiados.

Se denomina régimen de una pila a la corriente máxima que puede producir sin polarizarse; más allá de este valor la producción de hidrógeno es tan rápida que el despolarizante no puede impedir que se fije sobre el electrodo positivo, y, entonces, la fuerza electromotriz baja. El régimen depende de la naturaleza de los elementos que integran la pila y de sus dimensiones; para un mismo tipo de pila es tanto mayor cuanto mayores son las dimensiones.

La capacidad de una pila es la cantidad de electricidad que puede producir desde que se construye hasta

que se consume, y depende de la naturaleza de los elementos que la forman y de sus dimensiones.

39.—La intensidad de la corriente producida por una pila dependerá evidentemente de la fuerza electromotriz de ésta y de la resistencia del circuito que deba recorrer aquélla; el circuito completo se compone de dos partes: el interior de la pila y el exterior. Llamando  $r$  a la resistencia del primero,  $R$  a la del segundo y  $E$  a la fuerza electromotriz de la pila, la intensidad  $I$  de la corriente producida vendrá expresada, según la ley de Ohm, por la relación siguiente:

$$I = \frac{E}{r + R}$$

Así, por ejemplo, la intensidad de la corriente que circula por un circuito de 2,5 ohmios de resistencia, producida por una pila de 1,9 voltios de fuerza electromotriz y 0,4 ohmios de resistencia interior, sería:

$$I = \frac{1,9}{0,4 + 2,5} = 0,655 \text{ amperios.}$$

40.—Acoplando en serie varias pilas (figura 19), se obtiene una *f. e. m.* igual a la suma de las fuerzas electromotrices de todas ellas, y una resistencia interior igual también a la suma de sus resistencias interiores.

La razón es la siguiente:

La *f. e. m.* de una pila es igual a la diferencia de potencial entre sus dos polos. Al unir el polo negativo de la primera pila con el positivo de la segunda (figura 23), se pondrán ambos al mismo potencial; luego, entre el polo positivo de la primera pila y el negativo de la segunda, existirá una caída de tensión o diferencia de potencial igual a la suma de las diferencias de potencial de ambas pilas. Aplicando igual razonamiento para el resto de las pilas de la batería, resulta que la *f. e. m.* de ésta es igual a la suma de las correspondientes a todas las pilas.

La corriente tiene que atravesar toda la batería desde su polo negativo al positivo. Tiene, pues, que vencer, sucesivamente, la resistencia interior de las distintas pilas, por lo que la de la batería es la suma de las de todas las pilas que la componen.

Suponiendo  $n$  pilas del mismo tipo montadas en se-

ric, de una *f. e. m.* igual a  $E$  y una resistencia interior igual a  $r$  se tendrá :

$$f. e. m. \text{ de la batería} = n \times E$$

$$\text{Resistencia interior de la batería} = n \times r.$$

Llamando  $R$  a la resistencia del circuito exterior y aplicando lo dicho en el número 39, se verificará :

$$\text{Intensidad de la corriente} = \frac{n \times E}{n \times r + R}$$

Ejemplo : ¿Cuál será la intensidad de la corriente que recorre un circuito de 80 ohmios de resistencia, alimentado por una batería, en serie, de 30 pilas, de 1,49 voltios de *f. e. m.* y 2,5 ohmios de resistencia interior?

Llamando  $I$  a la intensidad que se pide :

$$I = \frac{30 \times 1,49}{30 \times 2,5 + 80} = 0,289 \text{ amperios.}$$

41.—Si las  $n$  pilas consideradas anteriormente se montan en paralelo (figura 20), la *f. e. m.* de la batería será igual a la de cualquiera de ellas. En efecto, al unir todos los polos positivos por una parte y los negativos por otra, no se hace más que constituir una nueva pila de polos más extensos, lo cual no modifica la *f. e. m.*, según se ha dicho ya (38).

En cambio, la resistencia del montaje es tantas veces menor que la de una de las pilas, como número de éstas forman la batería. Es, pues, igual a la de una pila dividida por el número de pilas. La razón se comprende fácilmente, pues, formándose, según se acaba de decir, una pila de electrodos de mayor superficie y con mayor sección de líquido entre ellos (la suma de las secciones de todos los vasos), el camino que debe recorrer la corriente para ir desde el polo — al polo + de la batería es más amplio, y, por tanto, menos resistente (23) que si no hubiera más que un solo elemento de pila.

Llamando  $E$  a la *f. e. m.* de una pila y  $r$  a su resistencia interior, se verificará :

$$f. e. m. \text{ de la batería} = E.$$

$$\text{Resistencia interior de la batería} = \frac{r}{n}$$

Si  $R$  es la resistencia del circuito exterior y se aplica la ley de Ohm, se obtendrá :

$$\text{Intensidad de la corriente} = \frac{E}{\frac{r}{n} + R}$$

Ejemplo : Con el mismo número de pilas de iguales constantes que en el ejemplo del número anterior e idéntico circuito exterior, se obtendrá para valor de la intensidad de la corriente con el montaje en paralelo :

$$I = \frac{1,49}{\frac{2,5}{8} + 80} = \frac{1,49}{0,3125 + 80} = 0,0185 \text{ amperios.}$$

42.—En el agrupamiento mixto de pilas se verifica :

- 1.º La *f. e. m.* es la de una de las series.
- 2.º La resistencia interior es la de una de las series dividida por el número de ellas.

Lo anterior es consecuencia de estar montadas las series en paralelo.

Si la batería se constituye con  $n$  series de  $m$  elementos, y  $r$  y  $E$  son la resistencia y la fuerza electromotriz de cada pila, se tendrá :

Número total de elementos de la batería =  $n \times m$ .

Fuerza electromotriz de una serie =  $m E$ .

Resistencia interior de cada serie =  $m r$ .

Fuerza electromotriz de la batería =  $m E$ .

$$\text{Resistencia interior de la batería} = \frac{m r}{n}$$

Si  $R$  es la resistencia del circuito exterior, haciendo uso de la fórmula de la ley de Ohm, se obtiene :

$$\text{Intensidad de la corriente} = \frac{m E}{\frac{m r}{n} + R}$$

Ejemplo : Utilizando los datos de los ejemplos expuestos en los dos números anteriores se deduce :

$$I = \frac{6 \times 1,49}{\frac{6 \times 2,5}{5} + 80} = 0,1084 \text{ amperios.}$$

De lo dicho se deduce que la intensidad de la corriente producida por una batería de pilas en montaje

mixto puede variar, pues su valor dependerá del número de series en que se agrupan los elementos de la batería.

43.—Acaba de verse que, agrupando el mismo número de pilas de igual clase en montajes distintos, se obtienen para la batería constantes también distintas. Es, pues, indudable, que, en cada caso, será un montaje más conveniente que los demás; es decir, que quien tenga que trabajar con una batería de pilas, necesita saber elegir el montaje más adecuado a las condiciones del trabajo que haya de desarrollarse.

En telegrafía es más conveniente el montaje que produzca mayor intensidad.

Considerando los dos casos de resistencia exterior pequeña o grande, con respecto a la interior de la batería, se verificará :

1.º *Resistencia exterior pequeña.*—En las fórmulas que dan el valor de la intensidad de corriente para los acoplamientos en serie y en paralelo, examinadas en los números 40 y 41, podrá desprejarse la resistencia exterior, porque comparada con la interior no tendrá importancia. Dichas fórmulas se convertirán, por tanto, en la  $\frac{n E}{n r} = \frac{E}{r}$ , para el acoplamiento en serie, y en la  $\frac{E}{r} = \frac{n E}{r} = n \frac{E}{r}$ , para el acoplamiento en pa-

ralelo. Teniendo en cuenta que  $\frac{E}{r}$  es el valor de la intensidad de la corriente producida por una sola pila, se ve que el primer acoplamiento no aumenta dicha intensidad, y sí la aumenta el segundo.

2.º *Resistencia exterior grande.*—Entonces puede desprejarse, en las fórmulas de la intensidad de corriente, la resistencia interior de la batería, convirtiéndose aquéllas en  $\frac{n E}{R} = n \frac{E}{R}$ , para el montaje en serie y  $\frac{E}{R}$  para el agrupamiento en paralelo. El primer montaje produce, pues, mayor intensidad que el segundo.

Resumiendo, se deduce que *para resistencias exteriores muy pequeñas con respecto a las interiores, es conveniente el acoplamiento en paralelo y para resistencias exteriores muy grandes, con respecto a las interiores, es adecuado el acoplamiento en serie, cuando quiera obtenerse una intensidad de corriente grande.*

El montaje mixto puede variarse de manera que las constantes de la batería sean las más convenientes al circuito exterior. El siguiente ejemplo aclarará lo dicho.

Ejemplo: Se dispone de 350 elementos iguales de una *f. e. m.* de 1,10 voltios y una resistencia interior de 1,5 ohmios y se desea obtener una *d. d. p.* en las bornas de 8 voltios y una intensidad de corriente de 1,2 amperios.

¿Cómo deberán agruparse estos elementos en montaje mixto?

La fórmula de la intensidad es (42),

$$I = \frac{m E}{m r} = \frac{n m E}{m r} = n \frac{E}{r}$$

siendo  $n$  el número de series del montaje. Como  $\frac{E}{r}$  es la intensidad de una sola pila, se deduce que el montaje proporciona una intensidad igual a la de un elemento, por el número de series de que consta.

La intensidad de uno de los elementos que se consideran es  $\frac{1,10}{1,50} = 0,7$  amperios; luego el montaje deberá componerse de dos series, con lo que la intensidad de corriente será igual a  $2 \times 0,7 = 1,4$  amperios.

La diferencia de potencial en las bornas ha de ser de 8 voltios. Sea  $X$  el número de elementos de cada serie; la *f. e. m.* de la batería será (42)  $X \times 1,10$  voltios. La resistencia interior es:

$$r' = \frac{X \times 1,50}{2} \text{ ohmios,}$$

y la caída de tensión en el interior de la batería:

$$r' I = \frac{X \times 1,50}{2} \times 1,4 \text{ voltios,}$$

y como la diferencia de potencial en las bornas es igual a la fuerza *f. e. m.*, menos la caída de tensión en el interior de la pila (38), se verificará:

$$X \times 1,10 - \frac{X \times 1,50}{2} \times 1,2 =$$

o sea;  $X (2 \times 1,10 - 1,50 \times 1,2) = 8 \times 2,$

de donde:

$$X = \frac{0,10}{16} = 160 \text{ elementos}$$

Luego la batería se dispondrá en dos series de 160 elementos cada una, por lo que no se utilizarán más que 320 de los 350 de que se dispone.

En cualquiera de los tres montajes, la intensidad será máxima cuando la resistencia interior de la batería resulte igual a la del circuito exterior; luego si uno de los tres montajes mencionados proporciona a la batería una resistencia igual a la exterior, él será el que dé la máxima intensidad.

Ejemplo: Sean 8 elementos de un voltio de *f. e. m.* y 5 ohmios de resistencia interior que deben alimentar a un circuito de 40 ohmios de resistencia.

Agrupados los elementos en serie darán:

$$I = \frac{8}{5 \times 8 + 40} = \frac{8}{40 + 40} = 0,100 \text{ amperios.}$$

Si se montan en cantidad:

$$I = \frac{1}{\frac{5}{8} + 40} = \frac{1}{0,625 + 40} = 0,025 \text{ amperios.}$$

El montaje mixto de cuatro series de dos elementos:

$$I = \frac{2 \times 1}{\frac{2 \times 5}{4} + 40} = \frac{2}{\frac{10}{4} + 40} = 0,047 \text{ amperios.}$$

El montaje mixto de dos series de cuatro elementos:

$$I = \frac{4 \times 1}{\frac{4 \times 5}{2} + 40} = \frac{4}{60} = 0,067 \text{ amperios.}$$

Luego el montaje que produce mayor intensidad es el primero, en el que resulta la resistencia interior igual a la exterior.

44.—Cuando una batería en serie tiene que alimentar circuitos de distinta resistencia, para los que se necesitan diferencias de potencial también distintas, se van tomando derivaciones en puntos intermedios de la serie, obteniéndose así esas distintas diferencias de potencial. Por ejemplo: en la batería en serie de la figura 25 puede unirse el circuito exterior a las bornas *a-c*, *a-d* y *a-b*, con lo que se obtendrán diferencias de potencial crecientes.

Este sistema tiene el inconveniente de producir des-

igual desgaste en los elementos de la batería, pues en el ejemplo anterior, los comprendidos entre *a* y *c* han de entrar en todas las combinaciones, por lo cual trabajarán más que los otros. Para evitar ese mayor desgaste se refuerzan las distintas partes en que las tomas de corriente dividen a la batería, con otras series en paralelo. De esta manera queda aquélla constituida como indica la figura 26. Embornando en *a-c*, se obtendrá una batería en paralelo de tres series de cuatro elementos; haciéndolo en *a-d*, el circuito exterior quedará alimentado por un paralelo de dos series de ocho elementos; por último, las bornas *a-b* suministran una serie de 10 elementos. Este montaje se denomina *en cascada* o *escala de Amsterdam*.

45.—Cuando una batería ha de alimentar varios circuitos derivados, conviene que su resistencia interior sea la menor posible, para que la corriente no experimente grandes variaciones al cerrar o interrumpir alguno de los circuitos. Por eso convendrá, en este caso, montar la batería en paralelo.

46.—Se dice que una pila está en *corto-circuito* cuando el circuito exterior presenta la mínima resistencia. Un corto-circuito se forma uniendo los dos polos por un corto alambre de cobre o de otro material muy buen conductor.

47.—Además de la pila de tipo Leclanché descrita en el número 30, existen otros tipos de uso corriente y que conviene conocer. Tales son los Daniell, Callaud y Lalande, que en este orden se describen a continuación.

La pila Daniell tiene como líquido excitador el agua acidulada con ácido sulfúrico; sus electrodos son una lámina de cinc, el negativo, y otra de cobre, el positivo, y el despolarizante una disolución de sulfato de cobre.

Se compone (figura 27) de un vaso de vidrio, *a*, que contiene el agua acidulada; dentro de él se colocan el polo negativo, *b*, y un vaso poroso, *p*, lleno de la disolución concentrada de sulfato de cobre, en la que se sumerge el polo positivo, *c*.

El líquido excitador se prepara disolviendo diez partes de ácido sulfúrico concentrado en 100 de agua, teniendo cuidado de echar el ácido en el agua y no al contrario, para evitar las proyecciones de aquel líquido corrosivo.

El despolarizante se obtiene disolviendo 350 gramos

de sulfato de cobre, llamado en el comercio caparrosa azul, en un litro de agua. Conviene añadir unas gotas de ácido sulfúrico.

En esta pila se consume únicamente el sulfato de cobre del vaso poroso y la lámina de cinc del electrodo negativo. Para reponer con facilidad el primero, se hace uso de la disposición indicada en la figura 28. Un matraz o globo de cristal, lleno de una solución muy concentrada de sulfato de cobre, se coloca encima del vaso poroso; el globo va cerrado con un tapón de corcho provisto de dos aberturas, por una de las cuales penetra el líquido del vaso poroso a medida que se va empobreciendo, siendo reemplazado por el del globo que sale por la otra abertura y enriquece así la disolución contenida en dicho vaso. El desgaste de la lámina de cinc se remedia haciéndola muy gruesa y substituyéndola por otra nueva, cuando se haya consumido del todo.

Cada dos o tres meses deben limpiarse los depósitos metálicos que se hayan formado sobre el cinc y en las paredes del vaso poroso, reemplazándose éste y el electrodo negativo cada cinco o seis meses, y entonces se lava bien el vaso de cristal y se carga la pila de nuevo.

El elemento Daniell produce una fuerza electromotriz de 1,07 voltios, y una corriente muy constante en circuito cerrado. Tiene el inconveniente de gastarse a circuito abierto, lo cual se atenúa amalgamando el cinc del electrodo negativo, y se evita sacando del líquido excitador dicho electrodo o el vaso poroso con su contenido, cuando la pila haya de permanecer mucho tiempo en reposo.

48.—La pila Daniell ha sido modificada por Callaud, suprimiendo el vaso poroso, con lo que se disminuye la resistencia interior.

La pila Callaud se compone (figura 28) de un vaso de vidrio que se llena de agua, en la que se han introducido unos 150 gramos de cristales de sulfato de cobre disueltos también en agua, permaneciendo esta disolución, por su mayor densidad, en el fondo del vaso. En la parte superior de éste se sumerge un cilindro de cinc *z*, que constituye el polo negativo; por el interior de ese cilindro pasa una barra de cobre, *c*, terminada en su extremidad inferior por un disco, *a*, del mismo metal, que queda sumergido en el sulfato de cobre

y forma el electrodo positivo. Se añaden al líquido del vaso algunas gotas de ácido sulfúrico concentrado.

El estrechamiento o garganta, *g*, del vaso, tiene por objeto disminuir la superficie de contacto entre las partes del líquido de distinta densidad, con lo que se evita su mezcla. Tiene el inconveniente de aumentar algo la resistencia interior de la pila al disminuir la sección.

La barra de cobre del electrodo positivo se reviste de una capa de gutapercha, para evitar su contacto con la parte superior del líquido.

Los bordes del vaso deben parafinarse como se explicó en el número 34, para evitar el trepado de las sales que se depositan en sus paredes.

Para cargar la pila se montan los electrodos, se llena el vaso de agua hasta la mitad, y con un embudo o un tubo de vidrio se echa luego en el fondo la disolución de sulfato de cobre, teniendo cuidado de no producir movimiento en el líquido.

El empobrecimiento de la disolución de sulfato de cobre se remedia echando cristales nuevos, con las precauciones anteriormente dichas. De vez en cuando conviene quitar del vaso el sulfato de cinc que se forma en la parte superior, reemplazándolo por agua pura.

49.—La pila de Lalande y Chaperón está formada por el electrodo positivo de cobre o hierro y el negativo de cinc, sumergidos en una disolución concentrada de potasa cáustica, que constituye el líquido excitador, teniendo como despolarizante el óxido de cobre.

Consta (figura 30) de un vaso de vidrio cubierto con una tapadera que tiene un orificio, *o*, por el que pasa una barra, *z*, de cinc amalgamado, la cual está enrollada en espiral por su parte inferior, y constituye el electrodo negativo. El electrodo positivo está formado por un recipiente, *A*, de cobre o de hierro, en el cual se encuentra un hilo, *C*, del mismo metal, que recubierto de gutapercha, atraviesa la tapadera del vaso. Este recipiente contiene óxido de cobre y el vaso se llena de una disolución concentrada de potasa cáustica.

En esta pila la despolarización es completa y la resistencia interior muy débil, por lo que produce una corriente intensa y sensiblemente constante. Puede estar un año sin requerir ningún cuidado.

Existe otro modelo de este tipo de pila, en el que se substituyen el recipiente y el óxido de cobre en él con-

tenido por una placa de aglomerado de óxido de cobre y arcilla.

La *f. e. m.* de la pila Lalande y Chaperón es de 0,9 voltios aproximadamente.

50.—De los tipos de pilas descritos, convienen :

1.º La Leclanché, para los servicios que requieren corriente intermitente, como timbres, telégrafos y teléfonos, pues en trabajo muy continuado se polariza.

2.º La Daniell, cuando ha de producirse corriente poco intensa durante mucho tiempo.

3.º La Lalande y Chaperón si la corriente ha de ser de más intensidad y el trabajo de mucha duración.

51.—Las pilas anteriormente estudiadas, llamadas *hidroeléctricas*, tienen el inconveniente de no ser fácilmente transportables; para evitarlo se construyen las *pilas secas* o de líquido inmovilizado, que se fundan en la absorción de los elementos líquidos de la pila por materias apropiadas.

De las sustancias empleadas para efectuar dicha absorción, las que han dado mejor resultado han sido el *cofferdam* y el *almidón*. El primero es un polvo oscuro, preparado con las fibras exteriores de la nuez de coco, el cual absorbe más de diez veces su peso de agua, no ejerciendo ninguna acción química sobre los elementos de la pila.

Para facilitar el transporte de las pilas secas, no se utilizan en ellas recipientes de cristal, sino de materiales poco frágiles, como el cartón, la madera, el celuloide y hasta el mismo cinc, que constituye el electrodo negativo.

Las pilas secas son *herméticas* cuando para llegar a su interior es preciso agujerearlas, y *regenerables*, cuando su envoltura tiene un orificio que descubre el interior. Estas últimas reciben dicho nombre porque permiten introducir por el orificio mencionado un poco de líquido excitador, cloruro amónico o ácido sulfúrico, cuando se observe que la *f. e. m.* de la pila es mucho más pequeña que la normal. Siempre que vayan a utilizarse estas pilas regenerables, es preciso echar por el agujero una pequeña cantidad de agua para que humedezca el excitador.

Las pilas regenerables tienen, como se ve, la ventaja de ser de mucha duración, lo que no acontece con las herméticas, que muchas veces salen ya gastadas de la fábrica. El agujero practicado en su superficie debe

taparse herméticamente con un tapón de corcho o de goma.

Las pilas herméticas gastadas pueden aprovecharse practicando algunos orificios en su superficie y sumeriéndolas en el líquido excitador correspondiente.

52.—Uno de los tipos de pila seca más corrientemente usados es el Hellesens, formado por un electrodo positivo de carbón de retorta y otro negativo de cinc, teniendo como líquido excitador el cloruro amónico inmovilizado con *agar-agar* o lana mineral, y como despolarizante el bióxido de manganeso. Sus elementos, son, por tanto, los mismos que los de la pila Leclanché.

La pila se dispone de la siguiente manera (figura 30) : un recipiente de cinc, *A*, que, a su vez, es el polo negativo, barnizado exteriormente o envuelto en cartón parafinado, *B*. En el interior del recipiente se coloca un saquete de tela fuerte, *C*, apoyado en su fondo en un disco de madera o cartón, *D*, que lo aísla del cinc. **Este saquete contiene el polo positivo, *E***, formado por una barra de carbón, rodeada del despolarizante, que es una mezcla, *F*, de bióxido de manganeso, carbón y cal. Entre el saquete de tela y el recipiente de cinc va el líquido excitador absorbido en la lana mineral u otra substancia inmovilizadora.

La pila se cubre con una capa de serrín, *G*, sobre la que se extiende una mezcla de colofonia y parafina fundidas, encima de lo cual se coloca una tapa de una materia aisladora.

Se construyen dos tipos de pilas Hellesens, uno hermético y otro regenerable.

## CAPITULO IV

### ACUMULADORES

A) 53. *Definiciones.*—54. *Funcionamiento. Carga y descarga.*

53.—Cuando en un recipiente lleno de agua acidulada con ácido sulfúrico, se sumergen dos placas de óxido de plomo (de minio la una y de litargirio la otra), se ha constituido un aparato capaz de restituir, en forma de corriente eléctrica, la electricidad que le proporcione otra corriente producida por un generador. El citado aparato recibe el nombre de *acumulador*. El agua acidulada se denomina *electrolito* y de las dos placas, una (la de minio) es el polo positivo, y la otra (la de litargirio) el negativo.

54.—La operación de suministrar al acumulador corriente eléctrica, constituye *su carga*. Para efectuarla, se une cada uno de sus polos con el hilo procedente del polo del mismo nombre de un generador de corriente.

La carga habrá terminado cuando se enturbie el electrolito y se desprendan de él burbujas de gas. Si entonces se desempalman de los polos del acumulador los hilos de carga, y se unen aquéllos a los extremos de un circuito eléctrico, se observa que éste es recorrido por una corriente suministrada por el acumulador, la cual cesará al cabo de cierto tiempo; se habrá producido la *descarga*.

Los acumuladores se disponen, como las pilas, en baterías constituidas por varios de ellos unidos en serie o en paralelo.

B) 55.—*Teoría del acumulador.* 56.—*Formación natural.* 57.—*Formación artificial.* 58.—*Acumuladores mixtos.* 59.—*Acumulador Edison de ferroniquel.* 60.—*Disposiciones prácticas de los acumuladores.* 61.—*Instalación de baterías.* 62.—*Carga.* 63.—*Descarga.* 64.—*Eu-*

*tretenimiento. 65.—Conservación de baterías descargadas. 66.—Sulfatación de las placas. Modo de remediarla.*

55.—En los acumuladores, como en las pilas, tiene lugar una acción química.

Si en un vaso de agua acidulada (figura 32) se sumergen dos placas de plomo, se recubrirán, bajo la influencia del oxígeno del aire, de una capa de óxido de plomo.

Uniendo las dos placas con los polos de un generador de electricidad, la corriente que atraviesa el electrolito, descompondrá el agua que contiene, en oxígeno e hidrógeno; el primero se fijará sobre la placa unida al polo positivo, oxidándola aún más de lo que está y recubriéndola de bióxido; el hidrógeno se sitúa sobre la otra lámina, haciendo desaparecer su óxido y convirtiéndola en plomo esponjoso. Resulta de todo esto que la corriente eléctrica, al atravesar el acumulador, ha modificado la composición química de sus placas, haciéndolas diferentes, ya que una de ellas se ha convertido en bióxido de plomo y la otra en plomo esponjoso. Se ha formado, por lo tanto, un elemento de pila.

Si en estas condiciones se desconecta del circuito el generador, y se cierra aquél uniendo sus extremos, será recorrido por una corriente, suministrada por el acumulador, de sentido opuesto al de la corriente de carga.

Al funcionar el aparato como pila, se descompone también el agua del electrolito, fijándose el hidrógeno sobre la placa de bióxido o polo positivo y el oxígeno sobre la de plomo esponjoso, que por eso constituye el polo negativo. El hidrógeno convierte el bióxido de la placa positiva en óxido, y el oxígeno transforma el plomo esponjoso de la placa negativa en óxido también. Además, el ácido sulfúrico del electrolito se combina con el óxido de plomo resultante en ambas placas, recubriéndolas de una capa de sulfato de plomo. El acumulador cesa entonces de suministrar corriente por haber desaparecido la diferencia entre sus dos placas.

Al cargar nuevamente el acumulador, es decir, al ponerlo otra vez en comunicación con el generador de corriente, vuelve a fijarse el oxígeno en la placa, unida al polo positivo, y el hidrógeno en la conectada con el negativo, convirtiéndose el sulfato de la primera en bióxido de plomo, y el de la segunda en plomo espon-

joso, con lo que el acumulador está de nuevo en disposición de producir corriente.

Resumiendo, se tendrá :

1.º Durante la carga de un acumulador se desprende oxígeno en su polo positivo e hidrógeno en el negativo, convirtiéndose el primero en bióxido de plomo y el segundo en plomo esponjoso.

2.º Durante la descarga el oxígeno se fija sobre el polo negativo y el hidrógeno en el positivo, recubriéndose ambos de una capa de sulfato de plomo.

56.—Para obtener una corriente de bastante duración no basta con introducir en ácido sulfúrico dos placas de plomo y cargarlas; es preciso que una de dichas placas se transforme lo más perfectamente posible en bióxido, y como el oxígeno sólo ataca su parte externa, es necesario que esa placa tenga una gran superficie. Debe también procurarse que el oxígeno penetre en el interior de la placa, para lo cual es preciso disgregarla; esto lo consiguió el físico francés Planté, cargando el acumulador durante muchos días, descargándolo luego y repitiendo la operación varias veces; de este modo el oxígeno se introduce cada vez más en el plomo, y a cada nueva carga se convierte en bióxido una masa mayor. Además, se comprobó que era conveniente invertir en cada carga el sentido de la corriente.

Este procedimiento de formación de los acumuladores se llama natural o de Planté.

57.—La formación de los acumuladores, según el método expuesto, tiene el inconveniente de exigir mucho tiempo. Para abreviarlo, tuvo Faure la idea de recubrir los dos electrodos de plomo de una capa de minio, polvo rojo, resultante de la combinación de dos óxidos de plomo, el cual, durante la carga, se transforma en bióxido en el polo positivo, debido al oxígeno que en él se acumula, mientras que en el polo negativo se convierte en plomo esponjoso por la acción del hidrógeno que en él se fija. Por ser el minio pulverulento, los gases oxígeno e hidrógeno penetran en su interior, y la descomposición química, debida a la corriente de carga, se verifica rápidamente. Al cabo de dos o tres cargas y descargas sucesivas, el acumulador alcanza su máxima capacidad, la cual se conserva ya en cualquier otra carga.

Para sostener la capa de minio en los electrodos, se forma con él y ácido sulfúrico diluido, una pasta que

se fija a las placas, dando a éstas la forma de reja o parrilla.

58.—En las placas positivas de los acumuladores Faure, o de formación artificial, se produce el desprendimiento de la capa de minio y la disgregación del soporte o parrilla, por hincharse la pasta durante la carga y contraerse durante la descarga. Para evitar este inconveniente se construyen acumuladores, llamados mixtos, con las placas positivas, de formación natural, y las negativas, de formación artificial. Para que su capacidad no sea inferior que la de los acumuladores de formación artificial, se aumenta la superficie de las placas positivas, estriándolas.

59.—El peso de los acumuladores, en relación con su capacidad o cantidad de electricidad que almacenan, es siempre muy considerable, por lo que es interesante conocer el tipo de acumulador Edison o de ferroníquel, que es muy ligero.

Está constituido por placas delgadas de plancha de acero, que sirven de soporte a unas pastillas de mezcla de óxido de hierro y óxido de mercurio, en el electrodo negativo, y a unos tubos agujereados conteniendo hidrato de níquel y níquel esponjoso, en el electrodo positivo. Estas placas van sumergidas en una disolución de potasa cáustica al 21 por 100.

60.—Un elemento de acumulador está formado por un cierto número de placas positivas y negativas, que depende de la capacidad que quiera obtenerse.

Los acumuladores pueden clasificarse en *estacionarios* y *transportables*, diferenciándose unos de otros en bastantes detalles. En los acumuladores *transportables*, las disposiciones que se adoptan tienen por objeto disminuir todo lo posible el peso por unidad de capacidad.

*Acumuladores estacionarios.* Las placas se disponen en un vaso de vidrio o uno de madera forrado interiormente de plomo (figura 33). Por su parte superior terminan en una cola *C* de plomo. Todas las colas positivas se unen con soldadura autógena a una varilla de plomo y las negativas a otra.

Cuando el vaso es de vidrio, las placas descansan en los bordes por las dos colas en que terminan (figura 34); si es de madera forrada de plomo, se apoyan, por medio de unas orejetas, sobre los bordes de dos láminas de vidrio, *l*, colocadas oblicuamente en el interior del vaso (figura 35).

Como se ve en la figura 33, las placas se disponen

de tal manera que una positiva se encuentre siempre entre dos negativas, para lo cual el elemento tiene una placa negativa más que el número de las positivas, lo que tiene por objeto evitar que se deforme la última placa positiva, como ocurriría de no estar entre dos negativas.

Las placas de distinta polaridad se separan por un cuerpo aislador llamado *separador*, que en los acumuladores estacionarios suele estar constituido por varios tubos de vidrio.

*Acumuladores transportables.* Suelen tener los recipientes de celuloide, ebonita o madera forrada de plomo, y los separadores formados por tabletas de madera, ebonita o celuloide; los separadores de madera pueden ser acanalados por las dos caras (figura 36) o por una sola, en cuyo caso se coloca la cara lisa del lado de la placa negativa; los separadores de ebonita pueden ser ondulados (figura 37) o perforados.

Cuando el recipiente es de materia aisladora, como la ebonita o el celuloide, las placas pueden descansar directamente sobre su fondo; en caso contrario, se interponen tacos de ebonita.

61.—Los elementos de acumulador se disponen formando baterías, de manera análoga que los elementos de pila. Estas baterías deben instalarse en locales secos, ventilados y claros, aunque ha de evitarse que los rayos solares incidan sobre ellas; la temperatura del local debe oscilar entre 5 y 20 grados sobre cero.

Los vasos deben aislarse cuidadosamente, para lo cual se instalan (figura 38) sobre largueros de madera, por intermedio de aisladores de cristal o porcelana. Los largueros deben barnizarse con una mano de aceite secante hirviendo, para evitar que sean atacados por el ácido, y descansan sobre el suelo, por intermedio de aisladores de aceite (figura 39), los cuales constan de dos piezas de porcelana, una superior, *a*, y otra inferior, *b*, en la cual se vierte aceite, *c*.

Una vez colocados los vasos sobre los largueros, se introducen en aquéllos las placas, con cuidado de evitar choques. Los elementos se montan generalmente en serie, por lo que el sistema de placas positivas de cada uno se une por soldadura autógena al de placas negativas del elemento siguiente.

Las placas positivas se reconocen fácilmente por su color achocolatado, mientras las negativas son de color gris claro.

Cuando se ha montado la batería, se llenan de electrolito los vasos. Para preparar dicho líquido, se mezclan, en una garrafa, setenta partes en peso de agua destilada o de lluvia, con veinticinco de ácido sulfúrico, a 66 grados Baumé. Esta mezcla debe hacerse con mucha precaución, *echando el ácido en el agua y nunca el agua sobre el ácido*, según se dijo al describir la pila Daniell. Como la temperatura de la mezcla se eleva mucho, hay que esperar a que se enfríe antes de echarla en los vasos.

Las placas deben sumergirse completamente en el electrolito, de manera que sus bordes queden dos centímetros más bajos que el nivel del líquido.

62.—Preparada la batería del modo expuesto, se procede a su carga. Para ello se conectan sus polos con los del mismo nombre del generador de corriente, la cual debe ser continua. Se reconoce cuál es el hilo de carga correspondiente a cada polo del generador, por cualquiera de los procedimientos siguientes:

1.º Por medio del papel buscapolos que expende el comercio, el cual se coloca humedecido sobre una tablilla de madera o un trozo de cristal. Tocándolo con los extremos de los hilos de carga, el correspondiente al polo negativo dejará sobre él una mancha encarnada.

2.º Sumergiendo ambos extremos en un vaso con agua acidulada, se desprenderán burbujas gaseosas del que esté unido al polo negativo.

3.º Por medio del aparato llamado *indicador de polos*, compuesto de un tubo de cristal lleno de líquido y con los extremos cubiertos por unas tapas de metal, que en el interior del tubo terminan en un trozo de alambre; uniendo dichas tapas a los extremos del circuito de carga, el líquido que rodea al alambre, correspondiente a la tapa unida al polo negativo, se colorea de rosa.

Una vez reconocida la polaridad de los hilos de carga, hay que cerciorarse de que la *f. e. m.* del generador es algo mayor que la de la batería de acumuladores. La *f. e. m.* de un elemento es de 1,8 voltios al empezar la carga y llega hasta 2,5 al terminar aquélla. Si la batería tiene sus elementos montados en serie, su *f. e. m.* será igual, en cada momento, al producto del número de dichos elementos por la *f. e. m.* de uno de ellos. Así, si la batería se compone de 10 elementos, su *f. e. m.*, al principio de la carga, será de

$1,8 \times 10 = 18$  voltios, y, al final, de  $2,5 \times 10 = 25$  voltios; luego el generador deberá proporcionar una *f. e. m.* superior a 18 voltios al principio de la carga, y a 25 al final. La intensidad de la corriente debe ser muy pequeña al empezar la carga, y permanecer luego constante hasta el final, con un valor que cada fabricante fija para el modelo de aparato que construye. Esta intensidad constante se denomina *régimen de carga*.

La intensidad de la corriente de carga se regula por medio de un *reóstato*, que se intercala en el circuito. Este aparato consiste en una resistencia eléctrica grande, formada por un hilo de cobre muy fino, arrollado a una varilla aisladora, resistencia que puede introducirse más o menos en el circuito, por medio de un cursor. También deben intercalarse en el circuito de carga un aparato para la medida de intensidad o *amperímetro*, y otro de medida de *f. e. m.* o *voltímetro*, así como un *interruptor* de corriente y un *disyuntor*. El interruptor puede ser del sistema representado en la figura 40. El disyuntor es un interruptor automático, que funciona en cuanto la intensidad de la corriente de carga se hace menor que un cierto valor, y tiene por objeto impedir que la *f. e. m.* de la batería se haga menor que la del acumulador, y, por tanto, que llegue a invertirse el sentido de la corriente en el circuito de carga. Este quedará formado como se indica en la figura 41.

El fin de la carga se reconoce por los tres hechos siguientes:

1.º Se produce un abundante desprendimiento de gases, enturbiándose el electrolito.

2.º La densidad del líquido ha aumentado hasta un límite del cual ya no pasa. Este aumento de densidad se acusa por medio de un sencillo aparato denominado *densímetro*, que consiste en una ampolla de cristal, lastrada, para que, flotando, se mantenga vertical; en el interior lleva una escala graduada. Cuanto menor sea la densidad del líquido, tanto más se sumergirá el flotador, y la escala irá así marcando los distintos grados de densidad.

3.º La *f. e. m.* de los elementos, que ha ido creciendo durante la carga, alcanza un valor aproximado a 2,50 voltios.

62.—Si se une a un circuito eléctrico la batería de acumuladores, ya cargada, se produce la descarga, que se manifiesta por la corriente que recorre el circuito.

Durante la descarga, la *f. e. m.* de los elementos va descendiendo, debiendo darse aquélla por terminada cuando alcance el valor de 1,80 voltios.

Cuando una batería ha de suministrar corriente con un voltaje fijo, caso muy frecuente, hay que ir intercambiando nuevos elementos en el circuito, a medida que va descendiendo la *f. e. m.* de los acoplados al principio.

La cantidad total de electricidad suministrada por un acumulador en la descarga, recibe el nombre de *capacidad*. Así, por ejemplo, si un acumulador mantiene durante una hora una corriente de 30 amperios, su capacidad será de 30 amperios hora. Esta capacidad es tanto mayor cuanto menor es la intensidad de la corriente de descarga, la cual no debe pasar el límite indicado por el constructor.

La relación entre la cantidad de electricidad cedida al acumulador durante la carga, y la suministrada por éste en la descarga, se llama *rendimiento*, el cual es tanto mayor cuanto más perfeccionado es el acumulador, y puede llegar a valer el 95 por 100.

64.—Las baterías de acumuladores necesitan un entretenimiento minucioso.

Es preciso cerciorarse constantemente de que los vasos de la batería no tienen escape ninguno de líquido, avería que es más frecuente en los de madera y celuloide que en los de cristal y ebonita. Estos vasos han de conservarse siempre en perfecto estado de limpieza, debiendo comprobarse también a menudo su estado de aislamiento entre sí y con los soportes, para lo cual basta mojar los dedos en agua ligeramente acidulada y tocar los vasos o el soporte; si se siente sacudida, el aislamiento es imperfecto.

Esta comprobación es peligrosa para tensiones que se eleven a 100 voltios.

El nivel del electrolito debe siempre mantenerse por encima del borde superior de las placas. Las pérdidas por evaporación se compensan añadiendo agua destilada o de lluvia. Únicamente en el caso de que la densidad del electrolito descendiera por haberse derramado alguna porción de él, se añadirá agua acidulada, en la proporción conveniente, para que recobre la densidad normal.

Las placas deben siempre mantenerse bien separadas unas de otras, vigilando para quitar en seguida cual-

quier trozo de pastilla que pudiera desprenderse de ellas.

Las bornas han de estar siempre bien limpias, y engrasadas con vaselina. No debe nunca dejarse en el interior de los vasos trozos de hilo, pues podrían poner los elementos en cortocircuito y deteriorarlos.

65.—Cuando una batería ha de permanecer inactiva mucho tiempo, conviene tomar determinadas precauciones para evitar su deterioro. Si solamente ha de estar sin funcionar un mes, o tiempo aproximado, basta con dejarla sobrecargada. Si debe permanecer más tiempo inactiva habrá que hacer lo siguiente: después de la última carga se vacía el electrolito y se lavan cuidadosamente las placas con agua destilada, conservándolas luego sumergidas en una disolución de sulfato de sosa neutro. Cuando vaya a utilizarse de nuevo la batería, se le da la primera carga, teniendo las placas sumergidas en esta disolución de sulfato de sosa, cargándolas luego normalmente.

66.—Cuando un acumulador permanece mucho tiempo descargado, aparecen en la superficie de las placas unos cristales de sulfato de plomo que les dan un aspecto blanquecino. Este sulfato es muy mal conductor y reduce considerablemente el rendimiento del acumulador. Cuando ocurre esta avería se dice que las placas se han *sulfatado*.

Los elementos sulfatados pueden recuperar su estado normal efectuando las operaciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Vaciar los vasos, desoldar las conexiones y sacar las placas.

2.<sup>a</sup> Enjuagar las placas en agua varias veces para que se desprendan las materias en suspensión.

3.<sup>a</sup> Llenar los vasos con agua débilmente acidulada (5 o 6 grados Baumé).

4.<sup>a</sup> Cargar el acumulador con una corriente de muy poca intensidad.

5.<sup>a</sup> Prolongar la carga hasta que las placas tomen su aspecto normal.

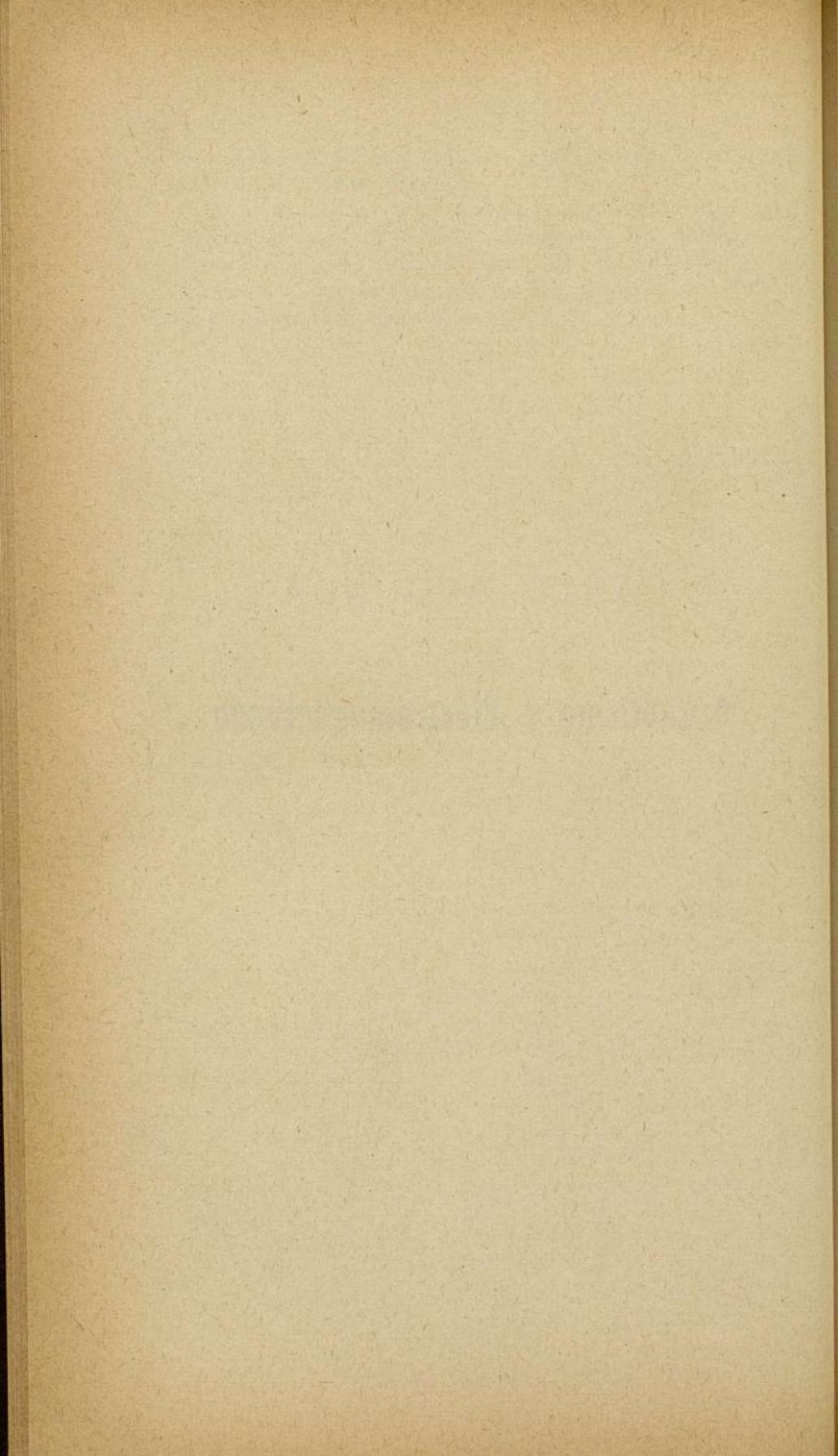
6.<sup>a</sup> Desaparecido el sulfato, enjuagar las placas en agua, llenar los vasos con electrolito de 8 o 10 grados Baumé, hasta que el nivel del líquido sobrepase algunos milímetros el borde superior de las placas, y cargar los elementos a régimen normal. Cuando la carga ha terminado, el voltaje de cada elemento será de 2,5 a 2,6 voltios, y en este momento se vacían los vasos y se llenan con electrolito de densidad normal (28 gra-

dos Baumé). El acumulador estará entonces en condiciones de prestar servicio.

Si al comenzar una descarga algún elemento de la batería presentara menos voltaje que los demás, debe separársele para ver la causa de esa diferencia, que puede ser una sulfatación de las placas o un cortocircuito producido entre ellas.

PARTE SEGUNDA

**Magnetismo y Electromagnetismo**



## CAPITULO V

### IMANES

A) 67.—*Imán natural o piedra imán.* 68.—*Imanes artificiales.* 69.—*Elementos de un imán.* 70.—*Acción de la tierra sobre los imanes.* 71.—*Acciones mutuas entre los imanes.* 72.—*Imanación por influencia.* 73.—*Magnetismo remanente y fuerza coercitiva.* 74.—*Imanes permanentes y temporales.*

67.—Existe en la naturaleza un mineral de hierro (óxido magnético o magnetita), que goza de la propiedad de atraer el hierro, el acero y otros metales. Se le conoce corrientemente con el nombre de *imán natural* o *piedra imán*. La propiedad de que goza el imán recibe el nombre de *imanación* o *magnetismo*.

68.—Una barra de acero o de hierro puede adquirir, mediante un tratamiento especial, la propiedad característica de la piedra imán, constituyendo entonces lo que se denomina *imán artificial*.

69.—Si un imán se rodea de limaduras de hierro puede observarse que son atraídas preferentemente por ciertos puntos del imán, y que existe en este una zona en la que la atracción no se manifiesta. Los primeros se denominan *polos* del imán, y la zona que no ejerce atracción recibe el nombre de *zona neutra*. Si el imán tiene forma de barra, los polos coinciden aproximadamente con sus extremos, correspondiendo la zona neutra a la región central. El eje magnético de la barra es la recta que une ambos polos. En la figura 42, *A* y *B* son los polos del imán, *a b*, la línea neutra y *A B* el eje magnético.

70.—Si una barra imán se coloca en condiciones de poder moverse libremente, bien suspendiéndola de su punto medio por un hilo, o montándola sobre un pivote, toma siempre una misma dirección, que coincide muy aproximadamente con la norte-sur. Se dice entonces que la barra se ha orientado, y como sobre ella

no se ejerce ninguna acción, forzosamente ha de ser la tierra la que produzca la orientación mencionada, con lo cual se manifiesta, por tanto, la acción terrestre sobre el imán. De los dos polos de éste, el que se dirige hacia el norte geográfico, se llama *polo norte*, y al otro se le denomina *polo sur*.

71.—Si al polo norte de un imán, móvil alrededor de su punto medio, se aproxima el polo norte de otro imán, se observa una repulsión entre ambos polos, que se manifiesta por el retroceso del imán móvil. Por el contrario, si los polos que se aproximan son de nombre contrario, se ejerce entre ellos una atracción. De aquí se deduce la siguiente ley: *los polos del mismo nombre se repelen y los de nombre contrario se atraen*. Esta ley es aráloga a la que regula los efectos entre las electricidades electrostáticas positiva y negativa (3).

72.—Si en la experiencia del número anterior se substituye el segundo imán por una barra de hierro dulce, se observa que, cualquiera que sea el polo al que se acerque, es atraída por él. Esto indica que la barra de hierro dulce, al ser acercada al imán, se ha convertido, a su vez, en otro imán, con los polos situados de forma contraria a como lo están en aquél. Esta imanación de la barra de hierro dulce se denomina *imanación por influencia*.

73.—En cuanto la barra de hierro dulce se aleja del imán, pierde por completo su imanación. Si en vez de una barra de hierro dulce se emplea otra de acero templado, aunque se aleje del imán conservará su imanación o magnetismo durante cierto tiempo. Ese magnetismo que persiste en el acero, se denomina *magnetismo remanente*.

El distinto modo de comportarse el hierro dulce y el acero templado, en presencia de un imán, se atribuye a una fuerza llamada *fuerza coercitiva*, más intensa en el acero que en el hierro.

Cuanto mayor es la fuerza coercitiva de una barra, mayor es la dificultad de su imanación y desimanación.

74.—La gran fuerza coercitiva de que goza el acero se aprovecha para construir imanes artificiales que no pierdan su imanación, denominándose, por ello, *imanes permanentes*, mientras que el hierro dulce se utiliza para formar imanes, que únicamente lo son cuando están sometidos a una influencia magnética, por lo que se llaman *imanes temporales*.

B) 75.—*Campo magnético. Líneas de fuerza. Espectro magnético.* 76.—*Permeabilidad magnética.* 77.—*Distintas formas de imanes.* 78.—*Conservación de los imanes.* 79.—*Hipótesis acerca del magnetismo.* 80.—*Modo de obtener imanes artificiales.*

75.—La región del espacio que rodea a un imán, y en la cual se deja sentir la acción magnética del mismo, constituye su *campo magnético*. Dicha acción se manifiesta, dentro del campo magnético, en determinadas direcciones, que constituyen las llamadas *líneas de fuerza magnéticas*. Estas se pueden materializar del siguiente modo (figura 43): Se coloca el imán rectilíneo, *A B*, sobre una mesa, y encima de él una hoja de papel, sobre la que se desparraman limaduras de hierro; se observa entonces que éstas se disponen en seguida unas a continuación de otras, constituyendo unas líneas que materializan las líneas de fuerza del campo magnético del imán. Las líneas de fuerza arrancan del polo norte, y, a través del aire, van hasta el polo sur, por donde penetran en el imán; por el interior de éste van desde el polo sur al polo norte, cerrándose así el circuito magnético. La figura que forman las limaduras recibe el nombre de *espectro magnético*.

76.—Así como todos los cuerpos no oponen igual resistencia al paso de la corriente eléctrica, tampoco son atravesados con la misma facilidad por las líneas de fuerza de un campo magnético. Se dice que un cuerpo tiene más *permeabilidad magnética* que otro, cuando es atravesado más fácilmente por las líneas de fuerza magnéticas.

Si en un campo magnético se sitúa una barra de hierro dulce, las líneas de fuerza se acumularán a través del hierro, por tener este cuerpo gran permeabilidad magnética.

77.—En un imán rectilíneo, como el de la figura 43, el circuito magnético está constituido de dos partes: una formada por el propio imán, y otra por el aire que le rodea, puesto que las líneas de fuerza salen del polo norte y a través del aire llegan al polo sur, por donde penetran en el imán para cerrar el circuito.

Estas dos partes tienen distinta permeabilidad, siendo mucho mayor la del hierro de la barra, que la del aire; por tanto, si se substituye este último por un medio más permeable, o se hace más corto el trozo de circuito que le corresponde, el circuito total presenta-

rá menos resistencia al paso de las líneas de fuerza y el campo magnético será más intenso, es decir, la fuerza de atracción que se ejerza en cualquiera de sus puntos será mucho mayor. El fenómeno es análogo al que se produce disminuyendo la resistencia de un circuito eléctrico, y conservando constante la *f. e. m.* en sus extremos, con lo que aumenta la intensidad de la corriente.

Se consigue, pues, aumentar la potencia de un imán, construyéndolo en forma de herradura (figura 44). Entre los polos *A* y *B* existe menos separación que entre los del imán rectilíneo de la figura 43, por lo que el campo magnético del imán en herradura es más intenso. Además, con esta forma se aprovecha a la vez la fuerza de atracción de ambos polos.

También se consiguen imanes muy potentes, formándolos de varias láminas yuxtapuestas, de modo que se correspondan los polos de igual nombre; ello es debido a que cada lámina puede imanarse más fácilmente que un hierro del tamaño de todas reunidas.

78.—De lo dicho en el número anterior se deduce la forma de conservar los imanes. Así, si son rectilíneos, deben conservarse por parejas, dispuestos en cajas, como indica la figura 45. Las líneas de fuerza salen del polo norte de un imán y penetran por el polo sur del otro, reforzándose mutuamente la imanación. Para hacer más permeable el circuito magnético se colocan las dos láminas de hierro dulce, *A* y *B*.

Si los imanes son de herradura se conservan con una armadura de hierro dulce, *A*, con el mismo objeto expresado anteriormente (figura 46).

79.—Una barra imanada presenta siempre los dos polos, norte y sur. Si se corta en dos partes iguales, cada mitad constituye un imán completo, con sus dos polos y su línea neutra, y si el experimento se repite varias veces, cada trozo obtenido, por pequeño que sea, resulta un imán completo. De aquí se deduce que el magnetismo existe hasta en las menores porciones de la barra, es decir, en las moléculas, por lo que se las designa con el nombre de moléculas magnéticas. Estas se encuentran unidas unas a otras por sus polos, de nombre contrario, por lo cual, su acción sobre el exterior, se neutraliza en la parte central o neutra de la barra y se manifiesta en los extremos, donde los polos de uno u otro nombre de las respectivas moléculas quedan sin neutralización. Antes de ser imanada la

barra, las moléculas magnéticas no están orientadas, por lo que el efecto de las de los extremos no se deja sentir y la barra no ejerce acción magnética.

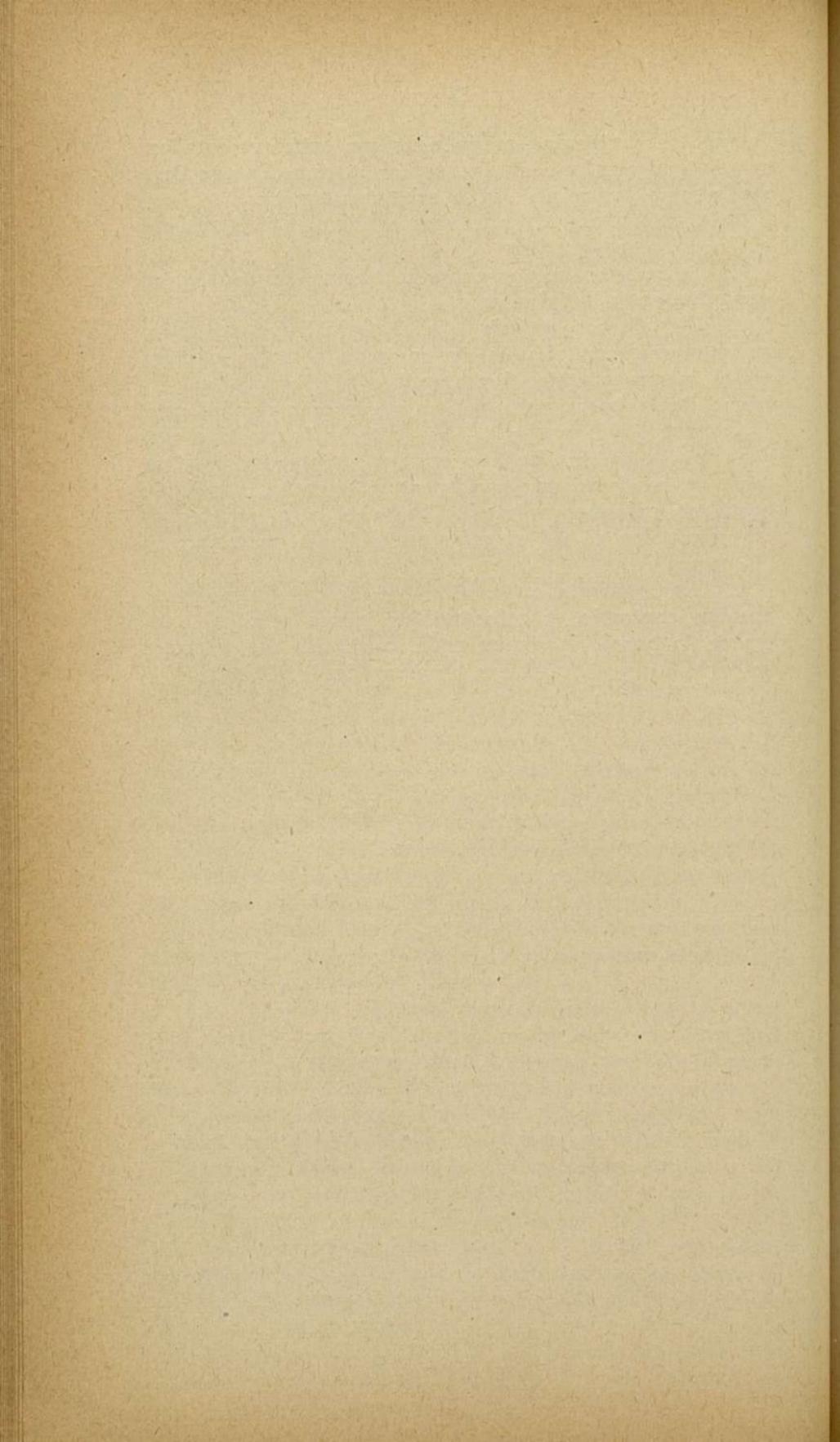
80.—Pueden obtenerse imanes artificiales por influencia o por contacto.

En la imanación por contacto suelen emplearse los procedimientos siguientes:

1.º *Por simple contacto.*—Se frota la barra que quiere imanarse, con el polo de un imán potente, siempre en el mismo sentido, levantándolo al llegar a un extremo de la barra para volver a empezar por el otro.

2.º *Por doble contacto.*—Se frota la barra a la vez con dos polos de distinto nombre, separados por un taco de madera, empezando en el centro, siguiendo hasta un extremo, volviendo hasta el otro, sin levantar los polos y así sucesivamente hasta terminar en el centro.

3.º *Por contactos separados.*—Se toman dos polos de nombre contrario, y colocándolos juntos sobre el centro de la barra, se corren cada uno hacia un extremo, se levantan y se vuelve a empezar desde el centro.



## CAPITULO VI

### ELECTROMAGNETISMO

A) 81.—*Solenoides. 82.—Electroimán. Núcleo y bobina.*

81.—Si con un hilo por el que pasa una corriente se forma una hélice, como indica la figura 47, se habrá constituido lo que se llama un *solenoides*. Los solenoides tienen todas las propiedades magnéticas de una barra imanada, y por eso pueden considerarse como verdaderos imanes artificiales. Así, acercando los extremos de un solenoides a los polos de una aguja imanada, se observan entre ellos atracciones y repulsiones análogas a las que se verifican entre dos imanes; si el solenoides se suspende de forma que pueda moverse libremente, tomará la dirección norte-sur.

82.—Si en el interior de un solenoides se introduce una barra de hierro dulce se forma un *electroimán* de acción magnética más intensa que el solenoides. La barra de hierro constituye el *núcleo* del electroimán, llamándose *bobina* del mismo al solenoides correspondiente.

B) 83.—*Polaridad de los solenoides. Regla del sacacorchos. 84.—Disposiciones prácticas de los electroimanes. 85.—Acción de un campo magnético sobre una aguja imanada. 86.—Acción de una corriente sobre un imán. 87.—Acción de un imán sobre una corriente. 88.—Galvanoscopios. De cuadro fijo. De cuadro móvil. 89.—Modo de aumentar la sensibilidad de los galvanoscopios. Par astático. 90.—Galvanómetros. 91.—Amperímetros. 92.—Voltímetros. 93.—Medida de la resistencia de un circuito eléctrico.*

83.—Siendo el solenoides un imán artificial, tendrá, como aquéllos, un polo norte y otro polo sur, y dará lugar a un campo magnético con sus líneas de fuerza correspondientes. La experiencia enseña que los polos

del solenoide, y, por tanto, el sentido de sus líneas de fuerza, varían con el sentido de la corriente que recorra las espiras. Para determinar dichas variaciones, existe la siguiente sencilla regla, denominada *del sacacorchos* (figura 48): *Si se supone un sacacorchos, A, colocado según el eje del solenoide, y, girando en el sentido de la corriente que pasa por sus espiras, el sentido de su introducción es precisamente el de las líneas de fuerza del campo magnético, engendrado por el solenoide.*

Teniendo en cuenta que las líneas de fuerza salen por el polo norte y entran por el sur, se deducirá fácilmente la polaridad de los extremos del solenoide; así, en la figura 48, *N* es el polo norte y *S* el sur.

La intensidad del campo magnético de un solenoide es proporcional a la intensidad de la corriente que lo recorre y al número de espiras.

84.—Al introducir en un solenoide una barra de hierro dulce, se imanta por la acción del campo magnético creado por aquél, correspondiéndose sus polos con los del solenoide. El electroimán que así se forma ejerce una acción magnética mucho más intensa que la del solenoide solo, debido a que el hierro es mucho más permeable que el aire y se disminuye, por tanto, la resistencia del circuito magnético.

En la práctica, los electroimanes se forman (fig. 49) con dos núcleos cilíndricos de hierro dulce, fijos sobre una barra, también de hierro dulce, llamada *culata*. Cada uno de los núcleos se rodea de una bobina de hilo de cobre recubierto de seda y arrollado sobre un carrete de madera o de cobre. También se construyen electroimanes de un solo núcleo, que se denominan *cojos*. La intensidad del campo magnético de las bobinas, y, por tanto, la imanación de los núcleos, varía con la intensidad de la corriente que recorre los arrollamientos. Así, pues, si intermitentemente se interrumpe la corriente, los núcleos se imantarán y desimantarán también intermitentemente, y si frente a sus polos se coloca una pieza de hierro dulce *A* (figura 49), llamada *armadura*, provista de un resorte antagonista, *R*, cada vez que la corriente pase por el electroimán, será atraída por los núcleos, y cada vez que la corriente cese, el resorte restituirá la armadura a su primitiva posición.

85.—Si en el interior de un campo magnético, creado por un imán o un electroimán, se introduce una

barra o aguja imanada, se orientará inmediatamente en la dirección de sus líneas de fuerza, de tal manera, que cada uno de sus polos se acerca al de nombre contrario del imán o electroimán que ha producido el campo.

86.—Si con un circuito cerrado, en el que se intercala un manantial de electricidad, se constituye un rectángulo, en cuyo interior se coloca, paralelamente a sus lados mayores, una aguja imanada móvil alrededor de su centro, se observará que al pasar corriente por el circuito, la aguja tiende a situarse perpendicularmente al plano de aquél. Según lo dicho en el número anterior, este movimiento de la aguja indica que la corriente crea un campo magnético perpendicular al plano del circuito.

La desviación de la aguja depende de la intensidad y sentido del campo, y, por tanto, de la corriente. Cuanto mayor sea la intensidad de ésta, mayor será la desviación. Para conocer el sentido en que la aguja se desviará, según el de la corriente, existe una sencilla ley, conocida con el nombre de ley de Ampère, que dice: *Si se considera un observador tendido a lo largo del circuito y mirando hacia la aguja, de tal modo que la corriente le entre por los pies y le salga por la cabeza, el polo norte de aquélla se desvía hacia su izquierda.* Así, en la figura 50, el polo norte de la aguja se desviará hacia afuera de la hoja del libro.

Si en vez de formar con el circuito una sola espira se constituye un solenoide, la acción del campo magnético que crea el paso de la corriente, será más intensa (83), y mayor la desviación de la aguja.

87.—Así como un circuito recorrido por una corriente produce el movimiento de un imán, un imán puede producir el movimiento de un circuito, y este movimiento se verifica siempre de manera que las líneas de fuerza del campo magnético, engendrado por el circuito, queden con la dirección y sentido del imán que lo produce. En la figura 51, el circuito  $a b c d$ , móvil alrededor de los contactos  $o o'$ , girará en el sentido indicado, cuando sea recorrido por una corriente que siga la dirección de las flechas, siendo la amplitud del giro proporcional a la intensidad de la corriente.

88.—La acción de las corrientes sobre los imanes, y de éstos sobre aquéllas, se aprovecha para acusar el paso de la corriente eléctrica por un circuito. Para ello se construyen los aparatos denominados *galvanos-*

*copios*, que pueden ser de cuadro fijo e imán móvil o de cuadro móvil e imán fijo.

1. *Galvanoscopios de cuadro fijo e imán móvil* (figura 52).

Están formados de un cuadro o carrete de madera, *a b*, alrededor del cual se arrolla una bobina de hilo de cobre recubierto de seda. El cuadro se fija sobre una placa circular, y las extremidades del hilo de la bobina se sueldan a dos botones de empalme, *e e'*. En medio del cuadro se fija una aguja imanada, que puede girar alrededor de su punto medio. Una segunda aguja de cobre, *c c'*, va sobre la primera en ángulo recto; con ella, y entre ambas, se coloca un círculo de papel blanco.

Orientando el aparato, la aguja imanada y la bobina estarán en un mismo plano, mientras por ésta no pase corriente, y la aguja de cobre será perpendicular al cuadro, pero, en el momento en que se unan las bornas del aparato con un manantial de electricidad, la aguja imanada se desviará de su posición de reposo, y, por tanto, también la de cobre, con lo que quedará acusado el paso de la corriente.

2.º *Galvanoscopios de cuadro móvil e imán fijo* (figura 53).

Se componen de un imán permanente en herradura *N S*, en cuyo campo gira el cuadro móvil *a b c d*, al que va unida una aguja indicadora, *A*.

Cuando el cuadro no es recorrido por ninguna corriente se encuentra paralelo a las líneas de fuerza del campo del imán, pero en cuanto una corriente pasa por dicho cuadro sale de su posición de reposo y tiende a ponerse perpendicularmente al campo del imán, venciendo la resistencia del resorte, *R*, con lo que la aguja indicadora puede marcar la desviación sobre un círculo de papel. En cuanto cesa de pasar la corriente, el resorte antagonista reintegra el cuadro a su posición primitiva.

89.—En los galvanoscopios de aguja imanada, ésta se halla siempre bajo la influencia del magnetismo terrestre, que tiende a mantenerla en la dirección nort-sur, contrarrestando en parte la acción de la corriente, que pasa por el carrete, y, disminuyendo, por tanto, la sensibilidad del aparato, pues si esta influencia del magnetismo terrestre no existiera, cualquier corriente, por insignificante que fuese, sería capaz de desviar la aguja 90º.

Para remediar éste inconveniente se recurre a montar sobre el eje de la aguja imanada otra de éstas, de tal modo, que sus polos sean opuestos. Se forma entonces lo que se llama un *par astático*, y como la tierra ejerce sobre cada aguja una acción igual y contraria a la ejercida sobre la otra, prácticamente desaparece la influencia del magnetismo terrestre, con lo que se consigue también el que se pueda prescindir de orientar previamente el galvanoscopio antes de proceder a su uso.

90.—Si el círculo de papel, sobre el que oscila la aguja de un galvanoscopio, se gradúa para corrientes de distinta intensidad, se habrá constituido el aparato denominado *galvanómetro*, que servirá para medir corrientes.

91.—Las características de una corriente eléctrica son su intensidad y su *f. e. m.*; por lo tanto, puede presentarse el caso de tener que medir una u otra.

Para lo primero se utiliza un galvanómetro, cuya bobina tiene muy poca resistencia, por la razón siguiente: Si quiere medirse la intensidad de la corriente que recorre el circuito *AB* (figura 54), se intercala en él un galvanómetro para que, pasando la corriente por su bobina pueda verse la desviación que produce en la aguja. Ahora bien, suponiendo que sea *I* la intensidad de la corriente antes de intercalar el galvanómetro, al introducir en el circuito la resistencia de éste variará aquella intensidad, convirtiéndose en otra menor, *I'*, que será la que mida el aparato, y para que ambas intensidades no sean muy diferentes, precisa que la resistencia del galvanómetro sea muy pequeña. Por eso sus bobinas se constituyen de pocas espiras de hilo grueso.

Los galvanómetros que se utilizan para medir la intensidad de las corrientes se denominan *amperímetros*.

92.—Si quiere medirse la diferencia de potencial que existe entre dos puntos, *a* y *b*, de un circuito eléctrico (figura 55), se deriva entre ellos el galvanómetro *A*.

Siendo *I* la intensidad de la corriente que recorre el circuito, antes de derivar el galvanómetro, y *r* la resistencia del trozo *ab* de dicho circuito, la diferencia de potencial entre *a* y *b* vendrá expresada, según la ley de Ohm (24), por el producto  $I \times r$ . Al intercalar el galvanómetro, una parte de la corriente del circuito se deriva por él y, llamando *i* a la intensidad de esa corriente derivada y *R* a la resistencia de la bobina

del galvanómetro, la diferencia de potencial entre  $a$  y  $b$  vendrá también expresada por el producto  $i \times R$ , y como  $R$  es constante, dicha diferencia de potencial será proporcional a  $i$ , y, por lo tanto, a la desviación que señale la aguja; luego de ésta puede deducirse aquélla. Ahora bien, al derivar el galvanómetro, la intensidad de la corriente que recorre el circuito entre  $a$  y  $b$  se ha convertido en  $I - i$ , y, por tanto, la diferencia de potencial, medida por el aparato, será  $I - i \times r$  y no  $I \times r$ , como debiera ser, existiendo entre ambas cantidades una diferencia igual a  $i \times r$ . Cuanto mayor sea la resistencia  $R$  del galvanómetro, tanto menor será  $i$  (26), y, por tanto,  $i \times r$ ; es decir, la medida efectuada será más exacta.

He ahí por qué los galvanómetros usados para medir diferencias de potencial, llamados *voltímetros*, deben tener, contrariamente a los amperímetros, una gran resistencia, por lo que sus bobinas se forman de muchas espiras de hilo fino. Esta es la diferencia esencial que existe entre ambas clases de aparatos.

Conviene hacer resaltar la manera distinta de utilizar los amperímetros y los voltímetros. Así, los primeros siempre se intercalan en serie en el circuito recorrido por la corriente (figura 56-I) y los segundos en derivación (figura 56-II).

**93.**—Aunque la medida de la resistencia de un circuito no corresponde a la teoría expuesta en este capítulo, se explica a continuación por utilizarse en ella los voltímetros y amperímetros, y por ser la resistencia eléctrica la tercera de las magnitudes que liga la ley de Ohm; estudiando su medida sabrán ya resolverse, prácticamente, todos los problemas a que puede aplicarse dicha ley.

El procedimiento más sencillo consiste en hacer pasar una corriente por el conductor, cuya resistencia quiere medirse, y medir su intensidad, con un amperímetro, y la diferencia de potencial entre los extremos del circuito con un voltímetro. Hecho esto, la ley de Ohm (24) proporciona el valor de la resistencia, que será el cociente de la diferencia de potencial, por la intensidad.

Así, por ejemplo, si el amperímetro marca 1,5 amperios y el voltímetro seis voltios la resistencia del conductor será

$$R = \frac{6}{1,5} = 4 \text{ ohmios.}$$

En vez del procedimiento anterior que da valores aproximados, se utiliza corrientemente un dispositivo llamado Puente de Wheatston, que proporciona mayor exactitud

Consiste en esquema, en lo siguiente: (figura 57) con tres resistencias conocidas,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , y la desconocida que se ha de medir,  $d$ , se constituye un paralelogramo, en cuyas diagonales se intercalan un galvanómetro,  $G$  y una pila,  $P$ . De las tres resistencias conocidas, una de ellas,  $c$ , contigua a la desconocida, puede variarse a voluntad. Aumentando o disminuyendo esta resistencia hasta que el galvanómetro no acuse el paso de corriente, se verificará la proporción:

$$\frac{a}{b} = \frac{d}{c}$$

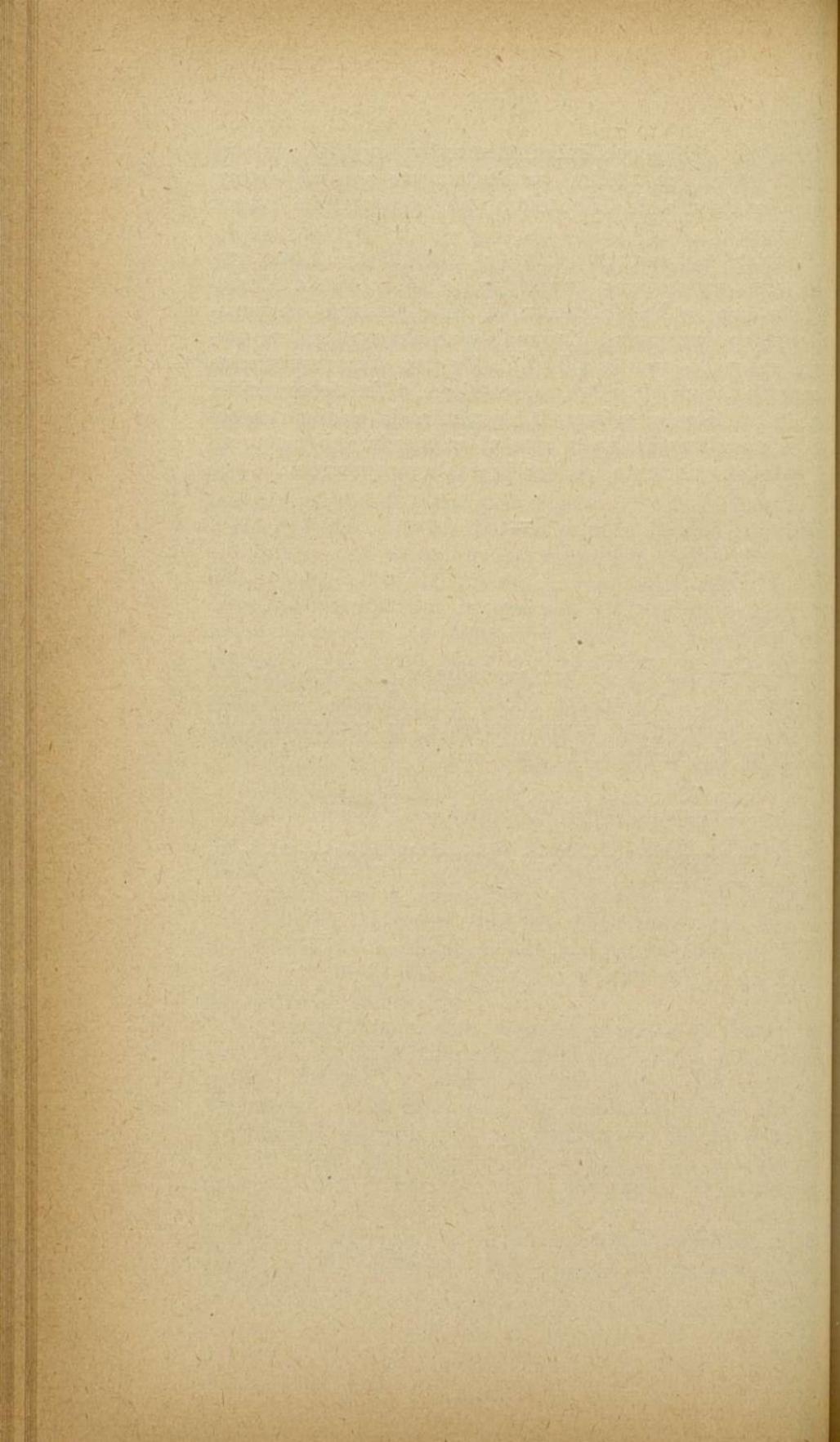
de donde

$$d = \frac{a \times c}{b}$$

Por ejemplo: si  $a$  vale 100 ohmios,  $b$ , vale 10 y la resistencia,  $c$ , ha de ser igual a 15 ohmios, para que el galvanómetro no acuse corriente, la resistencia que se trata de medir será igual a:

$$\frac{100}{10} \times 15 = 10 \times 15 = 150 \text{ ohmios.}$$

Las resistencias  $a$  y  $b$  se llaman de *proporción* y la  $c$ , de *comparación*.



## CAPITULO VII

---

### INDUCCION ELECTROMAGNETICA

- B) 94.—*Definición.* 95.—*Corrientes inducidas por otras corrientes.* 96.—*Corrientes inducidas por imanes.* 97.—*Autoinducción.* 98.—*Extracorrente de cierre.* 99.—*Extracorrente de apertura.*

94.—Recibe el nombre de *inducción electromagnética* la acción que un campo magnético variable ejerce sobre un circuito cerrado, situado en él, y en virtud de la cual se produce en dicho circuito una corriente llamada *corriente inducida*.

El campo magnético variable puede ser producido por un solenoide recorrido por una corriente cuya intensidad varía constantemente (84), o por un imán, cuya distancia al circuito cerrado sea también variable.

95.—En la figura 58, *A* es un solenoide constituido por un corto número de espiras de hilo de cobre grueso, revestido de seda y cuyos extremos se unen a una pila, por intermedio de un interruptor, *I*. En el interior del carrete de madera que soporta al solenoide *A*, se introduce otro carrete, *B*, al que se arrolla un hilo fino de cobre, recubierto también de seda, y comprendiendo gran número de espiras; los extremos de este hilo se unen a un galvanoscopio.

Cuando el interruptor *I* está abierto, la corriente de la pila no pasa por el solenoide *A*, y, por lo tanto, éste no engendra campo magnético alguno. En el momento en que dicho interruptor cierre el circuito de pila, el solenoide producirá un campo magnético de intensidad proporcional a la de la corriente que lo recorre y a su número de espiras (84); es decir, el campo habrá variado desde la intensidad cero, que tenía

antes de cerrar el interruptor, hasta la que adquiere después de cerrado aquél, y esta variación produce en el circuito del carrete *B*, situado en dicho campo magnético, una corriente inducida acusada perfectamente por el galvanoscopio. Lo mismo ocurrirá cuando se abra el interruptor, pues el campo variará entonces desde un valor determinado hasta cero, y así podrá observarse en el galvanoscopio la corriente inducida cuantas veces se abra o se cierre el interruptor, o lo que es igual, cuantas veces se varíe la intensidad de la corriente que recorre el carrete *A*; esta corriente se llama *inductora*.

El mismo efecto se consigue si en vez de abrir y cerrar el circuito de la pila, permanece constante la intensidad de la corriente que recorre el carrete inductor *A* y se aleja o se acerca de él el carrete inducido *B*, pues en el primer caso, la acción que sobre *B* ejercerá el campo magnético producido por el solenoide *A*, irá disminuyendo, como si la intensidad de dicho campo fuera también disminuyendo; y, por el contrario, al acercarse el carrete *B* al *A*, la acción magnética del segundo sobre el primero aumentará, como si la intensidad del campo creciera.

El sentido de la corriente inducida no es el mismo cuando el campo magnético aumenta que cuando disminuye. En el primer caso dicho sentido es contrario al de la corriente inductora, e igual en el segundo. Así, al cerrarse el interruptor *I* o al acercarse el carrete *B*, la corriente inducida será de sentido contrario a la inductora, y al abrirse el interruptor o alejarse el carrete *B*, el sentido de ambas corrientes será el mismo.

96.—Sea (figura 59), *A*, un carrete sobre el que se arrolla cierto número de espiras de hilo fino de cobre, recubierto de seda y cuyos extremos van unidos a las bornas de un galvanoscopio *G*. Si en el interior de dicho carrete se introduce un imán *N. S.*, el hilo de cobre del arrollamiento quedará introducido en el campo magnético invariable del imán, y el galvanoscopio no acusará corriente inducida alguna; pero en el momento en que dicho imán se aleje del carrete y varíe, por tanto, el campo donde se encuentra el circuito cerrado del arrollamiento, la aguja del galvanoscopio indicará, moviéndose, el paso de una corriente inducida en el carrete. Lo mismo ocurrirá si vuelve a acercarse el imán, y el galvanoscopio estará indican-

do el paso de corriente tanto tiempo cuanto esté moviéndose el imán, es decir, cuanto esté variando el campo magnético a que está sometido el arrollamiento.

Como en el caso del número 95, el sentido de la corriente inducida varía según se aleje o se acerque el imán, o lo que es lo mismo, según disminuya o aumente la acción del campo sobre el arrollamiento. Cuando el imán se acerca, el sentido de la corriente es contrario al de la que recorrería un solenoide que tuviera los polos situados análogamente a los del imán, sentido que se determina fácilmente por la regla llamada del sacacorchos, y que ya se enunció en el número 83. Cuando el imán se aleja del carrete, el sentido de la corriente inducida es el mismo que el de la que recorrería el solenoide que substituyera al imán.

Resumiendo lo dicho respecto al sentido de las corrientes inducidas por otra corriente o por un imán, puede enunciarse la siguiente regla: *El sentido de la corriente inducida en un conductor cerrado, por un campo magnético variable, es igual al de la corriente que daría lugar a dicho campo, cuando éste disminuye, y contraria cuando aumenta.*

97.—Cuando un solenoide es recorrido por una corriente, en el interior de él se crea un campo magnético (83), y, por tanto, sus espiras quedarán atravesadas por las líneas de fuerza de dicho campo.

Si la corriente que recorre el solenoide varía, el campo magnético creado por ella también variará y se producirá en sus espiras una corriente inducida que, según su sentido, se sumará o se restará a la corriente principal.

Este fenómeno se denomina *autoinducción*. Cuando la intensidad de esta corriente principal aumente, el campo magnético también aumentará, y la corriente inducida será de sentido contrario a la principal, que es la que da lugar a dicho campo, de acuerdo con la regla enunciada en el número 96.

Si la intensidad de la corriente principal disminuye, el campo magnético también disminuye, y la corriente inducida tendrá el mismo sentido que la principal.

98.—Al cerrar un circuito en el que está intercalado un generador de electricidad, la intensidad de la corriente pasará desde el valor cero hasta el que co-

corresponda según la resistencia del circuito y la *f. e. m.* aplicada. Se producirá, por tanto, en dicho circuito, una corriente inducida de sentido contrario a la del generador intercalado. Esta corriente inducida recibe el nombre de *extracorrente de cierre*.

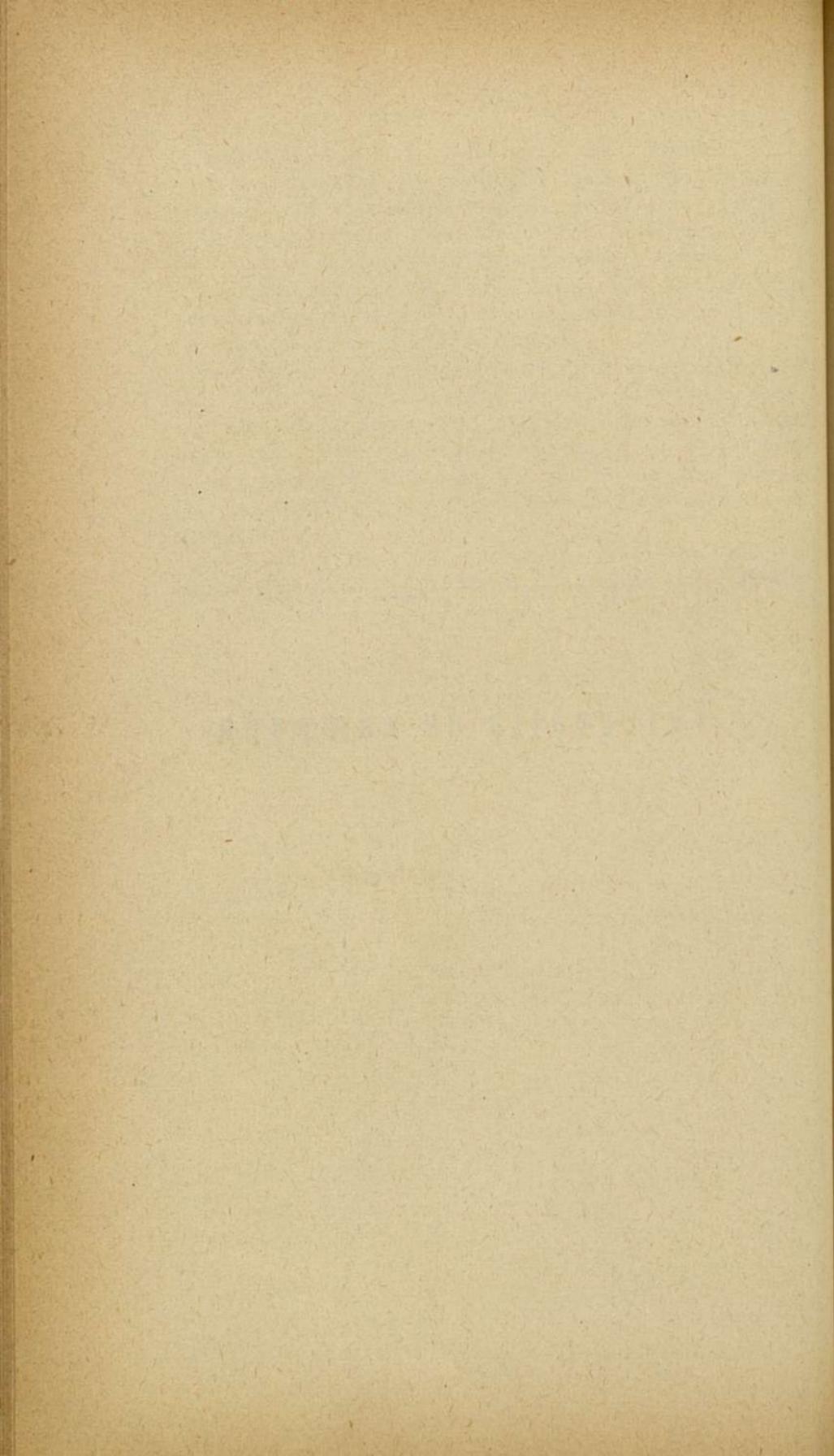
La extracorrente de cierre hace que la corriente principal no alcance su valor definitivo inmediatamente, sino al cabo de cierto tiempo.

99.—Cuando se interrumpe el circuito recorrido por una corriente, la intensidad de ésta disminuye desde el valor que tuviera, con arreglo a la ley de Ohm, hasta cero. Esta disminución da lugar, en el circuito, a una corriente inducida, del mismo sentido que la que lo recorría, y que se denomina *extracorrente de apertura*.

La extracorrente de apertura se manifiesta por una chispa que salta en el punto de ruptura del circuito.

PARTE TERCERA

**Telegrafía de campaña**



## CAPITULO VIII

---

### GENERALIDADES

A) 100.—*Telegrafía. Telegrama. Telégrafo. Estación telegráfica.* 101.—*Distintos medios de transmisión.* 102.—*Aparatos telegráficos. Su clasificación.* 103.—*Clasificación de los sistemas de telegrafía eléctrica con hilos.* 104.—*Teoría del telégrafo eléctrico.*

**100.**—La transmisión rápida de señales a distancia, constituye la *telegrafía*. La combinación adecuada de estas señales permite transmitir palabras y frases, y, por lo tanto, las ideas que ellas expresen.

Recibe el nombre de *telegrama* o *despacho telegráfico*, toda orden, instrucción o información transmitida por medio de la telegrafía.

Al conjunto de medios materiales necesarios para la transmisión de telegramas se le llama *telégrafo*. El conjunto de aparatos que hay que situar en el punto de transmisión o en el de recepción, y el personal que los sirve, constituyen *una estación telegráfica*.

**101.**—Los telegramas pueden transmitirse por distintos medios, denominados *medios de transmisión*, a saber:

- 1.º Agentes de transmisión.
- 2.º Procedimientos eléctricos.
- 3.º Procedimientos ópticos.
- 4.º Procedimientos acústicos.

Se emplean como agentes de transmisión: peatones, estafetas a caballo, ciclistas, automovilistas, motociclistas, aviadores, perros estafetas y palomas mensajeras.

Los procedimientos eléctricos utilizan la electricidad para la transmisión de los despachos y se clasifican en:

*Telegrafía con hilos*, cuando las estaciones necesitan relacionarse por un conductor, y las señales transmitidas son perceptibles a la vista o al oído, pero sin que constituyan sonidos articulados.

*Telegrafía sin hilos o radiotelegrafía*, cuando se transmiten igual clase de señales que en el procedimiento anterior, pero sin necesidad de instalar conductor entre las estaciones.

*Telefonía con hilos*, si unidas también por conductor las estaciones, se transmiten sonidos articulados, permitiendo sostener conversaciones.

*Telefonía sin hilos o radiotelefonía*, cuando la transmisión de sonidos articulados se efectúa sin necesidad de hilo conductor.

Los procedimientos ópticos realizan la transmisión de señales producidas por haces luminosos, utilizando la luz natural o la artificial.

Los procedimientos acústicos se valen de sonidos, transmitidos por intermedio del aire.

**102.**—Los aparatos que en cada estación producen o reciben las señales, se denominan *aparatos telegráficos*, transmisores los primeros y receptores los segundos.

Según las características de las señales transmitidas, se clasifican los aparatos en *aparatos de indicaciones fugaces* y *aparatos de indicaciones permanentes*.

Los primeros son aquellos que producen señales que desaparecen inmediatamente después de producidas. Pertenecen a esta clase de aparatos los llamados de *aguja*, en los cuales las señales son las oscilaciones de una aguja magnética; los de *cuadrante*, en los que una aguja va señalando, sobre un disco de cartón, la letra transmitida; los de *resonador* o *parlante*, que producen señales acústicas originadas por el choque de la armadura de un electroimán con su núcleo, al ser atraída por éste.

Los aparatos de indicaciones permanentes se caracterizan por dejar fijada la señal en el receptor. Pueden ser: *impresores*, cuando las señales o las letras transmitidas quedan impresas en una cinta de papel, y *autográficos*, cuando reproducen exactamente la escritura ejecutada en el transmisor.

**103.**—Los sistemas de telegrafía eléctrica con hilos se clasifican, según la rapidez de transmisión obtenida, en:

A) *Sistemas simples*, aquellos que únicamente permiten en cada momento la transmisión de un solo despacho.

B) *Sistemas rápidos*, los que por medio de combinaciones mecánicas consiguen transmitir despachos a

gran velocidad, aunque por el hilo conductor no puede circular más de uno en cada momento.

C) *Sistemas múltiples*, los que por combinaciones apropiadas de corrientes eléctricas permiten la transmisión, a la vez, de varios telegramas. Entre estos sistemas se cuentan el *dúplex*, que transmite simultáneamente dos despachos en dirección opuesta; el *áíplex*, que efectúa la transmisión simultánea de dos telegramas en la misma dirección y el *cuádruplex*, con el que pueden transmitirse a la vez dos telegramas en una dirección y otros dos en la opuesta.

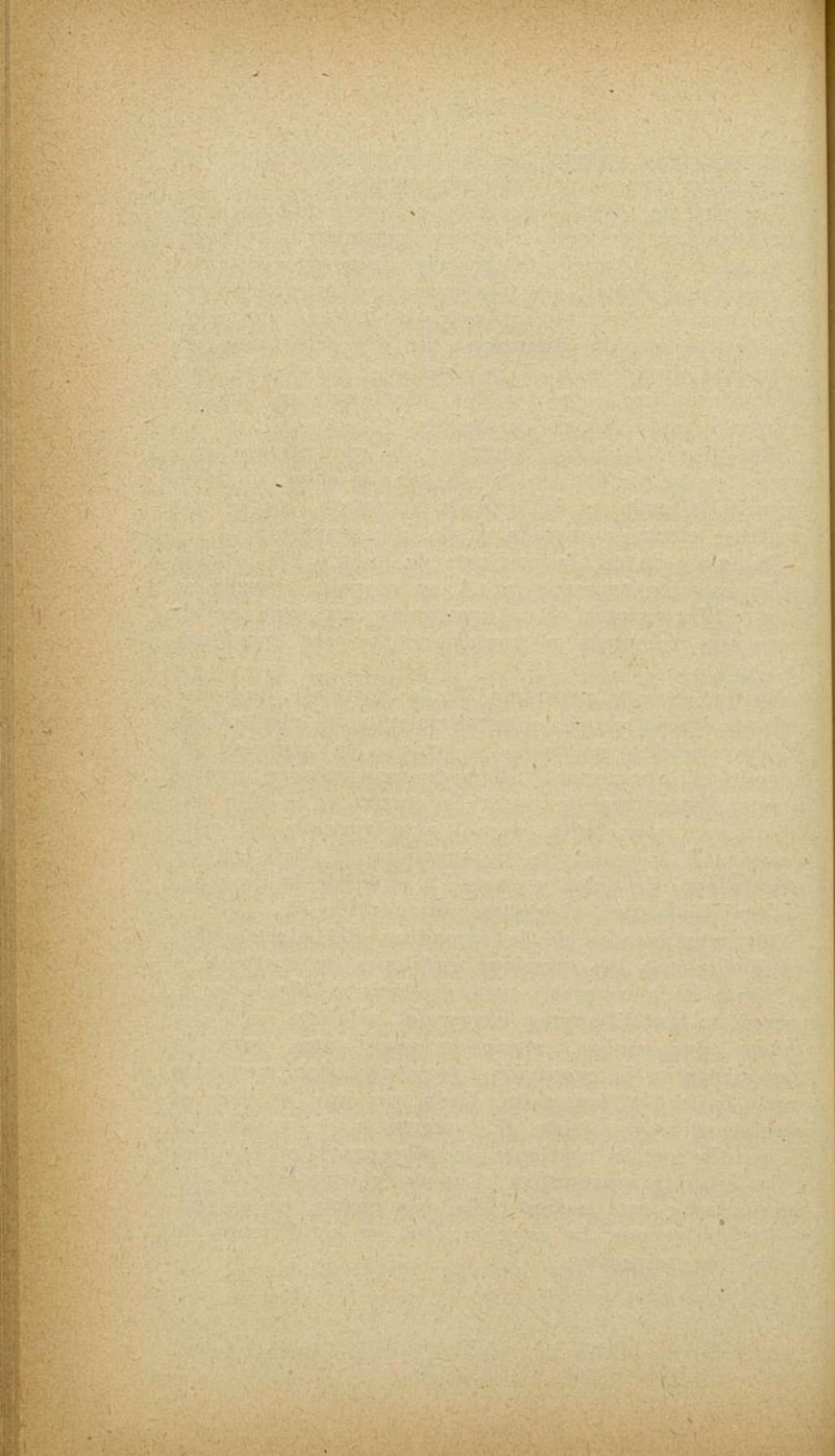
104.—Los telégrafos eléctricos de indicaciones permanentes, se fundan en la acción que sobre un electroimán, situado en la estación receptora, ejerce una corriente eléctrica enviada desde la transmisora.

En la figura 60, la corriente de la pila, *P*, situada en la estación transmisora, *A*, se propaga, cuando se baja el interruptor, *I*, al conductor que une ambas estaciones receptora y transmisora, y que constituye la *línea*.

En la estación receptora *B*, la corriente que procede de línea, recorre el arrollamiento del electroimán *E*, cuyo núcleo se imana y atrae a la armadura *M*. Cuando el interruptor *I*, llamado manipulador, vuelve a estar alto, cesa de pasar la corriente de pila por la línea, y, por tanto, por el arrollamiento del electroimán, *E*, por lo que la armadura *M*, deja de ser atraída por el núcleo y vuelve a su posición de reposo, solicitada por el resorte antagonista *R*.

Los movimientos de la armadura del electroimán, originados por las sucesivas emisiones de corriente a la línea, se aprovechan para producir señales que representen las diferentes letras del alfabeto.

Para que ambas estaciones sean aptas para la transmisión y la recepción, necesitan estar montadas como indica la figura 61. Cada vez que se baja el manipulador, se cierra el contacto *a*, y se abre el *b*, con lo que la corriente de pila pasará a la línea y la estación transmitirá. Cuando el contacto *b* del manipulador esté cerrado, lo que ocurre en su posición de reposo, la estación está en condiciones de recibir un telegrama.



## CAPITULO IX

### ALFABETO MORSE

A) 105.—Representación de las letras. Letras contrarias y recíprocas. 106.—Representación de las cifras. 107.—Representación de los signos de puntuación y convencionales. 108.—Ejercicios de instrucción. 109.—Manipulador de instrucción y reglas para su empleo.

105.—En la telegrafía eléctrica de campaña las letras del alfabeto ordinario se representan por la combinación de rayas y puntos que, en la transmisión, se traducen, respectivamente, por emisiones largas y cortas de la corriente de pila de la estación transmisora, obtenidas por el cierre más o menos prolongado del circuito telegráfico, producido por medio del manipulador (104).

Este modo de representar las letras da lugar al alfabeto denominado *alfabeto Morse*, del nombre de su inventor.

El alfabeto Morse, adoptado por multitud de países, es como sigue:

a . —	n — .
ä . — . —	ñ — — . — —
á . — — . —	o — — —
b — . . .	ö — — — .
c — . — .	ó — — — .
ch — — — —	p . — — .
d — . .	q — — . —
é .	r . . .
e . . — . .	s . . .
f . . — .	t —
g — — .	u . . —
h . . . .	ü . . — —
i . .	v . . . —
j . — — —	w . — —
k — . —	x — . . —
l . — . .	y — . — —
m — —	z — — . .

Como se ve, el número de signos . (punto) y — (raya), que forman cada letra, no pasa de cuatro, excepto en las letras á, é y ñ.

Para retener mejor en la memoria la representación de las distintas letras en el alfabeto Morse, pueden hacerse con ellas los cuatro grupos siguientes:

PRIMER GRUPO.—LETRAS CONTRARIAS

t	—	e	.
m	— —	i	. . .
o	— — —	s	. . . .
ch	— — — —	h	. . . . .

SEGUNDO GRUPO.—LETRAS CONTRARIAS

k	— . —	r	. — .
x	— . . —	p	. — — .
ñ	— — . — —	é	. . — . .

TERCER GRUPO.—LETRAS RECIPROCAS

a	. —	n	— .
u	. . —	d	— . .
v	. . . —	b	— . . .
l	. — . .	f	. . — .

CUARTO GRUPO.—LETRAS RECIPROCAS

w	. — —	g	— — .
ü	. . — —	z	— — . .
j	. — — —	ö	— — — .
ä	. — . —	ó	— — — .
y	— . — —	c	— . — .
		q	— — . —

Examinando los anteriores grupos se observa que dos letras contrarias son aquellas formadas por el mismo número de signos, pero substituyendo los que en una sean puntos por rayas en la otra. Dos letras recíprocas están también representadas por igual número de signos, colocados de tal modo, que leyéndolos de derecha a izquierda en una de las letras, resultan los signos de la otra, leídos de izquierda a derecha.

106.—Las nueve cifras significativas y el cero, se

representan en el alfabeto Morse por la combinación de cinco signos, de la manera siguiente :

1 . . . — — — —	6 — . . . . .
2 . . . — — —	7 — — . . . .
3 . . . . — —	8 — — — — . .
4 . . . . . —	9 — — — — . .
5 . . . . . .	0 — — — — —

107.—Los signos de puntuación expresados en el alfabeto Morse, no se sujetan a ninguna regla de formación. Para facilitar su estudio se agrupan los distintos puntos y rayas que los constituyen, en letras, las cuales se indican en el cuadro que sigue, debajo del signo correspondiente.

Punto.....	( . )	. . . . .	(iii)
Coma.....	( , )	. — . — . —	(aaa)
Punto y coma.....	( ; )	— . — . — .	(rnn)
Dos puntos.....	( : )	— — — . . .	(os)
Interrogación.....	( ? )	. . — — . .	(ud)
Admiración.....	( ! )	— — . — —	(mim)
Apóstrofe.....	( ' )	. — — — — .	(eche)
Comillas (antes y después de cada palabra o cada frase).....	( « » )	. — . . — .	(rr)
Paréntesis (antes y después de cada palabra o frase).....	( )	— . — — . —	{tema}
Guión.....	( — )	— . . . . —	(ba)
Doble guión.....	( = )	— . . . .	(da)
Subrayado (antes y después de la palabra o frase).....		. . — — . . —	(uk)
Raya de fracción (1).....	( / )	— . . — .	(nr)

(1) Con el fin de evitar confusiones se transmitirán los números fraccionarios, anteponiendo al quebrado el doble guión (=). Ejemplo: Por  $1 \frac{1}{16}$  se transmitirá  $1 = 1/16$ , para evitar que se lea 11/16.

Además de estos signos de puntuación existen otros convencionales, usados en la transmisión de telegramas, para expresar determinadas frases o palabras, y que son los siguientes :

Llamada preliminar a toda transmisión.....	— . — . —
	(ka)
Enterado (expresa haberse comprendido una palabra o telegrama transmitido).....	. . . — .
	(ve)
Error (expresa haberse equivocado al transmitir una palabra, o no haber comprendido otra transmitida . . . . .)	. . . . .
	(eee . . . )
Interrogación (demanda de repetición de una transmisión no comprendida).....	. . — — . .
	(ud)
Espera (para atender a otra estación que llama) . . . . .	. — . . . .
	(as)
Invitación a transmitir . . . . .	— . —
	(k)
Cruz (al terminar un telegrama)..	. — . — .
	(rn)
Fin de trabajo . . . . .	. . . — . —
	(sk)

**108.**—El aspirante a telegrafista deberá empezar la instrucción por el conocimiento del alfabeto Morse, perfeccionándola hasta conseguir contestar sin vacilación, cuando se le pregunte, la representación en él de cualquier letra, cifra o signo de puntuación, e inversamente, hasta lograr traducir rápidamente una letra, cifra o signo expresado en dicho alfabeto.

Una vez conseguido lo anterior, el aspirante comenzará la escritura con alfabeto Morse y la lectura de palabras y frases escritas en él. Para la escritura debe tenerse en cuenta: 1.º, una raya debe tener una longitud igual a tres veces la del punto; 2.º, el espacio entre dos signos de una misma letra ha de ser igual a un punto; 3.º, el espacio entre dos letras será igual a tres puntos, y 4.º, el espacio entre dos palabras ha de ser igual a cinco puntos.

**109.**—Cuando el aspirante conozca perfectamente el alfabeto Morse y se haya ejercitado en su lectura y

escritura, se empezará a instruirlo en el manejo del interruptor que, según el principio establecido en el número 104, ha de producir las señales, y el cual recibe el nombre de *manipulador*. Para ello se utiliza el manipulador de instrucción representado en la figura 62. Consiste en una tabla de madera, *T*, sobre la cual va montado un listón, *I*, oscilante alrededor del eje, *e*; el listón lleva en cada extremo, y en la cara inferior, una punta metálica, que se corresponde con una plaquita, también metálica, fija a la tabla del manipulador. La punta del extremo posterior apoya, cuando no se actúa el manipulador, sobre la placa correspondiente, debido a la acción del resorte *R*, unido al listón y a la tabla. Cuando se actúa sobre la empuñadura, *M*, ejerciendo presión hacia abajo, se vence la acción del resorte, y la punta del extremo anterior apoya sobre la placa correspondiente, mientras la del posterior deja de hacerlo.

El manejo del manipulador se sujetará a las reglas siguientes :

1.º Para manipular debe cogerse la empuñadura con los dedos pulgar, índice y corazón de la mano derecha, de tal manera que el primero quede recto en la dirección del manipulador, y a su izquierda el índice, doblado en ángulo recto, por la segunda articulación, rodeando verticalmente a la empuñadura y apoyando su yema en la parte posterior de aquélla, y el corazón, pegado al índice, cogiendo la empuñadura por la derecha.

El codo descansará sobre la mesa donde se coloque el manipulador; manteniendo el brazo recto e inmóvil, pues el movimiento debe ser únicamente de la mano.

El esfuerzo realizado sobre la empuñadura debe limitarse a vencer la resistencia del resorte al bajar el extremo anterior del manipulador, debiendo volver a subir éste por la acción única del mencionado resorte, a pesar de lo cual no debe soltarse la empuñadura durante todo el ejercicio de transmisión, pues de lo contrario resultan las señales bastante imperfectas.

2.º Los ejercicios de transmisión comenzarán por series de puntos, cuidando de que todos ellos sean de igual longitud y separados por intervalos iguales. Esto puede observarse por el oído, pues cada punto produce dos golpes muy seguidos.

3.º Conseguida la regularidad de transmisión en los puntos, se procederá a transmitir series de rayas con iguales cuidados, teniendo en cuenta que cada raya da lugar a dos sonidos, más separados que los producidos por el punto.

4.º Se transmitirán series de puntos y rayas alternados.

5.º Adquirida con los ejercicios anteriores suficiente soltura, se transmitirán las diferentes letras del alfabeto, empezando por las más fáciles, acostumbrando el oído al sonido característico de cada letra, con lo que el aspirante podrá darse cuenta inmediata de los errores que cometa.

El movimiento del manipulador debe ser suave y al mismo tiempo rápido, pues, de lo contrario, además de estropearse aquél, se cansa pronto el aspirante, llegando a producirse un movimiento nervioso que dificulta bastante la transmisión.

---

## CAPITULO X

---

### DESCRIPCIÓN DE LA ESTACION REGLAMENTARIA

A) 110.—Partes que comprende la estación. 111.—Manipulador. 112.—Receptor. 113.—Tintero sistema Cadavid. 114.—Parlante. 115.—Pararrayos. 116.—Conmutador. 117.—Galvanoscopio. 118.—Bornas de empalme. 119.—Caja del aparato Morse. 120.—Plancha de tierra. 121.—Comunicaciones eléctricas del aparato Morse.

110.—La estación de campaña, de telegrafía eléctrica, está preparada para efectuar la transmisión por medio del alfabeto Morse.

Según la teoría estudiada en el número 104, una estación deberá comprender como órganos principales, el manipulador, el receptor y la pila, completándose, para facilitar la transmisión, con un cierto número de aparatos útiles, pero no indispensables. Estos aparatos accesorios son *Parlante, Pararrayos, Conmutador, Galvanoscopio, Bornas y Plancha de Tierra.*

111.—*El manipulador* (fig. 63), consiste en una barrita de latón, *C*, oscilante alrededor de un eje horizontal de acero, que descansa sobre dos muñoneras *X*, de una horquilla, impidiéndose que salga de ellas por medio de dos piezas sobremuñoneras fijas a las anteriores por dos tornillos *z*.

El eje divide a la barra, o *palanca* del manipulador, en dos partes desiguales. El extremo de la parte más larga está provisto inferiormente de una punta metálica, *b*, y superiormente de una empuñadura, *E*. El extremo de la parte más corta está atravesada por el tornillo *a*.

El tablero donde va montado el manipulador lleva dos topes metálicos, *h* y *g*, recubiertos de una pequeña capa de platino para evitar la oxidación y fusión, ambos topes están situados precisamente debajo del torni-

llo y punta metálica de la palanca, y se denominan, *contacto anterior* el *h* y *contacto posterior* el *g*.

En posición de reposo el tornillo *a* tropieza con el contacto posterior, mientras el extremo anterior de la palanca se encuentra levantado debido a la acción del resorte antagonista *m*.

112.—El receptor es el aparato destinado a recibir las emisiones de corriente que recorren la línea, y a transformarlas en señales del alfabeto Morse impresas sobre una tira de papel denominada *cinta*. Es, por tanto, un aparato impresor.

Consta (fig. 64) de tres partes principales, a saber:

1.º *El electroimán*, compuesto de dos núcleos verticales de hierro dulce, rodeados cada uno de un arrollamiento de hilo de cobre aislado, y fijos sobre una culata. La armadura *p* de este electroimán está unida a una palanca metálica *s m*, que puede girar alrededor del eje *n m*; un resorte antagonista, *r*, regulable por medio del tornillo *t*, despega la armadura de los núcleos cuando cesa de pasar corriente por los arrollamientos.

El movimiento de la palanca *s m* está limitado por los tornillos *f e*, impidiendo, el primero, un alejamiento demasiado grande de la armadura con respecto a los núcleos, y el segundo un contacto demasiado prolongado de dichas piezas.

Los arrollamientos del electroimán están montados en serie como indica la figura 49, y sus extremos están soldados a los botones metálicos *c*.

2.º *Los órganos de impresión*, constituídos por el estilete *d* (fig. 64 y 65), la ruedecilla impresora o *linterna g*, y el rodillo tintero *r* (fig. 65).

3.º *El aparato de relojería*, encerrado en la caja metálica *C* (fig. 65), cuyas tapas superior y laterales pueden resbalar a corredera permitiendo ver todo el mecanismo, sirve para dar movimiento a la cinta de papel donde se imprimen las señales.

Tiene como partes principales: 1.º Un resorte de acero en espiral, llamado *cuerda*, que va encerrado en el cilindro metálico *C*, llamado *barrilete* y dentado en parte de su superficie (fig. 66). Un extremo del eje del barrilete atraviesa la cara posterior de la caja, terminando en la rueda *roquete R'*, y el otro sobresale de la cara anterior para poder introducirlo en la llave *L* (figura 65) y remontar la cuerda, que tarda media hora en desarrollarse.

2.º Un piñón  $P$ , que engrana con la parte dentada del barrilete y comunica el movimiento de éste a los árboles  $A$ ,  $A'$  y  $A''$ .

3.º Un regulador de velocidad  $R$ , llamado *mariposa*, constituido por un tornillo sin fin vertical, que engrana con la rueda  $r$ , y sobre el que va montado un manguito que sostiene dos resortes de acero sobre los que apoyan dos aletas, que al girar el tornillo regulan el movimiento.

4.º La *palanca de embrague*  $H$  (fig. 65 y 66), que impide el movimiento del aparato de relojería cuando se lleva a la izquierda y lo permite en su posición de la derecha.

Como órganos accesorios del receptor hay que enumerar los siguientes:

1.º La *orquilla*  $h$  (fig. 65), entre cuyas ramas pasa la cinta de papel abrazada por un resorte que la impide escapar.

2.º El *carrete guiador*  $O$  (fig. 65), que obliga a la cinta a pasar entre el estilete y la linterna.

3.º Los *rodillos de avance*  $A$  y  $A'$  (fig. 65), entre los cuales pasa la cinta, y que sirven para arrastrarla, para lo cual sus superficies están esmeriladas y el inferior recibe un movimiento de rotación del aparato de relojería, por lo que está montado sobre el eje  $A$  (figura 65). El rodillo superior puede elevarse por medio de la palanca  $p$ , graduándose su presión sobre el inferior por el tornillo  $t$ , que actúa sobre un muelle.

4.º La *consola*  $S$  (fig. 65), que es un plano horizontal sobre el que resbala la cinta, al salir de los rodillos de avance, con una velocidad de 1,10 metros por minuto.

5.º Las *ruedas envolvente y des envolvente*, iguales en forma y dimensiones, de las que la segunda se representa en  $V$  en la figura 65. Sirven respectivamente para contener el rollo de cinta sin usar y arrollar la cinta ya impresa.

El modo de funcionar el receptor es el siguiente: Las emisiones de corriente producidas por el manipulador de la estación emisora, llegan al electroimán y atraen su armadura, la cual empuja hacia arriba al extremo del estilete. Este aprieta la cinta contra la linterna, cuyo borde está impregnado de tinta procedente del rodillo tintero, y como al propio tiempo la cinta avanza, merced al movimiento que le comunican los rodillos correspondientes, en ella quedará marcado un

trazo más o menos largo, según el tiempo que esté en contacto con el borde de la linterna, lo que dependerá de que la atracción de la armadura del electroimán dure más o menos, es decir, de que las emisiones de corriente sean más o menos largas, y, por tanto, de que la estación emisora produzca rayas o puntos. En una palabra, el receptor imprimirá en la cinta el mismo signo que produzca el manipulador de la estación de quien recibe.

**113.**—El tintero de los primitivos aparatos de campaña, representado en  $r$  en la figura 65, tiene varios inconvenientes, entre los cuales es el más importante el secarse la tinta que impregna el fieltro que envuelve el rodillo, por estar en contacto con el aire, motivo por el cual también dicho fieltro pierde su poder absorbente; además, la tinta se ensucia demasiado. Para evitar estos inconvenientes se substituyó, por Real orden de 18 de julio de 1905, dicho tintero por el de sistema «Cadavid». Consiste éste en una pequeña caja de latón (fig. 67) con una tapa superior; en la cara lateral,  $a$ , lleva una abertura,  $b$ , que no llega hasta el fondo, dejando de ese modo un pequeño depósito de tinta.

En la caja se introduce un trozo de fieltro, esponja o algodón, de manera que llegue al fondo y obture por completo la abertura  $b$ .

Impregnado el fieltro con cierta cantidad de tinta, la sobrante quedará depositada en el fondo del tintero, para ser absorbida a medida que sea necesaria.

El tintero se coloca verticalmente sobre la linterna, de manera que el borde de ésta se introduzca por la abertura lateral de aquél.

**114.**—*El Parlante* sirve para recibir al oído y advertir al telegrafista las llamadas de una estación. Consiste (fig. 68) en un electroimán cojo montado sobre un zócalo de ebonita  $a$ , ahuecado para que amplíe los sonidos producidos por la armadura  $r$ , la cual está sostenida por el vástago  $n$  y puede girar alrededor del eje  $c c$ . El muelle antagonista  $v$  está unido a la parte posterior de la armadura, y su tensión puede regularse por el tornillo  $k$ . El carrete del electroimán ocupa la parte interior del puente metálico  $L$  que lleva el tornillo  $t$ , con el que puede modificarse la separación entre la armadura y el núcleo.

Cuando una corriente circula por el carrete del electroimán, es atraída la armadura, produciendo un sonido ampliado por el zócalo. Cuando cesa la corrien-

te, el muelle antagonista reintegra la armadura a su posición de reposo.

115.—El *Pararrayos* sirve para desviar a tierra las fuertes corrientes que, debidas a descargas atmosféricas, producidas durante una tormenta, puedan circular por la línea, evitando así la destrucción de los órganos del aparato.

El modelo usado en las estaciones telegráficas de campaña es de los llamados *de condensador* (vulgarmente *de papel*), y está formado por tres planchas de latón: dos *O O* (fig. 69) embutidas en el tablero donde se montan los distintos elementos de la estación, y otra *t* colocada sobre ellas, pero separada por un trozo de papel. Esta chapa *t* va unida a tierra, y cada una de las inferiores a una de las líneas de la estación. Toda corriente muy intensa que llegue por estas últimas quemará el papel, pasando a tierra por intermedio de la chapa superior.

116.—El *Conmutador* (fig. 70), es de los llamados *bávaros*, y tiene por objeto variar a voluntad la marcha de las corrientes que por las líneas lleguen a la estación. Consta de siete planchas de latón que descansan sobre un pequeño zócalo rectangular de ebonita, las cuales están aisladas entre sí, y dispuestas en dos filas: la primera comprende cuatro planchas iguales, señaladas las extremas con las iniciales *L1* y *L2* respectivamente, y llamadas las intermedias *negativa* la primera y *positiva* la segunda; la segunda fila tiene tres planchas, marcándose la central, que es de doble longitud que las otras, con la letra *T*, y las otras dos con la inicial *P*.

Para establecer el contacto entre las distintas chapas hay tres *clavijas*, *a*, con mango de ebonita y vástago de latón, que pueden alojarse en los orificios situados en las muescas practicadas en las planchas.

117.—El *Galvanoscopio* montado en las estaciones de campaña, es un aparato indicador del paso de la corriente. Se compone de dos bastidores de madera *b b* (fig. 71), en los cuales se arrollan los hilos de cobre recubierto correspondientes a las dos líneas de la estación, y cuyos extremos terminan en los botones *m*. Entre los bastidores pasa el eje *OO*, en el que van montadas dos agujas, una imanada *v* y otra indicadora *h*, aquélla oculta y ésta visible. Cuando la corriente pasa por cualquiera de los arrollamientos, la aguja imanada oscila, transmitiendo el movimiento a

la indicadora, que oscila también frente a un disco blanco de chapa que tiene dos topos de marfil *t*, para limitar esas oscilaciones. El disco puede girar por la acción de la palanca *S*, con lo que se consigue que los topos se coloquen a igual distancia de la aguja cuando ésta se vicia en una posición inclinada.

El galvanoscopio va encerrado en una caja de latón con un cristal circular a través del cual se ve la aguja indicadora.

**118.**—Todos los aparatos de la estación de campaña que acaban de enumerarse, van dispuestos sobre un tablero rectangular de caoba (fig. 72). En el lado derecho hay tres chapas de latón incrustadas en la madera, señaladas con las letras *Z*, *T* y *C*, y atravesada, cada una de ellas, por un tornillo de doble tuerca, que sirven para sujetar los hilos que unen el aparato al polo negativo, a tierra y al polo positivo respectivamente.

Sobre el borde opuesto, y en análoga disposición, hay otros tornillos señalados con las iniciales *L1* y *L2* y que sirven para empalmar un conductor de cada una de las dos líneas que lleguen a la estación.

Todos éstos tornillos de empalme reciben el nombre de *bornas de empalme*.

**119.**—A los bordes menores de la cara inferior del tablero, van sujetos dos listoncillos cortados a inglete *e e* (fig. 72), que permiten al tablero un juego de corredera sobre el fondo del aparato que sirve de estuche a todo el aparato. Esta caja es de madera de roble de forma rectangular (fig. 73). Tiene cuatro caras móviles alrededor de bisagras de latón, que permiten descubrir el aparato por la parte superior, anterior y laterales (fig. 72).

La caja tiene doble fondo, siendo el primero el tablero móvil sobre el que van montados los aparatos, y el segundo el propio de la caja. Entre ambos se aloja un cajón *C* (fig. 72).

En la cara anterior de la tapa superior, hay dos vástagos de acero donde entran los cubos de las ruedas envolvente y desenvolvente, quedando éstas fijas por medio de un sencillo cierre; entre ambos vástagos se aloja la llave del aparato de relojería.

**120.**—*La plancha de tierra* (fig. 74), tiene por objeto hacer que el circuito telegráfico se cierre fácilmente por tierra. Es de cobre, de forma rectangular, y sus dimensiones son  $0,22 \times 0,38 \times 0,001$  metros. Uno de

los lados menores está dentado, y en el otro hay una abertura por donde se fija el hilo que viene de la borna correspondiente. Se suele colocar en una excavación de unos dos metros de profundidad, cuando menos, debiendo tener la precaución de regar el terreno próximo si fuera seco.

121.—La figura 75 representa en esquema el conjunto de los distintos órganos, ya descritos, que componen el aparato Morse de campaña. Las líneas de puntos indican las comunicaciones eléctricas que permanentemente se hallan establecidas entre ellos, y que sucesivamente se describen a continuación :

*Manipulador.*—Su contacto anterior *a* comunica con la borna *C*. La horquilla *b* con la plancha positiva del conmutador. El contacto posterior *c* con el botón anterior *d* del receptor.

*Receptor.*—El botón anterior *d*, donde se une un terminal de sus bobinas, comunica con el contacto posterior *c* del manipulador, y el botón posterior *e*, donde termina el otro extremo de las bobinas, con la borna *Z* y con la plancha negativa del conmutador.

*Parlante.*— El botón anterior *h* se une a la borna *T*, y el posterior *i* a la plancha *P* del conmutador, que a su vez está unida a la *P'*.

*Pararrayos.*—La placa inferior de la izquierda se halla en comunicación, por una parte con la borna *L2* y por la otra con el botón *C* del galvanoscopio. La placa inferior de la derecha comunica con la borna *L1* y con el botón *n* del galvanoscopio. La placa superior está unida a la borna *T*.

*Conmutador.*—Las planchas *L1* y *L2*, comunican con los botones *m* y *k* del galvanoscopio, respectivamente. La plancha negativa *f* con el botón posterior *e* del receptor, y la positiva *g* con la horquilla *b* del manipulador.

Las planchas *P* y *P'* comunican entre sí y con el botón posterior *i* del parlante. La plancha *T* se halla unida a la borna de la misma inicial.

*Galvanoscopio.*—Los terminales *m* y *n* de una de sus bobinas se unen respectivamente a la plancha *L1* del conmutador y a la inferior derecha del pararrayos. Los botones *K* y *C* de la otra bobina están en comunicación con la plancha *L2* del conmutador y con la inferior izquierda del pararrayos, respectivamente.

*Bornas.*—La *Z* se une al botón posterior *e* del receptor. La *C* al contacto anterior *a* del manipulador

y la *T* al botón *h* del parlante, a la plancha *T* del conmutador y a la superior del pararrayos.

Las bornas *L1* y *L2* se unen, respectivamente, a las placas inferiores derecha e izquierda del pararrayos.

A las bornas *C* y *Z* se deben unir los polos positivo y negativo de la pila de la estación. A la borna *T* se empalma el hilo procedente de la plancha de tierra.

Las bornas *L1* y *L2* sirven para empalmar las dos líneas por las que puede trábajar el aparato.

## CAPITULO XI

### MANEJO DE LA ESTACIÓN DE CAMPAÑA

*A) 122.—Regulación y cuidados del manipulador. 123.—Regulación y conservación del receptor. 124.—Regulación del parlante. 125.—Conservación de pararrayos. 126.—Idem del conmutador. 127.—Id. del galvanoscopio. 128.—Id. de las pilas. 129.—Cuidados en la toma de tierra.*

122.—Cuando el manipulador esté en la posición de reposo, la distancia entre el tornillo *b* y el tope *h* (figura 63), debe ser tal que permita transmitir de diez a quince palabras por minuto, que es la velocidad normal. Si dicha distancia es muy pequeña, la transmisión resulta confusa, por salir los signos cortados o demasiado próximos, y si es muy grande, la manipulación es ruidosa y cansada, se desgastan los contactos, el muelle pierde su elasticidad y se producen huelgos en las muñoneras, que pueden hacer caer de través a la palanca.

La regulación del manipulador se consigue con la práctica de la transmisión.

Las superficies de contacto deben mantenerse constantemente limpias, utilizando para ello una gamuza, y, si es preciso, papel de esmeril.

123.—La regulación del aparato receptor comprende la del electroimán y la de los órganos de arrastre de la cinta.

1.º *Electroimán.*—Cuando la armadura del electroimán sea atraída por el núcleo, el borde del estilete debe apretar la cinta contra la linterna lo preciso para que se marque sobre ella un trazo bien limpio, sin que detenga su movimiento de avance. Se obtiene esta regulación por las siguientes operaciones:

1.º El tornillo inferior *e* (fig. 64) debe maniobrase hasta lograr que impida a la armadura tocar los nú-

cleos del electroimán, pero permitiéndola aproximarse mucho a ellos. La separación más conveniente entre armadura y núcleos, cuando aquélla apoye en el tornillo inferior, es de *medio milímetro*.

2.º Se apoya con la mano la armadura contra el tornillo inferior y se aprieta el tornillo *k* del estilete (fig. 64) hasta que sobre la cinta no marque la linterna trazo alguno. En seguida se afloja este tornillo poco a poco, hasta que se obtenga en la cinta un trazo limpio y regular, sin que la presión de la cinta contra la linterna sea muy grande. Se manipula entonces un poco con la armadura y se comprueba si en la cinta se marcan bien los signos efectuados.

3.º El tornillo superior, *f* (fig. 64), es el que determina el juego de la armadura. Debe regularse de manera que estando la armadura en contacto con él, la separación entre la linterna y la cinta sea de *1,5 a 2 milímetros*.

*Las regulaciones precedentes no deben ser nunca ejecutadas por los telegrafistas. Cuando éstos las juzguen necesarias deben comunicarlo al jefe de estación, que será quien las efectúe, si las cree indispensables.*

4.º Se afloja el muelle antagonista hasta que la armadura caiga por su propio peso sobre el tornillo inferior; después se le tensa nuevamente hasta llevar la armadura contra el tornillo superior. Una vez hecho esto, se pide a la estación corresponsal que haga varias llamadas y se va tensando lentamente el resorte hasta conseguir marcar en la cinta señales bien limpias.

Para que la regulación del resorte pueda hacerse fácilmente es preciso que la estación corresponsal haga las llamadas variando la velocidad de transmisión, empezando con poca y aumentándola gradualmente.

Cuando en el curso de una transmisión se note que los puntos no se marcan sobre la cinta, es señal de que el muelle está muy tensado y debe aflojarse. Por el contrario, cuando los signos se juntan, apareciendo en la cinta rayas muy largas, hay necesidad de tensar el muelle antagonista.

Puede ocurrir que la corriente recibida sea tan débil que el electroimán no pueda atraer a la armadura, y, también, que sea la corriente tan intensa que el resorte antagonista, aun en toda su tensión, no pueda volver a la armadura a su posición de reposo.

El primer inconveniente puede remediarse :

1.º Aflojando el muelle antagonista.

2.º Haciendo descender el tornillo superior para aproximar la armadura a los núcleos.

3.º Avisando a la estación corresponsal por si puede aumentar la intensidad de su pila.

4.º Aflojando el tornillo inferior, pero sin que la armadura pueda tocar en los núcleos. Esta operación trae consigo una nueva regulación del estilete y no debe hacerse más que en caso extremo por el jefe de estación.

El segundo inconveniente puede evitarse :

1.º Colocando un papel entre la armadura y los núcleos, de manera que no impida a aquélla el que toque al tornillo inferior.

2.º Avisando a la estación corresponsal para que disminuya la intensidad de su pila.

3.º Avisando a la corresponsal para que transmita despacio.

4.º Cambiando entre sí de borna los hilos de línea y de tierra, para destruir el magnetismo remanente de los núcleos.

5.º En último extremo, levantando el tornillo inferior.

2.º *Organos de arrastre.*—Para que el avance de la cinta sea regular es preciso que la presión del rodillo superior sobre el inferior esté bien graduada. Si es muy fuerte, la cinta se detiene o avanza por saltos. Si la presión es muy débil, la cinta no avanza.

Para regular esta presión se afloja por completo el resorte del rodillo superior (fig. 65), maniobrando el tornillo *t*. Después se va apretando poco a poco dicho tornillo, hasta conseguir un avance regular de la cinta.

El aparato de relojería es, a veces, causa del mal avance de la cinta, pero el *telegrafista no debe tocarlo, limitándose a engrasar los ejes y a dar cuenta de las irregularidades observadas.*

Cuando el aparato no deba funcionar en bastante tiempo, se dejará gastar la cuerda, levantando el rodillo de avance superior para que la cinta no sea arrastrada.

Las ruedas del aparato de relojería no deben engrasarse nunca, y sí solamente los extremos de los ejes. La tapa de la caja metálica que encierra a dicho aparato no debe abrirla nunca el telegrafista, para evitar que se introduzca el polvo en aquél.

El entintado del rodillo-tintero debe hacerse pasando

sobre él, cuando el aparato está en marcha, un pincel lleno de tinta, pero que no gotee, cuidando de que no caiga tinta en la linterna. Cuando el fieltro del rodillo-tintero se haya secado mucho y no empape la tinta, debe limpiarse rascándolo o lavándolo con bencina.

El receptor debe limpiarse a menudo con un trapo empapado en bencina o petróleo, para quitarle las manchas de tinta y la oxidación que se haya formado.

**124.**—Para que el parlante funcione con regularidad, es preciso que su armadura esté a una distancia tal del núcleo que pueda ser atraída por él cuando pase la corriente por su bobina, y, al propio tiempo, que el resorte antagonista esté regulado, para que la armadura vuelva a su posición de reposo cuando cese la corriente.

Para conseguir lo anterior, se empieza por aflojar por completo el tornillo *t* y el resorte antagonista (figura 68), tensando luego este último hasta que la armadura se separe del núcleo un milímetro, aproximadamente, hecho lo cual se aprieta el tornillo *t*, hasta que toque a la armadura. Se avisa a la estación correspondiente para que emita llamadas, y entonces se va poco a poco aflojando el tornillo y tensando el resorte hasta obtener un sonido claro.

El parlante debe mantenerse en el mismo estado de limpieza que el receptor.

**125.**—Las placas del pararrayos deben siempre mantenerse limpias, fijándose ante todo en que no tengan oxidaciones. El papel aislador interpuesto entre las placas inferiores y la superior debe permanecer constantemente sin rasgadura ni orificio alguno, para lo cual, después de una tormenta, debe desmontarse el pararrayos para cambiar dicho papel si ha sufrido deterioro.

**126.**—Las clavijas del conmutador no han de presentar ningún punto de oxidación, para lo cual se limpian con esmeril, procurando desgastar su superficie regularmente, para que hagan contacto perfecto al introducir las en las muescas; éstas deben estar también perfectamente limpias. Las ranuras que separan unas placas de otras no deben contener materia alguna, pues podría establecer contacto entre ellas.

**127.**—En el galvanoscopio debe cuidarse de que no se oxide el eje de las agujas, y que el tornillo *o* (figura 70), que aprieta dicho eje, no ejerza tanta presión

sobre él que le impida girar con libertad, ni tan poca que le permita oscilar de un lado para otro.

128.—Si las pilas que se utilizan en la estación son de los modelos descritos en el número 30 (figs. 15 y 16), se tendrán con ellas los cuidados que se enumeran en el número 34 (1). Si dichas pilas fuesen de las llamadas secas deberán tenerse en cuenta las prescripciones expuestas en el número 51.

En cualquiera de ambos casos debe tenerse sumo cuidado en que los tornillos de empalme de la pila y las bornas del aparato estén perfectamente limpios, y en que el contacto del hilo con dichos tornillos y bornas sea lo más perfecto posible .

Cuando un elemento de pila, entretenido con cuidado, no proporciona una corriente del voltaje e intensidad que le corresponde, debe retirarse de la batería. Si es pila húmeda se sustituyen todos sus elementos por otros nuevos, y, si fuera seca, deberá reemplazarse por otra nueva procedente del parque.

129.—Es muy importante que la estación tenga una buena *toma de tierra* ; esto dependerá de la naturaleza del terreno donde se introduzca la plancha de tierra, y de la unión del hilo de tierra a la plancha y a la borna *T* del aparato.

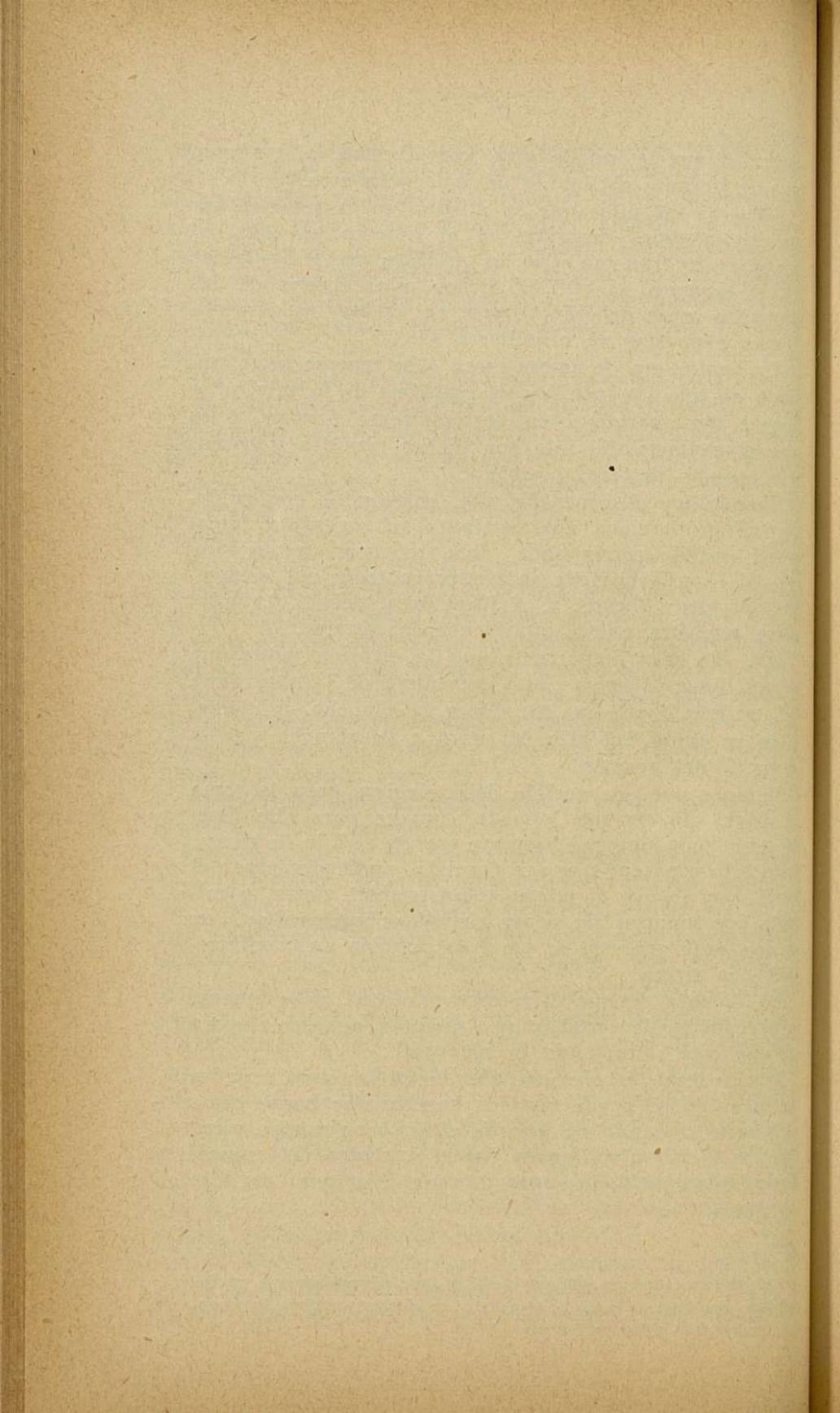
Siempre que sea posible debe elegirse para la toma de tierra un terreno húmedo, aunque para ello haya de tener una longitud bastante grande el hilo de tierra. Este hilo conviene que sea desnudo, pudiendo ir por el suelo, con lo que él mismo toma también tierra, o colgado por soportes sin poner aisladores intermedios, con lo que estos soportes lo pondrán también en comunicación con tierra.

En el caso de que el terreno sea seco, debe tenerse la precaución de verter, muy a menudo, agua en el pozo en que esté introducida la plancha.

Si existieran árboles corpulentos en las proximidades de la estación, puede también hacerse una buena toma de tierra clavando en uno de ellos, o en varios, varillas de hierro que lleguen hasta el centro del tronco. Todas estas varillas se unen después al extremo del hilo de tierra.

---

(1) Pudiera ocurrir en ellas que el cinc se gastara irregularmente, produciéndose entrantes en la barra; se evitará ese desgaste desigual barnizando o engrasando dichos entrantes.



## CAPITULO XII

### MONTAJE DEL APARATO MORSE

A) 130.—*Para trabajar por línea primera y observar por línea segunda.* 131.—*Para trabajar por línea segunda y observar por línea primera.* 132.—*Para establecer comunicación directa entre ambas líneas sin recibir el despacho.* 133.—*Para establecer comunicación directa entre ambas líneas recibiendo el despacho.* 134.—*En autorrecepción.* 135.—*En continua.* 136.—*Para probar la línea durante el tendido.*

130.—El aparato Morse se dispone, para funcionar, empalmando los reóforos positivo y negativo de la pila a las bornas *C* y *Z* respectivamente, y el hilo de tierra a la borna *T*, una vez hecha la toma de tierra en las condiciones expuestas en el número precedente.

Las bornas *L1* y *L2* quedan libres para empalmar dos líneas, que se nombran por el número de la borna correspondiente.

Para disponer el aparato en condiciones de transmitir y recibir (trabajar), por línea primera y observar por línea segunda, se colocan clavijas en las muescas del conmutador 1.<sup>a</sup>, 6.<sup>a</sup> y 7.<sup>a</sup> (fig. 76).

Al efectuar la transmisión, el manipulador está bajo. La corriente que parte del polo positivo de la pila, llega al tornillo *C* y de él pasa, sucesivamente (figura 77), al contacto anterior del manipulador, horquilla del mismo, plancha positiva del conmutador, clavija, plancha *T* del citado conmutador, borna *T*, hilo de tierra y tierra, por la que se cierra el circuito hasta la toma de tierra de la estación corresponsal, y recorriendo la corriente el aparato de aquélla, pasa a la línea, entra en el aparato propio por *L1*, y siguiendo por pararrayos, galvanoscopio, plancha *L1* del conmutador, clavija, plancha negativa del mismo, botón posterior del receptor y borna *Z*, termina en el polo

negativo de la pila, con lo que se cierra el circuito telegráfico.

En la recepción, la corriente emitida por la correspondiente al transmitir, llega al aparato por línea 1.<sup>a</sup>, pasa de la borna *L1*, siguiendo el camino marcado por la línea continua de la figura 77, al pararrayos, galvanoscopio, plancha *L1* del conmutador, clavija, plancha negativa del mismo, botón posterior del receptor, bobinas del receptor, botón anterior del mismo, contacto posterior del manipulador, horquilla, plancha positiva del conmutador, clavija, plancha *T* del mismo, borna *T*, hilo de tierra y tierra, por donde va a cerrarse el circuito hasta la toma de tierra de la estación que transmite, toma que comunica con el polo positivo de su pila.

Resumiendo, resulta, que *al transmitir una estación por línea primera, el polo positivo de su pila está unido a tierra, y el negativo comunica con la línea.*

Si al mismo tiempo que se está recibiendo o transmitiendo por línea primera, llega una llamada por la otra línea, la corriente recorrerá el camino marcado por la línea de puntos de la figura 77, pasando de la borna *L2* al pararrayos, galvanoscopio, plancha *L2* del conmutador, clavija, planchas *P'* y *P* del mismo, botón posterior, bobina y botón anterior del parlante, borna *T*, hilo de tierra y tierra, cerrándose el circuito a través de ésta.

Las llamadas procedentes de la línea segunda serán, por tanto, acusadas en el parlante, el cual funcionará.

**131.**—El aparato se dispone para trabajar por línea segunda y observar por línea primera, poniendo clavijas en las muescas del conmutador 3.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>, como indica la figura 78.

Al transmitir la estación propia (fig. 79), la corriente de la pila pasa del polo positivo a la borna *C*, y de ésta, y sucesivamente, al contacto anterior del manipulador, horquilla del mismo, plancha positiva del conmutador, clavija y plancha *L2* del mismo, galvanoscopio, pararrayos, borna *L2* y línea, por donde llega a la estación correspondiente, atraviesa sus aparatos y pasa a tierra siguiendo el circuito por ésta hasta la toma de la estación propia, desde donde la corriente recorre el hilo de tierra y llega a la borna *T* siguiendo por la plancha *T* del conmutador, clavija y plancha negativa del mismo, botón posterior del receptor, borna *Z* y polo negativo de la pila, cerrándose así el circuito.

Resumiendo, resulta que *al transmitir una estación por línea segunda, el polo negativo de su pila está unido a tierra, y el positivo comunica con la línea.*

Cuando la estación está recibiendo por la línea segunda, la corriente llega al aparato por la borna  $L_2$ ; desde allí pasa, sucesivamente (fig. 79), por el pararrayos, galvanoscopio, plancha  $L_2$ , clavija y plancha positiva del conmutador, horquilla del manipulador, contacto posterior del mismo, botón anterior, bobinas y botón posterior del receptor, plancha negativa, clavija y plancha  $T$  del conmutador, borna  $T$ , hilo de tierra y toma de tierra, cerrando el circuito por tierra hasta la toma de la estación corresponsal, desde la que la corriente efectúa el recorrido por los distintos órganos de aquélla, hasta salir a la línea, cerrándose de este modo el circuito.

Si mientras se trabaja por la línea segunda se reciben llamadas por la línea primera, la corriente de ésta llegará a la borna  $L_1$  y pasará, sucesivamente, por el pararrayos, galvanoscopio, plancha  $L_1$ , clavija y plancha  $P$  del conmutador, botón posterior, bobina y botón anterior del parlante, borna  $T$ , hilo y toma de tierra, siguiendo el circuito por el terreno hasta la toma de tierra de la estación corresponsal, donde se cierra. Las llamadas recibidas por la línea primera, harán, pues, funcionar el parlante de la estación propia.

**132.**—Cuando se quiera establecer comunicación directa entre las dos corresponsales de la estación propia sin que funcione ni el receptor ni el parlante de ésta, deberán ponerse clavijas en las muescas 1.<sup>a</sup> 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> del conmutador (fig. 80).

La corriente que llegue al aparato por la línea primera, por ejemplo, pasará (fig. 81) desde la borna  $L_1$  al pararrayos, siguiendo por el galvanoscopio, plancha  $L_1$ , clavija 1.<sup>a</sup>, plancha negativa, clavija 2.<sup>a</sup>, plancha positiva, clavija 3.<sup>a</sup> y plancha  $L_2$  del conmutador, para volver de nuevo al nuevo galvanoscopio y pararrayos, y salir por la borna  $L_2$  a la línea segunda.

Si la corriente llega a la estación propia por la línea segunda, recorrerá el mismo camino descrito, pero inversamente.

**133.**—Si además de poner en comunicación directa ambas corresponsales, quieren recibirse los despachos en la estación propia, deberá haber clavijas en las muescas 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> del conmutador (fig. 82).

La corriente que llega al aparato por la línea primera, por ejemplo (fig. 83), va hasta la plancha  $L_1$  del conmutador, siguiendo el mismo camino señalado en el número anterior; desde allí pasa por la clavija 1.ª a la plancha negativa, siguiendo por el botón posterior del receptor, bobina y botón anterior del mismo, contacto posterior y horquilla del manipulador, plancha positiva, clavija 3.ª y plancha  $L_2$  del conmutador, galvanoscopio, pararrayos y borna  $L_2$ , desde donde marcha por la línea segunda.

El mismo camino, pero en sentido inverso, recorre la corriente si llega al aparato por la línea segunda.

Pudiera ocurrir que el receptor de la estación propia no funcionara; en este caso habría que recibir con el parlante. La disposición de clavijas sería la indicada en la figura 84. Además, habrá que desempalmar el hilo de tierra de la borna  $T$ .

La corriente que venga, por ejemplo, por la línea primera, pasará por (fig. 85) el pararrayos, galvanoscopio, plancha  $L_1$ , clavija y plancha  $P$  del conmutador, botón posterior, bobina y botón anterior del parlante, borna  $T$ , plancha  $T$ , clavija, plancha positiva, clavija y plancha  $L_2$  del conmutador, galvanoscopio, pararrayos y borna  $L_2$ , desde donde marchará por la línea segunda. Si fuese por esta línea por donde viniera la corriente, seguiría, en sentido inverso, el mismo camino que acaba de señalarse.

**134.**—Cuando el aspirante a telegrafista empieza a practicar la manipulación, conviene que vaya leyendo signos en la cinta, a medida que los produce su mano, a fin de poder corregir, por sí mismo, las irregularidades de la transmisión. Para esto es preciso cerrar el circuito dentro del propio aparato, lo cual se consigue por cualquiera de los dos procedimientos siguientes:

1.º (Fig. 86). Uniendo con un hilo auxiliar la borna  $T$  y el botón anterior del receptor, con las clavijas en la posición de la figura 76, y después de haber desempalmado de las bornas correspondientes el hilo de tierra y los de línea.

2.º (Fig. 87). Uniendo el polo negativo de la pila al botón anterior del receptor, introduciendo en el conmutador la clavija segunda y desempalmado, como anteriormente, los hilos de tierra y línea.

Este segundo procedimiento es preferible al primero por no exigir hilo auxiliar.

**135.**—Cuando se quiera que la corriente de la pila

de la estación pase constantemente a la línea, hay que bajar el tornillo posterior del manipulador de forma que, estando éste bajo, se establezca contacto entre dicho tornillo y el tope correspondiente; luego se interpone entre ambos un trocito de papel. Se dice entonces que el aparato está montado *en continua*. La posición de las clavijas en el conmutador es la indicada en las figuras 76 ó 78, según se trate de enviar la corriente a la línea primera o a la línea segunda.

En el primer caso (fig. 88), la corriente de pila va desde el polo positivo a la borna *C*, siguiendo después el camino señalado por la línea de puntos, hasta llegar a la borna *T*, desde la cual pasa a tierra por el hilo correspondiente.

Por el suelo continúa el circuito hasta la plancha de tierra de la estación corresponsal, pasando la corriente por los distintos órganos de su aparato, para salir a la línea, por la que llega a la borna *L1* de la estación propia, desde donde efectúa el recorrido indicado por trazo lleno. Al llegar a la borna *Z*, pasa al polo negativo de la pila, cerrándose así el circuito.

En el segundo caso (fig. 89), la corriente de la pila llega a la borna *C*, y, recorriendo el camino indicado por trazo lleno, sale a la línea por la borna *L2*. Al llegar al aparato de la estación corresponsal, atraviesa sus distintos órganos, pasando a la plancha de tierra, desde la cual sigue el circuito a través del suelo, hasta la toma de tierra de la estación propia, y, por el hilo de tierra, llega la corriente a la borna *T*, y siguiendo el camino marcado por la línea de puntos, a la borna *Z*, y, por tanto, al polo negativo de la pila, cerrándose así el circuito.

136.—Durante la construcción de líneas, conviene poder comprobar en todo momento su continuidad para corregir, antes de seguir adelante, las averías que hayan podido producirse. Para esto se dispone el aparato de la estación de partida en la forma que se detalla en los dos casos que siguen:

1.º *Tendido simple*.—Se desempalma la pila de las bornas *Z* y *C*, uniendo uno de sus polos a una de las bornas de línea, y el otro al conductor que se está desarrollando. La posición de las clavijas en el conmutador será, de las ya explicadas, la conveniente para recibir en la cinta o en el parlante por la línea que resulte, según la borna a que se haya empalmado la pila. Así, por ejemplo, si se empalma *L1* y se quiere

recibir por parlante, se pondrán las clavijas como indica la figura 78.

2.º *Tendido doble*.—En este caso se emplearán dos pilas, uniendo un polo de una de ellas a la borna *L1*, y otro de la otra a la *L2*. Los polos que queden libres de ambas pilas se unirán a los extremos de los dos conductores que se estén tendiendo. La posición de las clavijas en el conmutador será una cualquiera de las indicadas en las figuras 76 y 78, recibándose por parlante en una línea y por el receptor en la otra.

Si se dispone de una sola caja de pilas, se distribuirán sus elementos entre las otras líneas que se estén tendiendo.

Disponiendo en cada caso el aparato como acaba de explicarse, se cerrará el circuito cada vez que el equipo que vaya tendiendo la línea, ponga a tierra el extremo del conductor.

## CAPITULO XIII

---

### MONTAJE DE ESTACIONES

A) 137.—Estación de término. 138.—Estación intermedia. 139.—Estación central. 140.—Dos estaciones con una sola pila. 141.—Tres estaciones con una sola pila. 142.—Observaciones en el montaje de varias estaciones con una sola pila. 143.—Montaje con hilo de vuelta.

137.—Cuando la estación está situada en el extremo de una línea, el conductor de ésta se empalma a una de las bornas  $L_1$  o  $L_2$  del aparato Morse, quedando la otra libre. Si se fija a  $L_1$ , deberán mantenerse las clavijas del conmutador en la posición de la figura 78, para observar con el parlante (131). Cuando haya que trabajar por la línea, se cambiarán las clavijas a la posición de la figura 76 (130). Empalmando la línea a la borna  $L_2$ , se utilizará la posición de clavijas de la figura 76, para observar con el parlante, y la de la figura 78 para trabajar con el aparato.

138.—Cuando la estación está intercalada en una línea telegráfica, caso en que se llama *estación intermedia*, es necesario utilizar las dos bornas de línea, fijando a una de ellas el conductor que viene de la derecha y a la otra el que viene de la izquierda. Uno de éstos constituirá así la línea primera y el otro la línea segunda.

Según haya que observar o trabajar por una u otra línea, se utilizarán, para las clavijas del conmutador, las posiciones indicadas en las figuras 76 y 78, de acuerdo con lo establecido en los párrafos 130 y 131. También tienen aplicación en la estación intermedia las posiciones de las figuras 79, 81 y 82, referente a la comunicación directa entre ambas líneas, sin recibir en la intermedia y recibiendo en ésta.

139.—Cuando la estación ha de trabajar con más de dos líneas, caso de una *estación central*, no bastan ya

las dos bornas del aparato. Entonces se hace uso de la disposición indicada en la fig. 90.

Una de las líneas se emborna en  $L_1$ , por ejemplo: la borna  $L_2$ , se une al contacto central de un conmutador, a cuyas bornas se empalman las demás líneas (fig. 91).

Para que el telegrafista sepa de donde procede la llamada, se intercala en cada línea y antes del conmutador, un galvanómetro,  $g$ , y en el hilo de tierra,  $n m$ , común a todos los galvanómetros, un timbre,  $T$ . De esta manera, cualquiera que sea la línea por donde se transmita la llamada, el timbre sonará, advirtiendo al telegrafista, el cual, mirando a los galvanómetros, verá el que acusa el paso de corriente, sabiendo, por tanto, de donde viene la llamada. Cuando quiera trabajarse con una de las líneas del conmutador, habrá que soltar del nudo  $n$  el hilo de tierra correspondiente.

140.—Puede ocurrir que en una de dos estaciones unidas por una línea, no se disponga de pila; en este caso, habrá que montar los aparatos de manera que con la pila situada en la otra estación puedan comunicarse las dos entre sí.

Sean las estaciones  $A$  y  $B$  (fig. 92), de las cuales no dispone de pila más que la primera. En ésta se llevará el polo positivo a tierra, uniéndolo al hilo correspondiente, que ya se habrá desempalmado de la borna  $T$  fijando a ella, en cambio, el polo negativo de la pila. La borna  $C$  y el botón anterior del receptor se unen en ambos aparatos por un hilo auxiliar.

Dispuestos así los aparatos se ponen los manipuladores en la posición de continua, explicada en el número 135.

La disposición de las clavijas en el conmutador de cada estación, será la de la figura 76 o la de la 78, según que la línea esté empalmada en la borna  $L_1$  o en la  $L_2$ .

Cuando quiera transmitir cualquiera de las dos estaciones, se aflojará el tornillo del contacto posterior del manipulador hasta que se rompa el contacto anterior, pero *teniendo cuidado de no quitar el papel que separa el tornillo posterior del tope correspondiente*. Una vez hecho esto, basta manipular normalmente.

Para ver el camino que la corriente recorre a través de los dos aparatos, hay que considerar los casos siguientes:

1.º *Las dos estaciones se encuentran en disposición*

*de recibir.*—La corriente parte del polo positivo y marcha a tierra en la estación *A*; se cierra el circuito a través del suelo hasta *B* en la que penetra la corriente por la borna *T*, desde la cual se dirige a la plancha de tierra del conmutador, pasando por la clavija 6.<sup>a</sup>, plancha positiva, horquilla y contacto anterior del manipulador, borna *C*, botón anterior, bobinas y botón posterior del receptor, plancha negativa, clavija 1.<sup>a</sup> y plancha *LI* del conmutador, galvanoscopio y pararrayos, para salir por la borna *LI* a la línea, llegar a la estación *B*, en la que recorre sucesivamente el pararrayos, galvanoscopio, plancha *LI*; clavija y plancha negativa del conmutador, botón posterior, bobinas y botón anterior del receptor, pasando a la borna *C* por el hilo auxiliar y desde allí al contacto anterior y horquilla del manipulador, plancha positiva, clavija y plancha de tierra del conmutador, borna *T* y polo negativo de la pila, con lo que se cierra el circuito. Las armaduras de los dos receptores permanecen atraídas.

2.<sup>o</sup> *La estación A o B se encuentra en disposición de transmitir.*—Cada vez que se baje su manipulador, la corriente seguirá el camino indicado en el caso anterior, siendo atraídas las armaduras de ambos receptores.

Cuando el manipulador esté alto, *conservando el papel interpuesto entre el tornillo posterior y el contacto correspondiente*, el circuito se rompe, cesa el paso de la corriente, y las armaduras de los receptores vuelven a su posición de reposo.

Si las dos estaciones quitan a la vez la continua, la transmisión no es posible.

Este sistema tiene el grave inconveniente de gastar constantemente pila, y si ésta es del tipo Leclanche, se corre el riesgo de que deje de producir corriente de las características necesarias para el servicio. Por eso no debe utilizarse este montaje más que en casos muy precisos, procurando, cuanto antes, volver a la normalidad.

141. Si son tres las estaciones que deben funcionar con una sola pila, se disponen los aparatos como en el caso anterior (figura 93). La estación que quiera transmitir tendrá que maniobrar su manipulador de la misma manera que en el caso de dos estaciones.

En la figura, la línea que une la estación *C* con la *B*, entra en ésta por la borna *LI*, y la procedente de

la estación *A* por la borna *L<sub>2</sub>*; por lo tanto, estando las clavijas del conmutador de la estación *B* en la posición de trabajo por línea primera y en observación por línea segunda, se podrá en ella transmitir a *C* y recibir de esta estación.

Si entre tanto llamara a *B* la estación *A*, funcionará el parlante de aquélla, quedando advertido el telegrafista.

Cuando las clavijas del conmutador de la estación *B* se coloquen en la posición de la figura 78, se podrá trabar entre *A* y *B* y observar las llamadas de *C*.

La posición de las clavijas en los conmutadores de las estaciones *A* y *C* serán las indicadas en las figuras 76 ó 78, según que la línea emborne en ellas en *L<sub>1</sub>* o *L<sub>2</sub>*.

La disposición y funcionamiento no varían, sea cualquiera la estación donde esté instalada la pila.

Cuando quiera establecerse la directa entre las estaciones extremas, la intermedia soltará los hilos de línea y tierra, empalmando los primeros en los polos de la pila. Conviene intercalar un galvanómetro para quitar la directa cuando no oscile su aguja (fig. 94), señal de que ha cesado la relación entre las extremas.

142.—La transmisión entre dos o tres estaciones, cuando no se tiene pila más que en una de ellas, requiere tener presente las siguientes observaciones:

1.º Como la corriente ha de atravesar dos receptores, o un receptor y un parlante, con lo que la resistencia del circuito es muy considerable y se debilita la corriente, conviene regular los muelles antagonistas a la tensión mínima, y hacer descender el tornillo superior de los receptores para aproximar la armadura a los núcleos (123).

2.º Cuando la corriente sea tan débil que, a pesar de las precauciones consignadas en la observación primera, no pueda atraer la armadura de la corresponsal, el telegrafista que transmite pondrá el extremo del hilo auxiliar, que estaba unido al botón anterior del receptor, sobre el botón posterior, restituyéndolo a su sitio una vez terminada la transmisión. Lo propio debe hacer la destinataria para dar el enterado.

De esta manera, se quita un receptor del circuito y disminuye la resistencia.

3.º Si dos estaciones, provistas ambas de pilas, han de situarse a mayor distancia de la que permitan éstas, se recurre a montarlas reuniendo ambas pilas en una

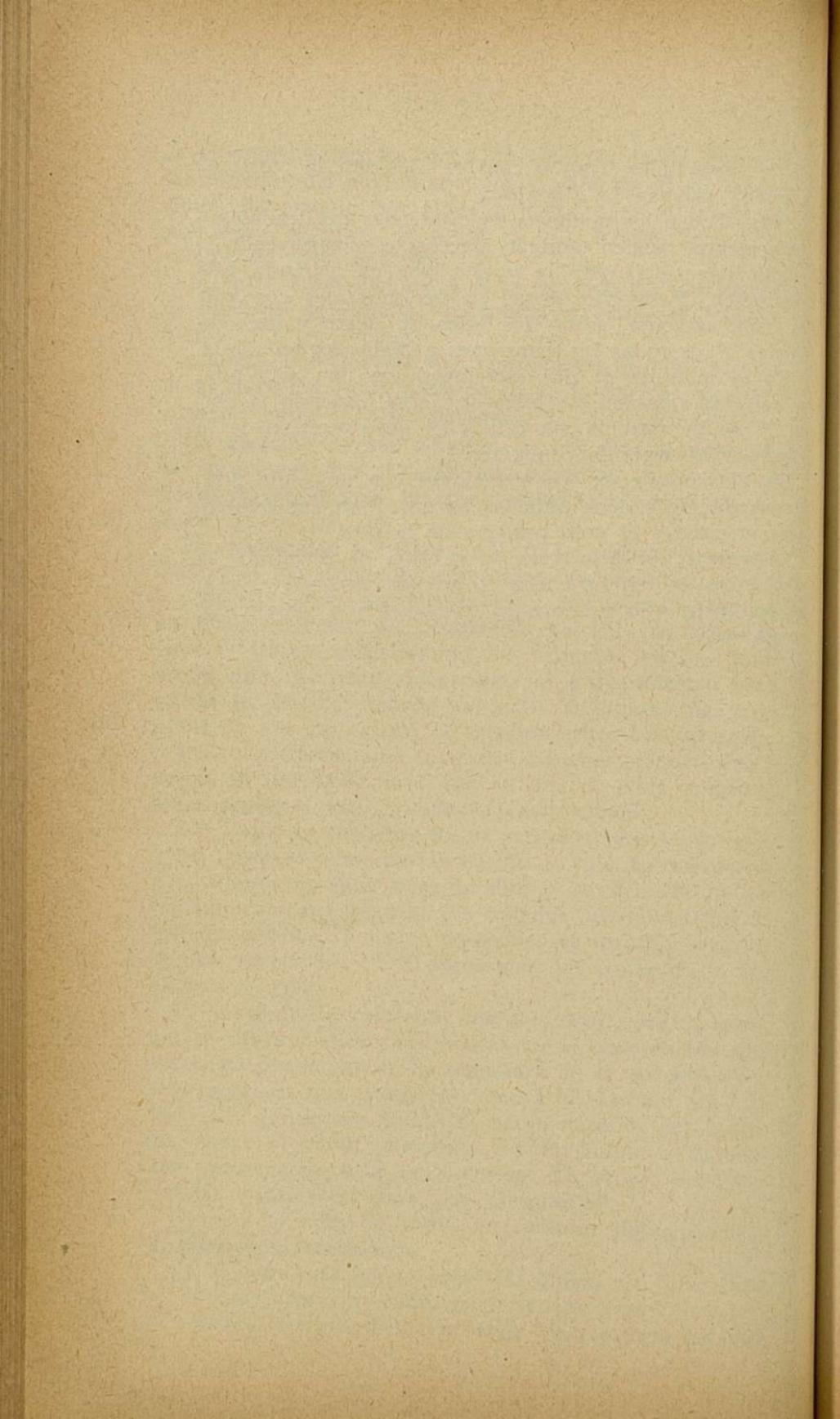
de las estaciones, con lo cual se aumenta la corriente y queda salvada la dificultad.

**143.**—Todos los montajes de estaciones explicados anteriormente, pueden también efectuarse substituyendo la vuelta por tierra por la vuelta por un segundo hilo conductor. Para ello basta, en los montajes con pila en cada estación, soltar los hilos de tierra y unir las bornas *T* de todas las estaciones a dicho segundo hilo.

En el montaje de dos estaciones con una sola pila, se soltarán también los hilos de tierra, uniendo la borna *T* de la estación sin pila y el polo positivo de la pila, por el segundo conductor.

En el montaje de tres estaciones con una sola pila, el segundo hilo debe unir las bornas *T* de las estaciones extremas y el polo positivo de la pila.

La vuelta por hilo tiene la ventaja de disminuir la resistencia del circuito, con lo que la corriente es más intensa y la pila permite la transmisión a mayor distancia.



## CAPITULO XIV

### AVERÍAS EN LAS ESTACIONES

A) 144.—Generalidades. 145.—Falta de circuito al transmitir y recibir 146. Falta de circuito al transmitir. 147.—Falta de circuito al recibir. 148.—Desviación normal al transmitir y exceso de circuito al recibir. 149.—Buena transmisión recibiendo por varios hilos a la vez. 150.—Debilidad del circuito al transmitir y recibir.

144.—Lo importante para el telegrafista, tratándose de las averías que pueden presentarse en una estación Morse de campaña, es saber localizarlas. Para ello, además de todos los aparatos que componen dicha estación y de las comunicaciones que les unen, debe conocer la desviación normal de la aguja del galvanoscopio al transmitir y recibir por cualquiera de las líneas, así como el voltaje de la pila de su estación.

Para comprobar que la desviación de la aguja es la normal, le basta al telegrafista la práctica, que le acostumbrará a darse cuenta de ella a simple vista.

Cuando se observa en la aguja una desviación mayor que la normal, se dice que *existe exceso de circuito*, y *debilidad o falta de circuito*, cuando es menor o nula.

Para conocer el voltaje de la pila basta con aplicar sus dos reóforos a las bornas de un voltímetro o aparato de medir voltajes; mas si se careciese de dicho aparato, se maniobrará el tornillo posterior del manipulador hasta que toque al contacto correspondiente, sin que en el conmutador haya clavija alguna, con lo que la armadura del receptor será atraída, y el esfuerzo necesario para separarla de los núcleos, dará a conocer la importancia del citado voltaje.

Se facilita la localización de averías en la estación de campaña, considerando en el aparato Morse dos circuitos: 1.º *Circuito de transmisión*, o camino

recorrido por la corriente al transmitir. 2.º *Circuito de recepción*, o camino que sigue la corriente, procedente de la corresponsal, al recibir. Estos dos circuitos tienen una parte común. Siempre que una avería se presente simultáneamente, al transmitir y al recibir, puede asegurarse que está en la *parte común de los dos circuitos*, salvo el caso de doble avería, que será excepcional, y, por tanto, a esa parte común habrá que limitar el reconocimiento. Cuando la avería se note solamente al transmitir o al recibir, quedará localizada en la *parte del circuito de transmisión no común al de recepción*, o en la *parte del circuito de recepción no común al de transmisión*, respectivamente.

En las figuras 95 y 96 se representan: el circuito de transmisión, por una línea de trazo lleno, y el de recepción, por una de puntos; correspondiendo la primera figura al caso de trabajo por línea primera y observación por línea segunda, e inversamente la segunda figura.

145.—Cuando la inmovilidad de la aguja del galvanoscopio acusa la falta de circuito al transmitir y recibir, es evidente que el camino de la corriente desde una estación a otra está interrumpido fuera o dentro del aparato Morse de la estación propia. Para averiguarlo se suelta (figura 97 y 98) el hilo de línea de la borna correspondiente, uniendo con un hilo auxiliar dicha borna con *C*; al propio tiempo, se desempalma el hilo de tierra de la borna, *T*, fijando a ésta el reóforo negativo de la pila.

Después de terminadas estas operaciones, puede ocurrir que la aguja del galvanoscopio oscile o no. La avería está fuera del aparato Morse en el primer caso, y dentro de él en el segundo, procediéndose entonces a localizarlo de la manera siguiente:

1.º *Reconociendo de L1*.—Dispuesto el aparato como indica la figura 97, se va tocando con el reóforo negativo de la pila, sucesivamente, en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. A partir de este punto, ya no dará indicación el galvanoscopio, y entonces, manteniendo fijo en él el reóforo negativo, se lleva el positivo a los puntos 12, 11 y 10. Al llegar a un punto en que la aguja oscile, entre éste y el inmediatamente anterior estará la avería.

2.º *Reconocimiento de L2*.—El aparato estará montado como indica la figura 98. Con el reóforo negativo se irá tocando sucesivamente en los puntos 1, 2, 3, 4,

5 y 6, y a partir de este último se mantiene fijo en él dicho reóforo y se lleva el positivo a los puntos 9, 8 y 7, y cuando al establecer uno de los contactos indicados oscile la aguja, entre él y el anterior está la avería.

Si recorrida, como acaba de explicarse, la parte común de ambos circuitos, no se encuentra la avería, hay que reconocer las comunicaciones entre el contacto anterior del manipulador y la borna *C*, y entre el botón posterior del receptor y la borna *Z* (figuras 95 y 96), para lo cual bastará (figura 99) quitar las clavijas del conmutador y bajar el tornillo posterior del manipulador hasta tocar el contacto correspondiente. Si en esta posición es atraída la armadura del receptor, la avería no existe en el trozo del circuito considerado; en caso contrario, se lleva el reóforo positivo, sucesivamente, a los puntos 1, 2, 3 y 4, y, finalmente, dejándolo en este último punto, se lleva el reóforo negativo al 5. Si la armadura sigue sin ser atraída, la avería estará en el receptor, cosa que ya debe haberse observado en el reconocimiento de *LI*.

3.º *Reconocimiento de la toma de tierra.*—Cuando la avería no se encuentra en el aparato Morse de la estación propia, puede ocurrir que esté en la toma de tierra de la misma.

Para reconocerla se establece, con una pila y un galvanómetro, el montaje de la figura 100, en la que *TT* es la toma de tierra que ha de reconocerse; *p*, la pila, y *g*, el galvanómetro. El polo negativo se une a una plancha de tierra auxiliar, *T'*, situada, por lo menos, a 10 metros de distancia de la *T*, y el extremo del hilo *a* se va poniendo en contacto con distintos puntos de *TT*, hasta que el galvanómetro acuse el paso de la corriente.

Si no se dispusiera de ningún galvanómetro, puede utilizarse el galvanoscopio del aparato Morse, estableciendo el montaje que indica la figura 101.

Cuando la falta de circuito no es permanente, observándose solamente en ciertos instantes, puede asegurarse que la avería está en la línea, y es debida a una interrupción parcial ocasionada por un empalme roto o mal hecho.

146.—Si la falta de circuito existe sólo al transmitir, la interrupción que ello supone no puede estar fuera

de la estación, porque entonces ocurriría lo mismo al recibir. Hay que distinguir los casos siguientes:

1.º *Se recibe bien.*—La avería no puede estar en la parte común a los circuitos de transmisión y recepción; estará, por tanto, en la parte del circuito de transmisión no común al de recepción (figuras 95 y 96), en la pila o en sus reóforos. Para averiguarlo se establece el montaje de la figura 99, explicado en el número anterior, y llevando el extremo del reóforo positivo, sucesivamente, a los puntos 1 y 2, y luego el extremo del negativo al 5, se observará si la armadura del receptor es atraída al tocar en alguno de dichos puntos; en este caso, la avería estará entre él y el anterior. Si no ocurre así, la avería se encuentra en los reóforos de la pila o en esta misma, lo que se comprueba con un galvanómetro.

2.º *Se recibe con exceso de circuito.*—El exceso de circuito al recibir indica que la corriente que pasa por el galvanoscopio de la estación es más intensa que la norma, y como no es probable que el voltaje de la pila de la correspondencia haya aumentado, necesariamente habrá disminuído la resistencia del circuito, por haberse producido una derivación a tierra que lo haga más corto (24).

Este circuito se compone de tres partes, constituidas: por la correspondiente a la estación correspondencia, la línea y la correspondiente a la estación propia. En la primera no puede estar la derivación, pues entonces la corriente que pasara a la línea y, por tanto, a la estación propia, sería menos intensa que la normal (26). La derivación en la línea también produciría disminución en la intensidad de la corriente que llegara a la estación propia. La avería debe, pues, encontrarse *precisamente en el circuito de recepción de la estación propia y una vez pasado el galvanoscopio*, y como además la falta de circuito al transmitir es indicio de que está en el circuito de transmisión, no podrá encontrarse más que en la parte común de ambos circuitos.

El reconocimiento del aparato se obtiene, para cualquiera de las dos líneas, despalmándola de la borna correspondiente, uniendo ésta a tierra por medio de una toma auxiliar, poniendo las clavijas del conmutador en la posición de trabajo por dicha línea y bajando el tornillo posterior del manipulador hasta que toque el contacto correspondiente, pero interpo-

niendo entre ambos un papel. Montado el aparato de esta manera (figuras 102 y 103), se va tocando con el reóforo positivo en los puntos 1, 2, 3, 4 y 5, y después, con el negativo, en 6, 7, 8 y 9, no reconociéndose la parte de circuito comprendida entre la borna de línea y el galvanoscopio, porque la avería, según se ha dicho, estará después de éste, encontrándose entre los puntos en que la desviación de la aguja sufra una variación considerable, al pasar del uno al otro.

Para encontrar el lugar de la avería, basta casi siempre examinar a simple vista las comunicaciones del aparato.

147.—Cuando la falta de circuito se acusa solamente al recibir, por la misma razón expuesta en el número anterior, ha de estar la avería en la estación propia. Se consideran los casos siguientes :

1.º *Se transmite bien.*—La avería estará en la parte del circuito de recepción no común al de transmisión (figuras 95 y 96). Para reconocerla, se dispone el aparato como indica la figura 99, y se explica en el número 145, dejando fijo el reóforo negativo y llevando el positivo, sucesivamente, a los puntos 2, 3 y 4, en el que se deja fijo, para llevar entonces el negativo hasta el punto 5. La avería se encontrará entre el punto en que la armadura es atraída y el anterior.

2.º *Se transmite con exceso de circuito.*—Como en el caso 2.º del número 146, el exceso de circuito denota una derivación a tierra anterior al galvanoscopio; pero ahora, no sólo puede la avería estar en la estación propia, sino en la correspondiente o en la línea.

Para averiguarlo basta soltar esta última de la borna correspondiente y hacer llamadas. Si la avería no está en la estación propia, la aguja del galvanoscopio no debe oscilar, puesto que al soltar el hilo de línea, el circuito está interrumpido; por el contrario, si la derivación a tierra existe dentro de la estación propia, esta toma accidental de tierra cerrará circuito con la normal de la estación, y la aguja del galvanoscopio oscilará.

El reconocimiento de las líneas *L1* y *L2* se efectuará de la manera indicada en las figuras 102 y 103, y explicada en el número anterior, pero limitado a la parte comprendida entre las bornas de la línea y el galvanoscopio, ya que al señalar éste el exceso de corriente, debe estar antes que él la derivación, según

ya se ha dicho. La avería estará entre los puntos en que la desviación de la aguja del galvanoscopio varíe considerablemente.

Como en el caso 2.<sup>o</sup> del número 146, el lugar de la avería es fácil de encontrar a la simple inspección de las comunicaciones, y suele producirse en el pararrayos, por establecerse contacto entre las placas inferiores y la superior, al deteriorarse el papel que las separa.

**148.**—Cuando la aguja del galvanoscopio oscila normalmente al transmitir, y marca exceso de circuito al recibir, la avería, según lo dicho en los números 146 y 147, ha de encontrarse en la estación propia, en la parte del circuito de recepción no común al de transmisión (figuras 95 y 96), y consistirá en una derivación a tierra. El reconocimiento se efectúa montando el aparato en la forma expresada en el caso primero de los números citados (figura 99), y tocando con el reóforo positivo en los puntos 2, 3 y 4. La avería se encontrará entre el punto en que la armadura sea atraída y el anterior.

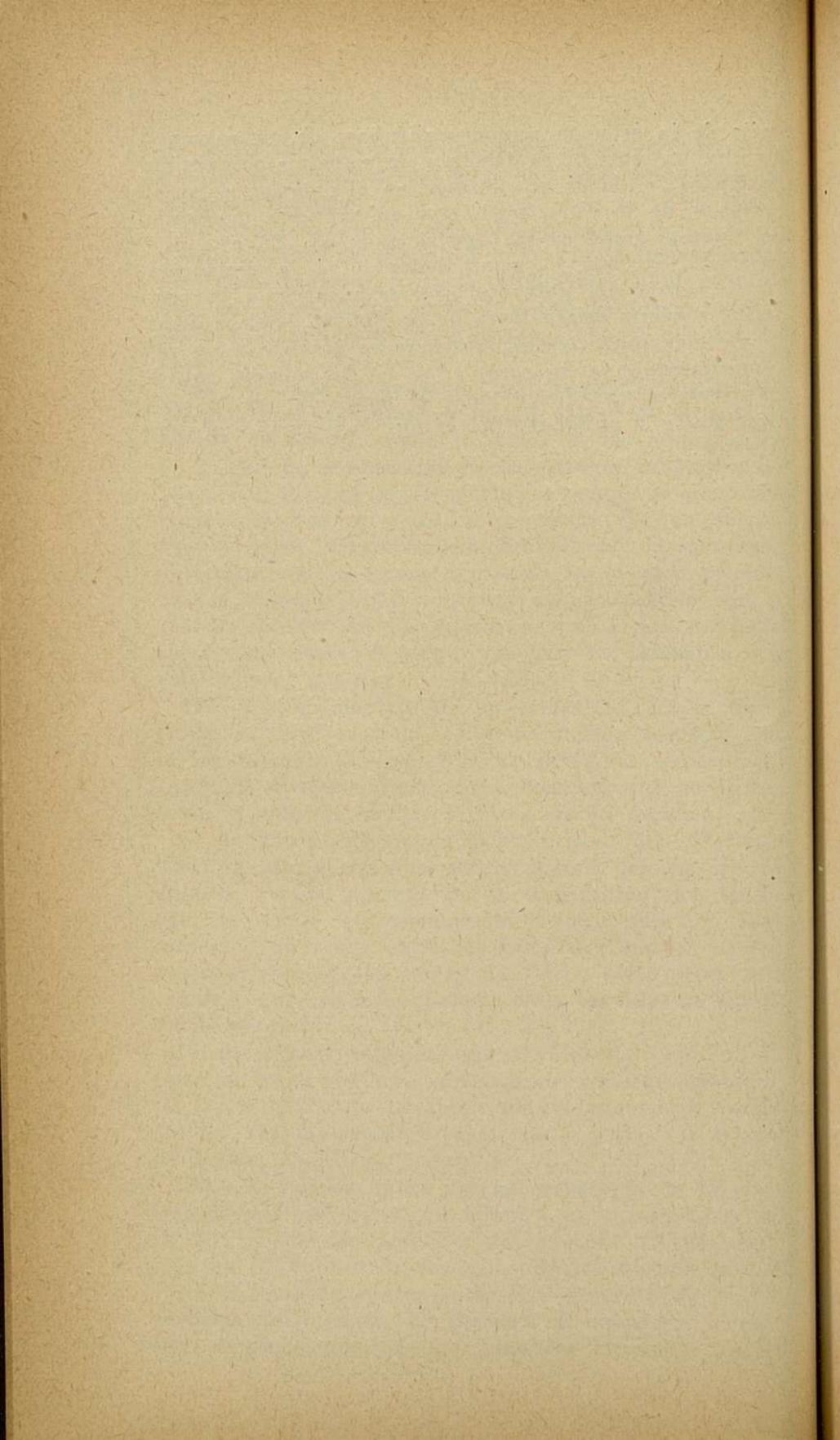
**149.**—En el montaje de una estación central (139), puede darse el caso de recibir un mismo despacho por varios hilos a la vez. Ello es señal de un contacto entre los distintos conductores, contacto que puede haberse establecido dentro o fuera de la estación.

Si en la misma estación hay montados distintos aparatos Morse, también puede ocurrir que en uno de ellos se reciba, además de lo transmitido por su línea, lo de la correspondiente a otro aparato. Esto indica, o un cruce entre los hilos de línea de ambos aparatos, o que las tomas de tierra están muy próximas, o que existe un contacto entre los hilos de dichas tomas de tierra.

Puede ocurrir también que el hilo de línea de la estación haga contacto intermitente con otro cualquiera, y en este caso la aguja del galvanoscopio oscila alguna vez momentáneamente, para volver al estado de reposo.

**150.**—El que la aguja del galvanoscopio de la estación señale debilidad de circuito al transmitir y al recibir, puede ser debido a dos causas: 1.<sup>a</sup> Disminución en el voltaje de las pilas de la estación propia y de la estación corresponsal. 2.<sup>a</sup> Aumento de la resistencia del circuito. La primera se comprueba o descarta reconociendo uno por uno los elementos de la

pila de la estación propia, valiéndose de un galvanómetro. La segunda es debida a un empalme o conexión oxidados, y puede encontrarse en el interior o en el exterior de la estación, lo que se averigua montando el aparato como en las figuras 97 y 98. En esta disposición, se baja el manipulador, y si la derivación de la aguja del galvanoscopio es superior a la normal, la avería estará fuera de la estación, y si es igual o menor, estará dentro; entonces se procede a los reconocimientos de los casos 1.º y 2.º del número 145, y la avería se encontrará entre el punto en que la desviación de la aguja sea mayor que la normal y el precedente.



## CAPITULO XV

---

### PROTECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS TRANSMISIONES

B) 151.—*Protección de las transmisiones propias.*—  
152.—*Prueba de aislamiento de una línea telegráfica.*  
153.—*Distancia a que se produce una avería.* 154.—*Destrucción de estaciones.* 155.—*Vigilancia de las transmisiones enemigas.* 156.—*Escucha con Morse.* 157  
*Escucha con teléfono.* 158.—*Escucha con galvanómetro.*  
159.—*Escucha sin aparato.* 160.—*Habilitación de estaciones destruidas.*

151.—La protección de las transmisiones propias tiene por objeto defenderlas de la escucha enemiga. Para ello, tanto los telegrafistas como el jefe de estación, deben estar constantemente atentos a las anomalías que se observen en la transmisión y recepción de despachos, localizando inmediatamente las averías con arreglo a los métodos expuestos en el capítulo anterior, pues en el caso de tener lugar en la línea, puede haberlas provocado el enemigo con sus manejos de escucha.

Será, por tanto, muy conveniente, que el jefe de estación conozca los medios de averiguar, en el caso de avería en la línea, la distancia aproximada a que se encuentra de la propia estación, pues teniendo en cuenta las características del paraje donde se señale, podrá deducir la posibilidad de que haya sido provocada por el enemigo y tomar sus precauciones en consecuencia.

152.—Una vez establecida una línea telegráfica, debe determinarse su estado de aislamiento, midiendo lo que se llama *resistencia de aislamiento*. Para ello (figura 104) se aísla la línea en un extremo y se la somete en el otro a una diferencia de potencial, por medio de una pila, uno de cuyos polos se aplica a ese extremo de la línea, mientras el otro se une a tierra.

Si se llama  $E$  a la *f. e. m.* de la pila, e  $I$  a la in-

tensidad señalada por el amperímetro que se intercala en la línea, la resistencia de aislamiento vendrá expresada por (24) :

$$R = \frac{E}{I}$$

Multiplicando  $R$  por el número de kilómetros de la línea, se obtiene la *resistencia de aislamiento kilométrico*.

Ejemplo : si la *f. e. m.* de la pila es de 18 voltios, y la intensidad marcada por el amperímetro, 9 microamperios, la resistencia de aislamiento de la línea

$$\text{será: } R = \frac{18}{0,000.009} = 2.000.000 \text{ ohmios o 2 megohmios}$$

También debe determinarse la resistencia de la línea con sus dos extremos a tierra, midiendo la intensidad de la corriente producida por una pila de potencial conocido que se intercala en ella, y aplicando, como antes, la fórmula que expresa la ley de Ohm (24).

153.—Para averiguar la distancia a que se encuentra de la estación una interrupción total, basta comparar la resistencia de aislamiento de toda la línea en estado normal, con la del trozo comprendido entre la estación y el lugar de la avería. La relación entre ambas cantidades será inversa de la que exista entre la total longitud de la línea y la distancia de la estación a la interrupción.

Ejemplo : La resistencia total de aislamiento de una línea de 3 kilómetros en estado normal, es de 2.000.000 ohmios o dos megohmios, y la obtenida después de producirse la interrupción, se eleva a 8 megohmios. Se verificará, por tanto :

$$\frac{8}{2} = \frac{3}{x} ; \text{ de donde}$$

$$X = \frac{2 \times 3}{8} = 0,750 \text{ kilómetros o 750 metros.}$$

Con suficiente práctica puede deducirse la distancia aproximada a que se encuentra una derivación a tierra, observando el exceso de circuito que se produce en la estación al transmitir.

154.—Cuando una estación telegráfica se halle en

inminente peligro de caer en manos del enemigo, su jefe debe procurar, por todos los medios, la destrucción de los aparatos telegráficos y de toda la documentación, si no puede llevarlos consigo en la retirada.

Para poner fuera de servicio los aparatos telegráficos, basta privarlos de cualquiera de sus piezas esenciales, o dejar éstas de manera que no puedan funcionar. Así, por ejemplo, al receptor Morse se le puede quitar la armadura o el resorte antagonista del electroimán, cortar el hilo de las bobinas o hacer saltar la cuerda del mecanismo de relojería. El parlante se inutiliza también de manera análoga.

Las pilas se inutilizan rompiendo los elementos que las forman.

**155.**—La vigilancia de las transmisiones del adversario y la captación de sus despachos, se efectúan por medio del *Servicio de escucha*, que funciona en los ejércitos en campaña.

La telegrafía eléctrica por no ser un sistema apropiado para las transmisiones de vanguardia, es el medio de transmisión que menos se presta a realizar la referida vigilancia. Sin embargo, en casos especiales, puede ocurrir que patrullas de telegrafistas del servicio de escucha se introduzcan en el campo enemigo, logrando aproximarse a sus líneas telegráficas.

Antes de efectuar cualquier operación en la línea enemiga, que tenga por objeto captar los despachos que por ellas se cursen, es preciso cerciorarse de que en aquel momento no se transmite ninguno, para lo cual se coloca un galvanómetro en derivación entre los dos conductores de la línea o entre el conductor único y tierra.

El jefe de patrulla debe procurar elegir para la escucha, un paraje desenfogado de las vistas del adversario y desde el que sea fácil la retirada al campo propio en el caso de ser sorprendidos por el servicio enemigo de protección.

**156.**—Cuando además de la captación de los despachos que por ella circulen, quiera utilizarse la línea enemiga para transmitir a sus estaciones próximas telegramas falsos, se puede hacer uso de un aparato Morse en la forma siguiente (figura 105): Eligiendo con preferencia un empalme, se corta la línea y se coloca el aparato Morse en montaje de estación intermedia (138); mas como el intervalo entre estaciones habrá disminuído para cada extremo, en la distancia

de la otra a la intermedia que se ha intercalado, cada una de ellas, al transmitir, notará exceso de circuito, lo que delatará inmediatamente la operación de escucha que se está efectuando. Para evitarlo se introduce en el circuito una resistencia suplementaria,  $R$ , y como generalmente la pila con que cuente la patrulla dará poco voltaje, dicha resistencia se intercala entre el aparato y tierra, con lo que no tendrá que ser recorrida por la corriente suministrada por la pila de la estación de escucha al transmitir ésta, y las estaciones enemigas que reciban lo harán sin observar debilidad de circuito.

Cuando sólo se quiera establecer correspondencia con una de las estaciones extremas enemigas, se adoptará la disposición de la figura 106.

Si la escucha se limita únicamente a la captación de despachos, puede montarse el Morse empalmado a la línea dos hilos auxiliares,  $a b$ , (figura 107) que se unen a los botones del receptor o del parlante, según quiera recibirse en cinta o al oído. Este procedimiento tiene el inconveniente de producir perturbaciones en la línea, que no son fácilmente corregibles y delatan la escucha.

157.—El teléfono puede también utilizarse para la captación de despachos enemigos derivándolo de la línea telegráfica (figura 108), con lo que se perciben al oído las rayas y los puntos de la transmisión; mas el procedimiento es tan peligroso como el representado en la figura 107. Para evitar este peligro se intercala el teléfono en un circuito constituido, como indica la figura 109, por una línea doble paralela a la telegráfica enemiga, pero bastante separada de ella, y de unos 50 metros de longitud.

158.—Un sencillo galvanómetro puede también acusar los despachos que circulen por la línea telegráfica, montándolo en derivación sobre ésta (figura 110), los puntos se traducirán en pequeñas desviaciones de la aguja y en otras mayores las rayas.

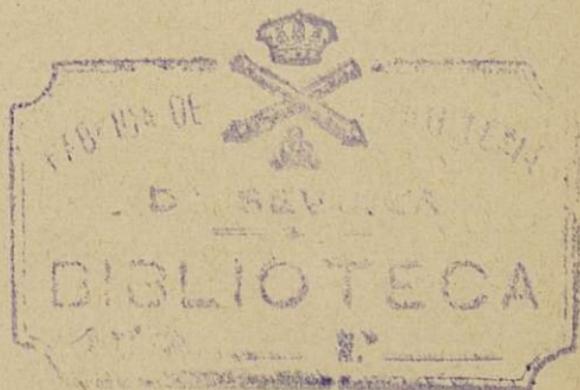
159.—También pueden captarse los despachos telegráficos, sin necesidad de utilizar aparato alguno, aplicando a la lengua el extremo del hilo de línea. Con suficiente práctica se acusarán las rayas y los puntos de transmisión por un cosquilleo en la lengua, más o menos prolongado.

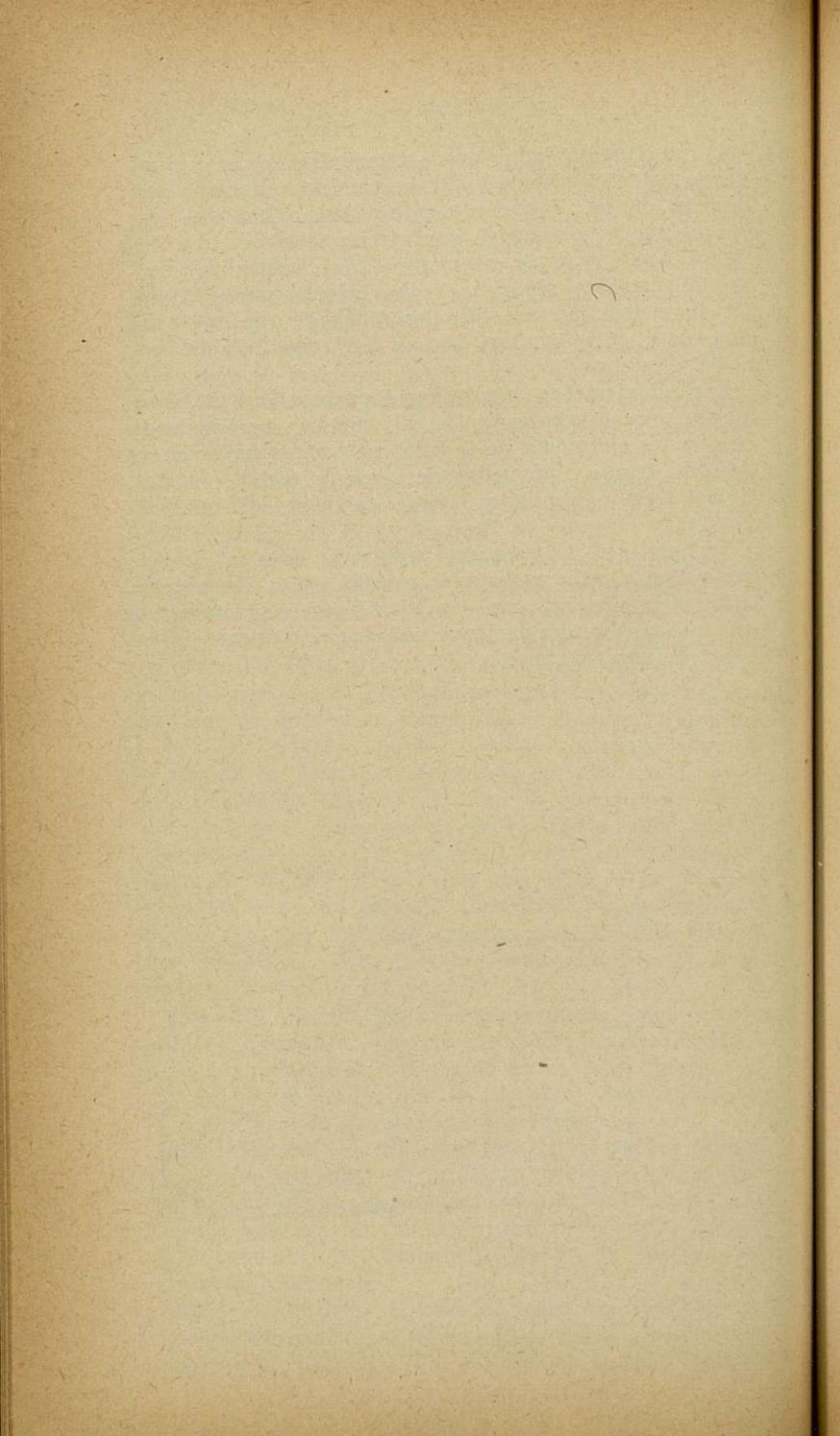
160.—Puede darse el caso de tener que habilitar una estación destruída por el enemigo. Pocas son las reparaciones provisionales que admite el aparato de cam-

pañá; un manipulador puede improvisarse con un pequeño listón de madera, atravesado por un clavo que le sirva de eje, y provisto en su cara inferior de una tira de metal que apoye sus extremos sobre otros dos clavos que sirvan de contactos. Las clavijas del conmutador pueden sustituirse con clavos gruesos, o trozos de hierro puestos sobre las planchas que hayan de comunicar entre sí. Las bornas son reemplazables por tornillos ordinarios.

Las pilas pueden improvisarse preparando una disolución muy concentrada de sal común, introduciendo en ella los electrodos de la pila reglamentaria, o, en su defecto, trozos o monedas de cobre y carbón vegetal. Como líquido excitador puede también utilizarse el vinagre o el zumo de limón.

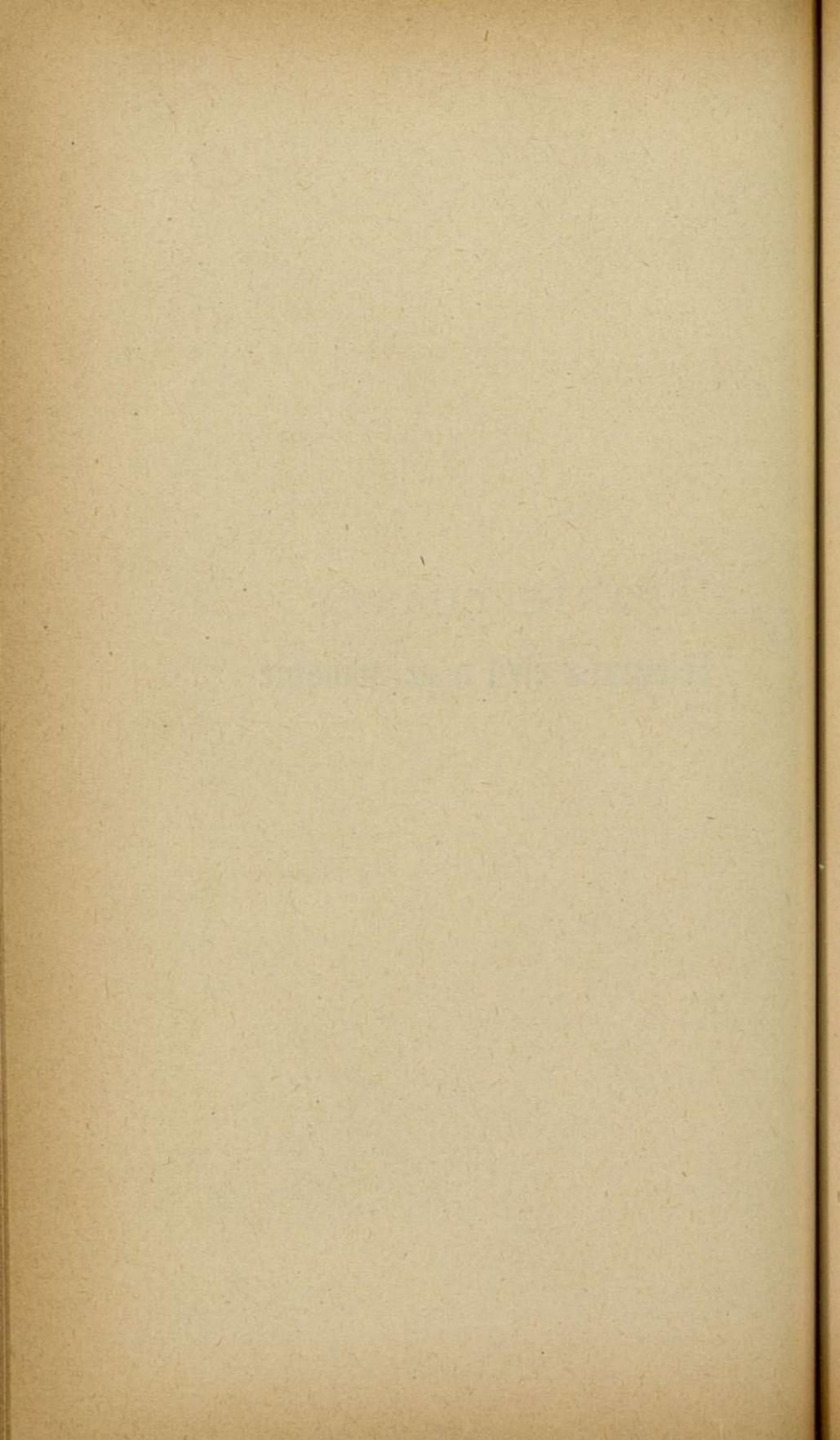
Siempre que la estación habilitada haya de cursar despachos a otras estaciones propias, debe reconocerse detalladamente, así como la línea, para cerciorarse de que no existen derivaciones que pueda utilizar el servicio de escucha enemigo.





PARTE CUARTA

**Telegrafía civil o permanente**



## CAPITULO XVI

---

### APARATOS ACCESORIOS DE ESTACION

B) 161.—*Aparatos accesorios de las estaciones permanentes.* 162.—*Pararrayos.* 163.—*Galvanómetros.* 164.—*Conmutadores.* 165.—*Timbres.* 166.—*Relevadores.*

**161.**—Para la instalación de las estaciones telegráficas permanentes se utilizan diferentes modelos de aparatos de protección, indicación de paso de corrientes, llamada y conmutación, que se diferencian de los que se utilizan en las estaciones de campaña por su construcción más robusta. Estos aparatos, en las estaciones permanentes, son independientes unos de otros.

**162.**—Los pararrayos utilizados en las estaciones telegráficas permanentes pueden ser de uno de los modelos siguientes:

*De condensador.*—Constituídos como el de la estación de campaña, por dos planchas metálicas, una en comunicación con la línea y otra con tierra, separadas por un aislador.

*De puntas.*—Se componen de dos placas paralelas de cobre *A B* (fig. 111), aisladas entre sí por cilindros de ebonita y erizadas de púas metálicas que, a veces, pueden aproximarse más o menos pero sin llegar a tocarse. Una de las placas, la superior en la figura, se intercala en la línea por medio de las dos bornas *LL* y la otra se une a tierra por la borna *T*. Las corrientes ordinarias pasarán a través de la placa superior, y las atmosféricas o las industriales de alta tensión, descargarán por las púas en la inferior, desde la que van a parar a tierra.

*De peines.*—Consisten (fig. 112), en dos placas de cobre dentadas *A B* situadas una enfrente de otra, de modo que se correspondan los dientes, y fijas sobre un tablero de madera. Una de las placas está intercalada

en la línea y la otra comunica con tierra; el modo de funcionar de este pararrayos es idéntico al del modelo de puntas, aunque su poder descargador es algo menor que el de aquél.

En algunos aparatos se puede variar la distancia entre las placas por medio de una manilla.

*De fusible.*—Se basan en la fusión de un hilo metálico muy delgado cuando es atravesado por una corriente muy intensa, como las producidas por una descarga atmosférica.

Se componen (fig. 113) de un tubo de cristal *C* terminado en dos dedales metálicos *M*, que comunican con los dos trozos de la línea en que se intercalan, por intermedio de los muelles, abrazaderas, *m*, fijos a un tablero clavado en la pared. Dentro del tubo, en el que se ha hecho el vacío, hay un hilo de platino que va de uno a otro de los dedales, poniendo así en comunicación ambos trozos de línea. Cuando la corriente es muy intensa, funde el hilo de platino y no puede seguir por la línea donde se ha intercalado el fusible.

Existe otro modelo de pararrayos de fusible, denominado *de hilo preservador* representado en la figura 114. Se compone de un cilindro de cobre, sobre el que se arrolla un hilo metálico aislado que pone en comunicación los extremos del cilindro, el cual consta de tres partes aisladas entre sí por piezas de ebonita. Cada una de estas partes contiene una borna, *B*; a dichas bornas se unen hilos metálicos recubiertos de seda, que van a los contactos *T'*, *L'*, y a la borna *A*, fijos al tablero donde está también montado el cilindro de cobre. El contacto *T'* se encuentra en comunicación con la borna *T* a donde se une el hilo de tierra. La borna *L*, a la que se une la línea, comunica con el eje de la manecilla *M*, la cual puede apoyar sobre el contacto *T'* o sobre el *L'*. Finalmente, a la borna *A* se une el hilo que va a los aparatos de la estación.

El modo de funcionar de este pararrayos, es el siguiente: Teniendo la manecilla apoyada sobre el contacto *L'*, las corrientes normales pasan de la línea a los aparatos, a través de dicha manecilla y del hilo arrollado al cilindro. Cuando una corriente muy intensa llegue por la línea, quemará la envoltura de seda del hilo preservador, poniéndolo en contacto con la parte central del cilindro, desde la que pasará a tierra.

Si la corriente tiene extraordinaria intensidad, funde

el hilo y el circuito queda cortado, puesto que la parte central del cilindro de cobre está aislada de las laterales. Para evitar que esto pueda ocurrir, se lleva, durante las tempestades, la manecilla *M* al contacto *T'*, con lo que las descargas atmosféricas pasarán directamente a tierra desde la línea.

*De carbón.*—Es una variante del de condensador. Consiste (fig. 115) en dos placas de carbón, *C C'*, separadas por otra de mica agujereada. Ambas van atravesadas por un vástago de cobre, *V*, unido a una placa del mismo metal, *P*, el cual no toca a la placa superior de carbón, porque ésta tiene un agujero de mayor diámetro que dicho vástago. Sobre el conjunto descansa un bloque de ebonita, atravesado también por el vástago de cobre, y al que se sujeta la placa superior de carbón por medio de dos pernos, *p p*, a los cuales embornan los dos trozos de línea. La placa de cobre va unida a tierra.

Las corrientes normales pasan por la placa superior de carbón, mientras que las de mayor tensión pasan de la placa superior a la inferior a través de los agujeros de la mica, marchando a tierra por la placa de cobre.

**163.**—Los galvanómetros más usados en las estaciones telegráficas son de dos modelos, denominados horizontal y vertical, según la posición en que deben instalarse. Todos ellos suelen ser de cuadro fijo e imán móvil (88-1.º), y no ofrecen particularidad alguna.

Existe otro modelo de galvanómetro llamado de reconocimiento, que, como su nombre indica, se usa generalmente para la investigación de averías.

Consiste (fig. 116) en una caja de latón cilíndrica y con tapa de cristal. En el interior de la caja se alojan el carrete y la aguja imanada, que es vertical, y una de cuyas puntas, *b*, doblada en ángulo recto, sale al exterior por una ranura y señala sobre un arco graduado, *a*, que se ve por la tapa de cristal. Los extremos del carrete van soldados a dos tubitos de latón, que terminan en los cuatro agujeros, *h*.

Al introducir por dos de dichos agujeros los extremos de un circuito en el que esté intercalado un manantial de electricidad, la aguja se desviará de su posición de equilibrio, que, estando el galvanómetro vertical, es aquella en que señala el punto medio del arco.

**164.**—Los modelos de conmutadores más comúnmente utilizados en telegrafía son :

*Conmutador bávaro.*—Análogo al de la estación de campaña, está constituido por varios bloques de cobre fijos a un zócalo aislador, en los que hay practicadas unas escotaduras que sirven para alojar las clavijas que los relacionan entre sí.

*Conmutador redondo.*—Está formado (fig. 90) por un zócalo circular de madera, en cuyo centro hay un eje metálico, *E*, sobre el cual gira la lengüeta de latón, *L*, provista de la empuñadura aisladora, *m*. La lengüeta puede apoyar a frotamiento en los contactos 1, 2, 3 y 4, provistos de los tornillos, *t*, que sujetan los extremos de los hilos que penetran por unos agujeros practicados en el borde del zócalo. El contacto, *S*, análogo a los anteriores, comunica con el eje de la manecilla por medio de un hilo metálico, por lo que el alambre que vaya sujeto por el tornillo correspondiente a ese contacto, podrá ponerse en comunicación con cualquiera de los que se unan a los otros contactos, sin más que llevar a estos últimos la lengüeta, *L*.

*Conmutador suizo.*—Es (fig. 117) un cuadro de madera dura, en el que están incrustados dos órdenes de barras paralelas, separados entre sí y cruzados en ángulo recto. Las barras son de metal niquelado o de cobre, están aisladas en toda su longitud y presentan agujeros en los puntos de cruce, en los cuales se introducen las clavijas con cabeza de ebonita y vástago metálico, que han de relacionar las barras de uno de los órdenes con las del otro. Los hilos se empalman a los botones 1, 3, 5, 7 y 2, 4, 6, 8, y el tablero se fija con tornillos por sus cuatro ángulos.

Además de estos conmutadores, que pudieran llamarse sencillos, existen otros denominados *de inversión*, cuyo objeto es invertir el sentido de la corriente que se envía a una línea.

El modelo llamado *de manecilla* (fig. 118) consiste en un tablero de madera con cuatro bornas, *C*, *Z*, *L*, *T*, que corresponden, respectivamente, a polo positivo, polo negativo, línea y tierra. Dos láminas metálicas paralelas, *A*, *B*, unidas a una empuñadura aisladora, *D*, que las hace solidarias, pueden girar sobre sus respectivos ejes, *a* y *b*, aplicándose a los contactos *m* y *p*, o *p* y *n*, según el sentido en que se inclinen. El eje *a*, comunica con la borna *L* y el *b* con la *T*. La borna *C* y los contactos *m* y *n* están unidos entre sí.

Cuando las láminas se hallan sobre los contactos *m* y *p*, la corriente positiva de la pila irá a la línea, y la

negativa, a tierra; pero si se giran aquéllas colocándolas sobre  $p$  y  $n$ , la corriente positiva marchará a tierra, y la negativa, a la línea.

El modelo *redondo* (figura 119) se compone de un zócalo circular de madera con cuatro contactos metálicos,  $L, C, T, Z$ , en los extremos de dos diámetros perpendiculares, a los que se fijan los hilos de línea, polo positivo, tierra y polo negativo, respectivamente.

Dos lengüetas metálicas,  $A, B$ , en forma de ángulo recto, y aisladas entre sí, pueden girar alrededor de un eje central por medio de una manecilla análoga a la de un conmutador de la luz. En la posición de la figura, la corriente positiva de la pila va a la línea, y la negativa, a tierra. Haciendo girar a las lengüetas un cuarto de vuelta, se invierte el sentido de la corriente de línea.

165.—Las llamadas, que en las estaciones de campaña se reciben en el acústico, pueden recibirse también por medio de timbres. Estos se componen (figura 120) de un electroimán,  $E$ , fijo por su culata a un tablero de madera, y cuya armadura,  $A$ , lleva en un extremo un resorte,  $r$ , que la fija a la escuadra metálica,  $M$ , y en el otro un martillo,  $m$ . Un segundo resorte,  $R$ , apoya en un tornillo,  $t$ , unido por un hilo metálico a la borna,  $T$ , de tierra. Los extremos del arrollamiento del electroimán se unen a la borna  $L$ , de línea, y a la escuadra metálica,  $M$ .

Cuando llega por la línea una llamada, la corriente recorre las bobinas del electroimán, imantando sus núcleos (82), los cuales atraen la armadura, y el martillo golpea la campana,  $C$ ; pero, al mismo tiempo, el resorte *interruptor*,  $R$ , se separa del tornillo,  $t$ , y el circuito se rompe, por lo que la corriente deja de pasar por el electroimán, la armadura vuelve a su posición primitiva, solicitada por el resorte *antagonista*,  $r$ , y el circuito vuelve a cerrarse, por apoyar el resorte interruptor sobre el tornillo. Nuevamente vuelve a ser atraída la armadura, y nuevamente es golpeada la campana; y como estas operaciones se repiten en tanto dure la llamada, el sonido del timbre advierte de ello al telegrafista, aunque se halle distante de los aparatos. Todo el mecanismo eléctrico de los timbres suele ir cubierto por una tapa de madera, para evitar que se fije el polvo en él.

166.—Cuando por insuficiencia de pila o exceso de resistencia del circuito, no tenga la corriente de línea

intensidad suficiente para hacer funcionar el receptor, se emplea un aparato llamado *relevador*, que substituye esa corriente débil por otra más intensa, suficiente para la recepción de los signos transmitidos.

El fundamento del relevador es el siguiente: La corriente débil recorre las bobinas de un electroimán cuya armadura, al ser atraída, cierra el circuito de una pila local cuya corriente es la que hace funcionar al receptor.

Como todos los modelos de relevador son parecidos, a continuación se describe el reglamentario en telegrafía militar:

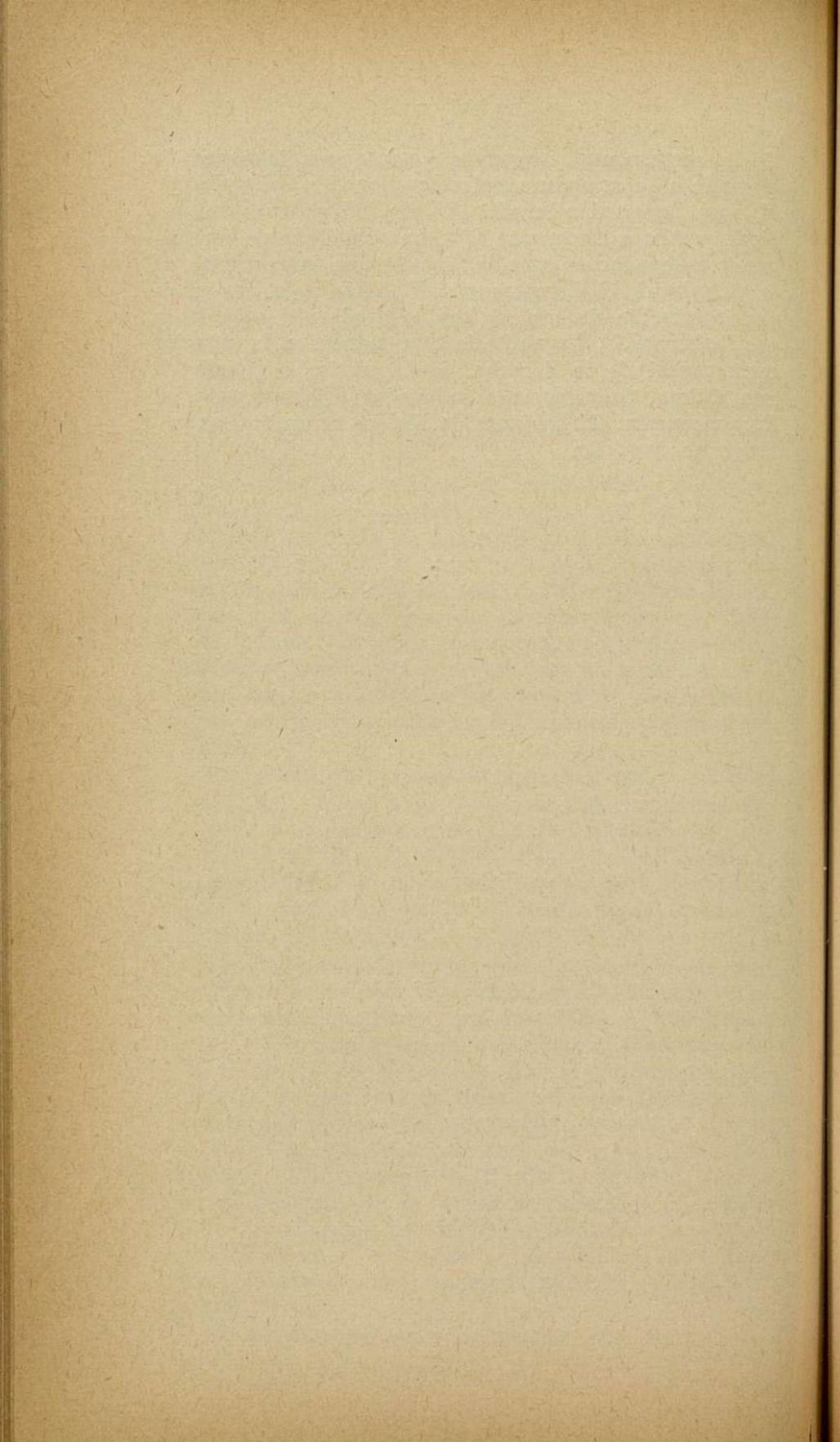
Consiste (fig. 122) en un electroimán, *E*, cuya armadura, *A*, es giratoria alrededor del eje, *e*, manteniéndose separada de los núcleos por la acción del resorte antagonista, *R*, cuya tensión se regula por medio del tornillo, *t*, aislado del resorte por una pieza de hueso. El movimiento de la armadura está limitado por los núcleos y por el tornillo, *o*, fijo a la pieza metálica, *M*, pero aislado de ella por un manguito de ebonita. La pieza metálica, *M*, está a su vez aislada del resto de la parte metálica del aparato, por el trozo de ebonita, *N*.

El tablero que soporta el aparato tiene cinco bornas: las *L L'*, unidas a los extremos del arrollamiento; la *S*, en comunicación con la parte metálica, *M*; la *F*, unida al tornillo, *O*, y la *P*, a la escuadra metálica, *C*, y, por tanto, a la masa del aparato. Este se regula, según la intensidad de la corriente de la línea, manipulando los tornillos, *t* y *o*.

El funcionamiento del aparato depende de que la corriente de la pila local actúe sobre el receptor de la propia estación donde está instalado, o que haya que enviarla a otra estación más lejana, prescindiendo de la recepción en la propia. En el primer caso (figura 121), la corriente de línea entra por la borna *L*, recorren las bobinas del electroimán y pasa a tierra por la borna *L'*. La armadura será entonces atraída por los núcleos, y la corriente de la pila local, *P L*, que entra en el aparato por la borna *S*, pasará a *M*, siguiendo a la armadura, a los núcleos y escuadra, *C*, para salir por la borna *P*, entrando en el aparato, cuyo receptor hace funcionar, para marchar a tierra, por donde cerrará circuito.

En el segundo caso, se montan dos relevadores del modo que indica la figura 122. Si la corriente viene

de la corresponsal izquierda, entrará por la borna  $S$ , pasando a la armadura del relevador  $R$  y saliendo por  $F$ , para llegar al relevador  $R'$  por  $L''$ , recorrer sus bobinas y salir a tierra por  $L'''$ . La armadura de este segundo relevador es atraída, con lo que la corriente de la pila local,  $P L$ , entra por  $P'$ , pasa a la armadura por intermedio de los núcleos, y desde allí a la línea por la borna  $S'$ , llegando de esta manera a la estación corresponsal de la derecha. Si la corriente viniera de esta última, funcionaría el relevador  $R'$  como antes el  $R$ , y viceversa. El conjunto de los dos relevadores constituye un *traslator*.



## CAPITULO XVII

### INSTALACIÓN Y MONTAJE DE UNA ESTACIÓN MORSE PERMANENTE

*B) 167.—Montaje de una estación extrema. 168.—Montaje de una estación intermedia. 169.—Montaje de una estación intermedia con relevador. 170.—Montaje de una estación central. 171.—Colocación de aparatos y pilas. 172.—Entrada de los hilos en las estaciones.*

**167** La red telegráfica civil utiliza en muchas de sus estaciones los aparatos del sistema Morse. Una estación civil de este sistema se diferencia de la de campaña, descrita en la parte tercera, en que los aparatos que la componen son independientes unos de otros. El manipulador y el receptor no se diferencian, en su composición y funcionamiento, de los que forman parte de aquélla.

En el montaje de estaciones permanentes pueden presentarse los mismos casos estudiados para las estaciones de campaña en el capítulo VI de la tercera parte.

Cuando la estación esté emplazada en el extremo de la línea, se monta de la manera siguiente (fig. 123):

Siguiendo el orden de fuera a dentro, hay que instalar primeramente los órganos de protección contra las descargas atmosféricas y corrientes industriales de alta tensión, constituídos por los pararrayos, *P* y *P'*; el primero suele ser de peines o púas, y el otro, de condensador o hilo preservador. Sigue a continuación el aparato indicador de paso de corriente, que suele ser un galvanómetro horizontal o vertical, *G*, y desde él pasa la línea a un conmutador, *C*, de dos direcciones, correspondientes a observación y trabajo; la observación se obtiene colocando la manecilla sobre el contacto del conmutador correspondiente al timbre. *T*, que puede substituirse por un acústico. Para el trabajo, la manecilla se sitúa sobre el contacto 2, unido por un hilo a la horquilla del manipulador, cuyo contacto anterior se empalma al reóforo negativo de la pila, mien-

tras el posterior se une al receptor; desde éste, la línea sigue a la plancha de tierra, y a tierra van también el reóforo positivo de la pila y el timbre.

Fácilmente se puede seguir sobre la figura, en cada caso, la marcha de la corriente.

**168** El montaje de una estación intermedia puede hacerse en *línea* o en *inserción*.

*Montaje en línea.*—Consiste en disponer los aparatos, para el conductor de cada banda, como lo están los de una estación extrema. Se necesita, por lo tanto, contar con dos pararrayos y un galvanómetro para cada banda. La estación puede montarse con distintos dispositivos; en todos ellos hay que tener en cuenta que debe poderse conseguir la observación por cada una de ambas líneas, mientras se trabaja por la otra, el trabajo directo entre las corresponsales de las dos bandas, funcionando y sin funcionar el receptor de la propia estación, y, por último, la observación por ambas líneas a la vez. El montaje de la figura 124 satisface todas las exigencias anteriormente expuestas, obteniéndose las conmutaciones por medio del conmutador suizo *C. P P'* son los pararrayos de ambas líneas; *G, G'*, los galvanómetros; *T, T'*, los timbres; *M*, el manipulador; *R*, el receptor; *Pl*, la pila, y *Ti*, las tomas de tierra. La posición de las clavijas del conmutador en los distintos casos es:

1.º *Observación por L<sub>1</sub> y trabajo por L<sub>2</sub>*: Clavijas en 6, 9 y 16.

2.º *Observación por L<sub>2</sub> y trabajo por L<sub>1</sub>*: Clavijas en 6, 12 y 13.

3.º *Directa funcionando el receptor*: Clavijas en 1, 2 y 16, o en 2, 4 y 13.

4.º *Directa sin funcionar el receptor*: Clavijas en 1 y 4.

5.º *Observación por ambas líneas*: Clavijas en 1, 3 y 12, o en 3, 4 y 9.

En el caso en que las líneas *L<sub>1</sub>* y *L<sub>2</sub>* tengan resistencias desiguales, deberá emplearse un conmutador de pila para utilizar, para cada una de aquéllas, el número de elementos que convenga.

*Montaje en inserción.*—Se disponen los aparatos como indica la figura 125. Así resulta que, cuando transmite la estación de la derecha, la corriente que viene por *L<sub>2</sub>* atraviesa los receptores de la intermedia y de la corresponsal izquierda, y si es ésta la que transmite, funcionan los receptores de la intermedia y de la esta-

ción de la derecha. Al manipular la estación intermedia, el circuito de su pila se cierra a través de ambas corresponsales, cuyos receptores funcionarán simultáneamente. Se ve, pues, que, cualquiera que sea la estación que transmite, se reciben los despachos en las otras dos, y como la resistencia total del circuito es siempre la misma, con tal de que las estaciones estén igualmente equipadas, las tres pilas deberán ser iguales.

169. Cuando, por las causas expuestas en el número 166, haya necesidad de utilizar un relevador, se monta la estación intermedia como representa la figura 126, en la que  $C$  es un conmutador redondo de dos direcciones y  $R'$  el relevador. La manecilla del conmutador se coloca en 1 para recibir y en 2 para transmitir.

Cuando la estación tiene que relevar la corriente que viene de una corresponsal, para enviarla a otra, sin que sea preciso que los despachos pasen por su receptor, caso en que recibe el nombre de *trasladora*, se hace uso de la disposición de la figura 122, sin más que poner en cada banda un conmutador de dos direcciones, para que la corriente vaya directamente al traslator o al receptor de la estación.

170.—Cuando a una estación van a converger varias líneas, constituyéndose una central, se monta la instalación correspondiente a cada línea independientemente de las demás, pero estableciendo entre ellas un conmutador por medio del cual se puedan relacionar entre sí directamente. Suelen agruparse las líneas de dos en dos, empleando un mismo manipulador para cada grupo.

171.—Los aparatos de una estación se colocan sobre mesas a propósito, estableciéndose las comunicaciones entre ellos, bien por medio de tiras metálicas, que es lo mejor, o bien con hilos de cobre recubiertos, colocados por encima del tablero o por debajo de él; en el caso último, salen al exterior por orificios practicados en el mismo.

Las mesas deben ser lo suficientemente espaciosas para que, además de los aparatos, pueda colocarse una carpeta para escribir los telegramas. Cuando en una misma mesa se monten las instalaciones de varias líneas, deberán estar bastante espaciadas para que puedan funcionar todas a la vez sin entorpecerse.

Los receptores se colocarán frente al sitio que haya de ocupar el telegrafista.

Los manipuladores, a su derecha y al alcance de la mano, para que aquél pueda manipular sentado cómodamente. También los conmutadores deben situarse muy a la mano del telegrafista.

Los galvanómetros se situarán en sitio visible desde el lugar que ocupa el telegrafista, teniendo la precaución de orientarlos para que, en posición de reposo, la aguja imanada y el carrete estén en un mismo plano.

Los pararrayos no deben colocarse muy próximos a los aparatos, y conviene que haya dos por línea, el primero de puntas o peines, y el segundo, de hilo preservador, pues muchas veces no basta uno solo. Como las descargas atmosféricas siguen el camino más próximo a la línea recta, aunque sea el más resistente, conviene colocar los pararrayos de manera que la dirección de su hilo de tierra sea prolongación del de la línea, instalándolos directamente sobre ésta y nunca en un circuito derivado.

Debe tenerse un esmero especial en la limpieza de los aparatos, pues el polvo se introduce en las diversas piezas y disminuye su sensibilidad, especialmente en los aparatos de relojería.

Las pilas se instalan siempre dentro de las estaciones. Si se componen de pocos elementos, se colocan en una caja de madera barnizada, descansando sobre materia aisladora y a un centímetro de distancia un elemento de otro. La caja se coloca en un ángulo de la habitación donde se encuentran los aparatos, o debajo de la mesa en que éstos se montan.

Cuando la estación es importante, deben colocarse las pilas y los aparatos en habitaciones distintas. Entonces, el local de la estación conviene que esté dividido en tres habitaciones, que se denominan: *sala de público*, *sala de aparatos* y *sala de pilas*, con lo que el servicio puede prestarse con toda comodidad. La sala de pilas debe ser una habitación seca y bien ventilada, y en ella se disponen los elementos sobre estanterías de madera. Se cuidará de que las láminas metálicas que unen entre sí los elementos estén siempre limpias, que la superficie exterior de los vasos no esté mojada, que éstos no se toquen unos a otros y que los reóforos de la pila se hallen bien aislados.

La comunicación con tierra debe hacerse con un hilo

de cobre de 5 milímetros de diámetro, soldado, a ser posible, con la plancha de tierra, de medio metro cuadrado de superficie, y que se introduce en un sitio húmedo del terreno. Cuando las condiciones de éste no sean buenas, se entierra la plancha en un pozo, envolviéndola entre carbón machacado. Puede prescindirse de la plancha soldando el hilo de tierra a las tuberías metálicas de agua o gas.

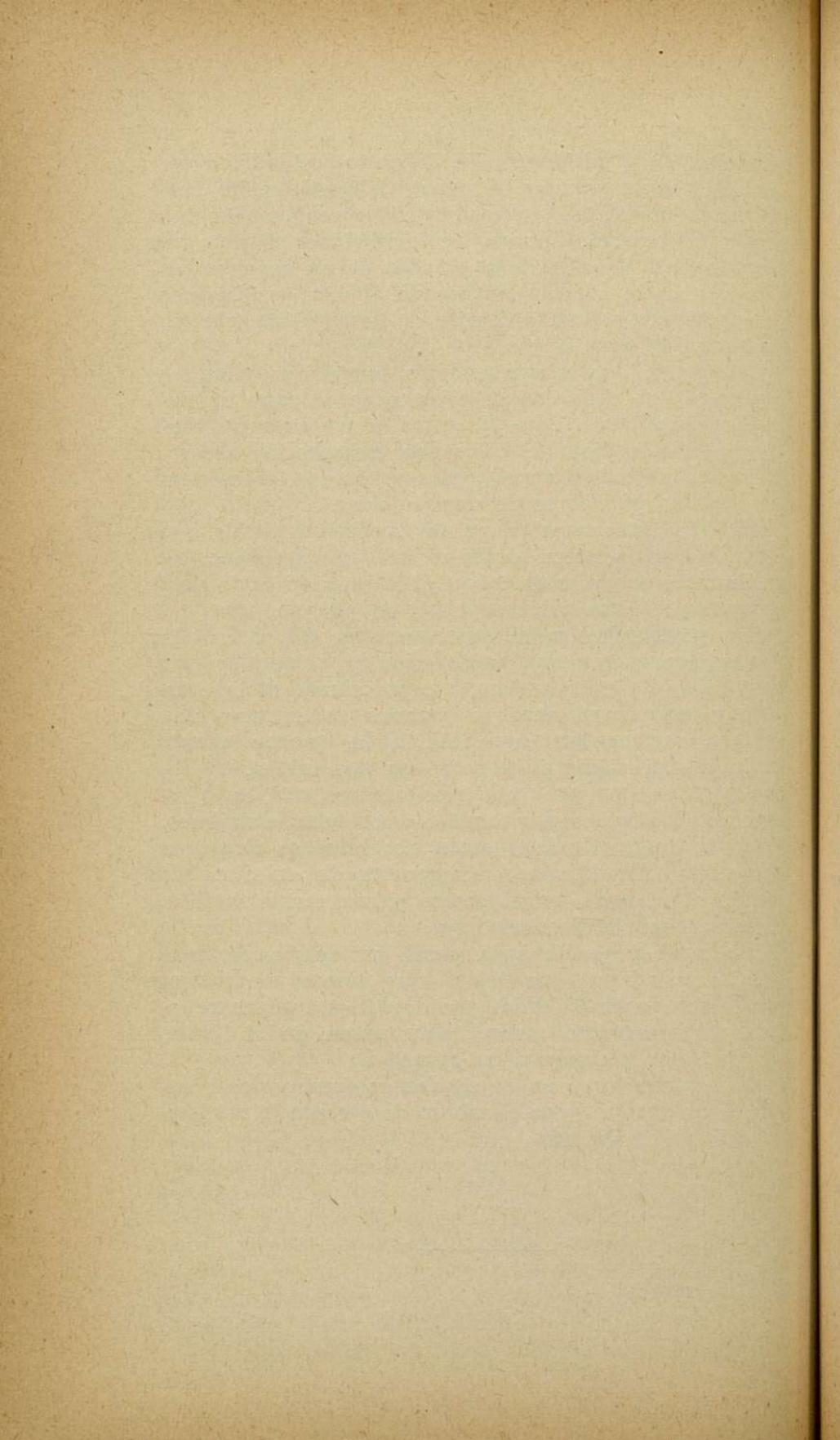
Cuando en una misma estación hay varias pilas, se procurará que cada una de ellas tenga su toma de tierra independiente, y que los hilos de los aparatos concurren a otra distinta, colocando estas tomas separadas entre sí 50 ó 60 metros, para evitar que las corrientes puedan propagarse de unas a otras.

172.—La línea termina, en las inmediaciones de una estación, en un poste, desde el cual se prolongan los conductores por hilos de cobre. Si la estación es de poca importancia, estos hilos penetran en ella por unos taladros practicados en la parte superior del marco de una puerta o ventana (fig. 127), y revestidos por unos tubos de cristal, ebonita o porcelana. Si la estación es muy importante, se practica en el muro una ventana rectangular (fig. 128), a la que se adapta un marco de madera, cerrado con dos tablas,  $T T'$ , que los hilos atraviesan por unos taladros,  $t t'$ , en el interior de los cuales van también unos tubos aisladores. Una vez dentro de la estación, los hilos se dirigen a una rosácea,  $R$  (fig. 127), compuesta de un disco de madera agujereado en el centro y con tantos fusibles radiales como conductores haya.

La rosácea se fija a la pared por medio de unas rodajas aisladoras, que dejan entre ambas un espacio, por el que pasan los hilos que desde los fusibles penetran por el agujero central, para fijarse en el listón,  $C$ , desde donde siguen a los aparatos.

En algunos casos no se emplea rosácea, y los hilos van directamente desde el tablón de entrada,  $t t'$  (figura 127), a los aparatos.

---



## CAPITULO XVIII

### ESTACIONES TELEGRAFICAS SISTEMA BREGUET

C) 173.—*Descripción del transmisor.* 174.—*Descripción del receptor* 175.—*Funcionamiento del aparato.* 176.—*Reglas para su uso.* 177. *Correcciones.* 178.—*Montaje de una estación Breguet.*

173.—El aparato Breguet pertenece al grupo de los telégrafos de cuadrante (102) y, aunque ya muy anticuado, tiene importancia su estudio por emplearse todavía en muchas redes ferroviarias.

El transmisor de este aparato está formado (figura 129) por un tablero rectangular, sobre el que va montada una caja circular de latón que tiene solamente la tapa superior. Esta tapa lleva marcadas dos coronas circulares, divididas en veintiséis sectores; los de una corona con veinticinco letras del alfabeto y una cruz, y, los de la otra, con los veintiún números correlativos a partir de la unidad y otra cruz que se corresponde con la primera. El centro de la caja está atravesado por un eje metálico, sobre el que se articula una manivela de latón, *M*, terminada en su parte superior por una empuñadura aisladora, y, en la inferior, por un diente metálico que, al girar la manivela alrededor del eje, encaja en las muescas practicadas en el borde de la tapa que contiene las letras y cifras.

En el interior de la caja metálica se aloja un disco, también metálico, *D*, montado sobre el mismo eje de la manivela, y cuya cara inferior contiene una canal sinuosa, indicada de puntos en la figura. Esta canal tiene trece entrantes y trece salientes, que corresponden, respectivamente, a los sectores de lugar par y a los de lugar impar de la tapa.

Dentro de la canal sinuosa encaja el botón en que termina, por un extremo, la palanca *l l'*, giratoria alrededor de *O*. El otro extremo de esta palanca lo forma un fleje metálico que puede oscilar entre los tornillos *t, t'*.

El tablero sobre que se asienta el aparato lleva dos conmutadores de manecilla,  $L L'$ , a cuyos ejes se empalman los respectivos hilos de línea. Sus lengüetas pueden pisar los contactos  $E E'$  de trabajo, los  $S S'$  de observación, los  $T T'$  de tierra y la placa intermedia  $Pl$  para la comunicación directa entre ambas líneas. A la borna  $C$  se empalma el polo positivo de la pila, y a la  $R$  el hilo que va al receptor de la estación.

Las comunicaciones eléctricas del aparato son las siguientes :

Los contactos  $E E'$  y el extremo  $l$  de la palanca  $l l'$ , comunican con la masa del aparato.

El tope  $p$  comunica con la borna  $R$ , y el  $p'$  con la  $C$ .

Los contactos  $T T'$  comunican con la borna  $T''$ , a la que se une el hilo de tierra.

174.—El receptor Breguet (figura 130) va montado sobre un zócalo de madera. Consta de un cuadrante blanco, vertical, con idénticas indicaciones que la tapa del manipulador.

Delante del cuadrante gira una aguja indicadora, montada sobre un eje perpendicular a aquél, y en el cual van también montadas dos ruedas de igual diámetro, con trece dientes cada una, de tal forma, que los de una están situados frente a los intervalos de los dientes de la otra. Las ruedas giran solicitadas por un mecanismo de relojería.

Un electroimán horizontal,  $E E'$ , que recibe las corrientes de línea, tiene la armadura  $A$ , giratoria alrededor de un eje horizontal,  $v v'$ . Esta armadura lleva en un extremo un apéndice vertical que a su vez termina en el estilete horizontal  $t t'$ , situado entre las ramas de una horquilla,  $h$ , unida al eje horizontal  $M N$ . Sobre este eje va también montado el fiador  $F$ .

La armadura del electroimán está solicitada, en posición de reposo, por el muelle antagonista  $R$ , cuya tensión puede regularse por medio de la varilla acodada  $l l'$ , que se manobra por un botón que sobresale de la plancha del cuadrante.

Todo el receptor se encierra en una caja de madera con frente de cristal, a través del cual pueden leerse las indicaciones de la aguja sobre el cuadrante.

175.—El modo de funcionar del aparato, según se trate de la transmisión, recepción, observación, directa o aislamiento, es el siguiente :

1.<sup>a</sup> *Transmisión.*—Se coloca el conmutador de la línea correspondiente de manera que su lengüeta pise el contacto *E*. Al mover la manivela en el sentido de las agujas de un reloj, levantándola un poco para zafar el diente y hacer entrar éste en la muesca siguiente, la canal sinuosa del disco *D* imprime a la palanca *l l'* un movimiento de vaivén, de tal modo, que si el fleje de su extremo tocaba al principio en el tornillo *t*, al girar la manivela un sector, tocará en el *t'*; primer caso, la corriente de la pila queda cortada en *P'*, y en el segundo pasa a la palanca *l l'*, de ésta al disco *D*, y, por tanto, a la masa del aparato siguiendo a la línea por el contacto *E* o *E'* y manipulador *L* o *L'*.

Partiendo de la manivela fija en el sector de la cruz, al que corresponde un entrante de la canal sinuosa, la palanca *l l'* tocará en el tornillo *t*, y la corriente de pila quedará interrumpida; al correr la manivela un sector, el extremo *l* de la palanca está en un saliente del disco, el otro extremo *l'* toca al tornillo *t'* y la corriente de pila pasa a línea.

Se ve, pues, que al pasar la manivela por los sectores de lugar impar se envía corriente a la línea, interrumpiéndose al pasar por los sectores de lugar par. Esto se verifica siempre, cualquiera que sea el sentido del giro de la manivela.

2.<sup>a</sup> *Recepción.*—Se coloca la lengüeta del conmutador en la misma posición del caso anterior, y la manivela en la cruz; la corriente de línea llega por *L*, por ejemplo, pasa al contacto *E*, masa metálica, palanca, tornillo *t* y borna *R*, entrando en el receptor donde recorre el electroimán y pasa después a tierra. Las emisiones de corriente del transmisor producirán en el receptor atracciones de la armadura del electroimán que harán girar el eje *M N* y el fiador *F*, dejando avanzar un diente de una de las ruedas y produciendo el movimiento de la aguja indicadora que correrá un sector del cuadrante. De igual modo, cada interrupción de corriente determina la vuelta de la armadura a su posición de equilibrio, solicitada por el resorte antagonista, y por tanto, nuevo giro del eje *M N* y del fiador, que zafará un diente de la otra rueda, produciendo un nuevo avance de la aguja indicadora. Se comprende que, partiendo de la posición de la aguja del receptor en la cruz, cada vez que la

manivela del transmisor pase por una letra, la citada aguja indicará también la misma letra, y, al detenerse la primera frente a un signo, la segunda lo hará también frente a igual signo del cuadrante.

3.<sup>o</sup> *Observación.*—Se sitúa la lengüeta del conmutador correspondiente en el contacto *S*, y la manivela en la cruz. La corriente que viene de línea pasa directamente al timbre, y de éste a tierra.

4.<sup>o</sup> *Directa.*—Se colocan las dos lengüetas pisando la placa *P l* comprendida entre ambos conmutadores.

5.<sup>o</sup> *Aislamiento.*—Se llevan las lengüetas de los conmutadores a los contactos *T*, con lo que la corriente de línea pasará directamente a tierra.

176.—Para el uso del aparato conviene tener en cuenta las siguientes reglas:

1.<sup>a</sup> Cuando al mover la manivela se pasa de la letra que debía transmitirse, no se vuelve nunca hacia atrás, pues se comprende por lo estudiado, que cualquiera que sea el sentido en que se mueva la manivela, la aguja del receptor marchará siempre de izquierda a derecha.

2.<sup>a</sup> Al final de cada palabra se lleva la manivela a la cruz, apretando la cabeza de la varilla *H K* (figura 130).

3.<sup>a</sup> Cuando al transmitir se quiere pasar de las letras a las cifras, o viceversa, se dan dos vueltas completas a la manivela, deteniéndola en la cruz.

4.<sup>a</sup> Cuando el telegrafista que recibe no comprende alguna palabra o signo, colocará la manivela de su transmisor sobre una letra de lugar impar. Cuando la manivela del que transmite pase por una letra de lugar par, y, por lo tanto, esté su aparato en disposición de recibir, verá moverse la aguja de su receptor, lo que le indicará que no se le ha comprendido, y ha de repetir la última palabra transmitida.

5.<sup>o</sup> Si el que transmite observa que se ha equivocado, dará varias vueltas a su manivela, volviendo a transmitir la palabra en que cometió el error.

Los telegrafistas hábiles llegan a transmitir unas sesenta letras por minuto.

177.—El receptor necesita, para su buena marcha, las siguientes correcciones:

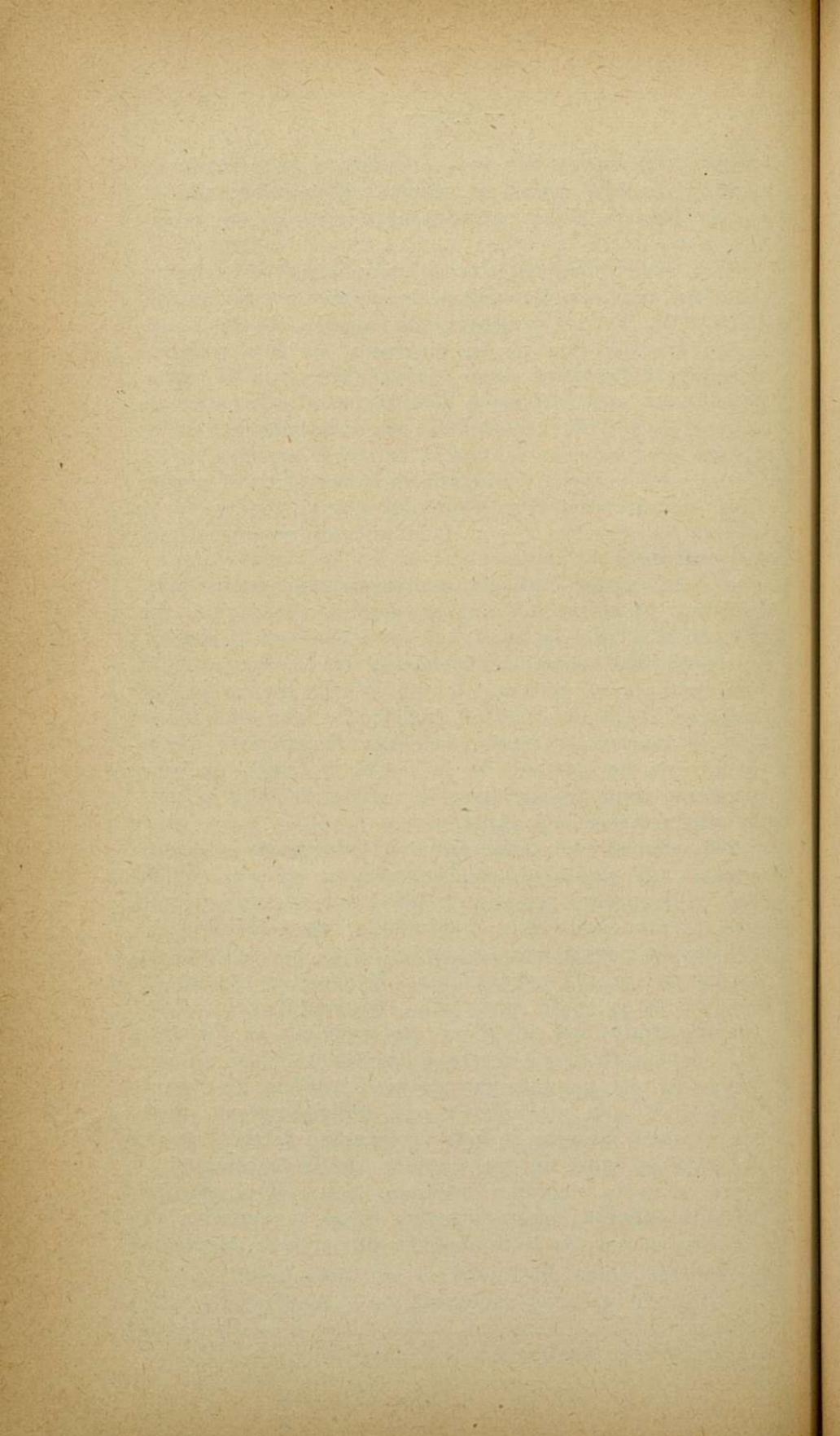
1.<sup>a</sup> Regulación de la distancia entre los núcleos del electroimán y su armadura para la intensidad de la corriente de línea. Esta regulación puede conseguirse (fig. 130): moviendo el electroimán por medio del

tornillo  $T$ , acercándolo más o menos a su armadura; tensando más o menos el resorte  $R$ , maniobrando la varilla acodada  $l \ l'$ ; variando el apriete de los tornillos  $v \ v$ .

Para hacer las anteriores operaciones, el telegrafista que recibe pide vueltas de manivela con las iniciales  $VX$ ,  $VX\dots$ , y observa la marcha de la aguja indicadora; si ésta no se mueve o lo hace rezagándose en los sectores pares, es señal de que la armadura no es suficientemente atraída; si al contrario, la aguja tiende a detenerse en los sectores impares, en los cuales la armadura es atraída, ocurrirá que ésta es perezosa para volver a su estado de reposo. En el primer caso, se aproxima el electroimán a su armadura o se aflojan los tornillos  $v \ v'$ ; en el segundo se procede inversamente.

2.<sup>a</sup> La aguja indicadora del receptor debe marcar la cruz al mismo tiempo que la manivela del transmisor. Esto se consigue, al acabar un despacho, apretando la cabeza de la varilla  $H K$  (fig. 130), la cual empuja el extremo del eje  $M N$ , con lo que el fiador  $F$  deja en libertad las ruedas dentadas hasta que al marcar la aguja la letra  $Z$ , tropieza dicho fiador con un vástago de la rueda de atrás, en cuyo momento deja de apretarse la varilla  $H K$ , y la aguja queda frente a la cruz.

178.—Suponiendo una estación intermedia se necesitará para montarla, dos pararrayos, un galvanómetro y un timbre para cada banda, sirviendo el mismo receptor y un solo manipulador para las dos. La colocación normal de los aparatos es la indicada en la figura 131. El manipulador  $M$  se sitúa encima de una mesa y sobre una tabla horizontal colocada a mayor altura que el plano de aquélla, se disponen el receptor  $R$  en el centro y un timbre  $T$  y un galvanómetro  $G$  a cada uno de los costados. Los pararrayos,  $P$ , van clavados a una tabla vertical adosada al muro. La pila suele colocarse debajo de la mesa o en uno de los ángulos de la habitación, y tiene el polo negativo unido a tierra y el positivo al manipulador, por intermedio de un conmutador que permite poner en actividad el número de elementos necesario.



## CAPITULO XIX

### ESTACIONES TELEGRAFICAS SISTEMA HUGHES

C) 179.—*Descripción del transmisor.* 180.—*Descripción del receptor.* 181.—*Aparato motor.* 182.—*Funcionamiento del aparato Hughes.* 183.—*Obtención del sincronismo* 184.—*Montaje de una estación Hughes.* 185.—*Hughes alemán.*

179.—El aparato telegráfico sistema Hughes es de los llamados impresores (102), y el sistema telegráfico que con ellos se obtiene pertenece a la categoría de los sistemas rápidos (103), pues sólo necesita una emisión de corriente para cada letra, y la manipulación se realiza tan rápidamente como en el aparato Morse.

El transmisor Hughes se compone de los elementos siguientes:

1.º Un teclado con veintiocho letras.

2.º Una caja cilíndrica o *caja de lengüetas* con veintiocho lengüetas, cuyos extremos pueden asomar por veintiocho orificios, practicados en el disco que tapa superiormente la caja.

3.º Un carretón metálico que, girando alrededor del eje de la caja de lengüetas, resbala sobre el disco que la cierra.

4.º Un manipulador, propiamente dicho, que establece o interrumpe la comunicación de la pila con la línea.

*Teclado*: Consta (fig. 133) de veintiocho teclas, catorce blancas y catorce negras, dispuestas como las de un teclado de piano. Contando de izquierda a derecha, las diez primeras teclas negras llevan marcadas una letra y una cifra, y las restantes, negras y blancas, una letra y un signo ortográfico, excepto la primera y sexta blancas, que no llevan ningún signo y sirven para pasar de la transmisión de letras a la de cifras y signos, o inversamente, por lo que se lla-

man *blanca de letras* y *blanca de cifras*, respectivamente.

*Caja de lengüetas*: Consiste en una caja metálica cilíndrica, embutida en el tablero de la mesa donde va montado el aparato, con un disco, *D*, también metálico, que le sirve de tapa (fig. 133).

En esta caja van montadas verticalmente y dispuestas alrededor del eje, veintiocho lengüetas metálicas, *L*, (fig. 133), debajo de cada una de las cuales se encuentra el extremo de una palanca, *P*, cuyo otro extremo es accionado por cada una de las teclas blancas o negras. Por la acción de estas palancas, la cabeza de las lengüetas puede salir por los orificios *O*, practicados en el disco que cierra la caja, volviendo aquéllas a su posición de reposo, solicitadas por los resortes *R*, cuando cesa la acción de las palancas.

*Carretón*: Consiste en dos piezas metálicas, *S* y *U*, formando un conjunto que se articula a un collar, *M*, que puede moverse a frotamiento suave a lo largo del eje *E* de la caja de lengüetas. La pieza *U*, llamada *labio del carro*, monta sobre la lengüeta que sobresalga del disco. La pieza *S* recibe el nombre de *placa de seguridad o repulsor*, y tiene por objeto sujetar a la lengüeta en su posición de trabajo todo el tiempo que tarde en pasar el carretón sobre el orificio correspondiente, aunque el telegrafista deje de oprimir la tecla y rechazarla, poniéndola fuera del alcance del labio, una vez que ha pasado el carretón, aunque el telegrafista siga oprimiendo la tecla.

*Manipulador propiamente dicho*: Está constituido por el extremo *e* de la *palanca de emisión*, *e m*, la cual se articula en este último punto al collar móvil, *M*; dicho extremo *e* oscila entre los tornillos *t* y *t'*, de los que el primero comunica con el polo positivo de la pila y el segundo con el receptor.

180.—El receptor del aparato Hughes se compone de los elementos esenciales siguientes:

- 1.º Electroimán.
- 2.º Palanca de escape.
- 3.º Eje de levas.
- 4.º Rueda de tipos.
- 5.º Levas

*Electroimán*: Está constituido (fig. 134) por dos bobinas *EE*, cuyos núcleos están polarizados por el imán permanente en herradura *MM*, a cuyas ramas se unen; así, pues, la armadura *A* de este electro-

imán se halla, en estado de reposo, atraída por los núcleos, y la corriente de línea ha de tener el sentido conveniente para producir la desimanación de éstos, de modo que por la acción del resorte antagonista *e*, regulable por el tornillo *t*, la armadura se separará de ellos, yendo a chocar contra el tornillo *G*, de la palanca *G G'* (fig. 135).

*Palanca de escape*: Está representada en la figura 135 por *G G*. Un extremo termina con el *tornillo de reposición T*, contra el que choca la armadura del electroimán al desprenderse, y el otro con una cabeza metálica que, en estado de reposo, retiene a la pieza *F*, montada sobre el eje de levas *L*.

*Eje de levas*: Está constituido por un eje (*L*, de la figura 135, y *E*, de la 136), perpendicular a la palanca de escape; dicho eje está en prolongación de otro *EI* (figura 136), que recibe el movimiento de rotación de un mecanismo de relojería. El eje de levas se hace solidario del eje motor *EI*, por medio de un trinquete dentado, *T*, (figura 136), unido a la pieza *F*, llamada *placa de escape*, que lleva la uña *F2*, a la que retiene la cabeza de la palanca de escape.

Cuando esta cabeza baja, por oscilar dicha palanca debido al movimiento de la armadura del electroimán, queda libre la placa *F*, y el trinquete *T* se precipita sobre la rueda dentada *R*, en que termina el eje motor, engranando con ella, lo que hace que el eje de levas empiece a girar; el movimiento de este eje no dura más que una rotación, pues al terminar ésta, el trinquete *T* se desembraga de la rueda dentada, por la acción del plano inclinado *P*, y la uña *F2* vuelve a ser retenida por la cabeza de la palanca de escape.

El eje de levas recibe este nombre por estar montadas en él cuatro levas distintas, que intervienen en la impresión de las señales.

*Rueda de tipos*: Paralelamente a la dirección de los ejes motor y de levas, se encuentra otro eje que también recibe un movimiento de rotación del aparato de relojería. Sobre él va montada, a frotamiento duro, una rueda dentada, llamada *rueda de frotamiento*. Con ésta puede embragarse otra rueda, también dentada, y montada sobre un manguito sujeto al eje, a frotamiento suave; esta rueda, de veintiocho dientes, se denomina *rueda de corrección*.

Por último, montada sobre el mismo manguito de

la rueda de corrección, va otra rueda de acero, en cuya periferia están grabadas en relieve las mismas letras y signos del teclado del transmisor y en el mismo orden, quedando dos espacios sin grabar, que corresponden a las teclas en blanco de aquél.

*Levas*: Como se ha dicho anteriormente, sobre el eje de levas van montadas cuatro de estas, que se denominan de *desprendimiento*, de *corrección*, de *impresión* y de *progresión de la cinta*.

La leva de desprendimiento sirve para embragar las ruedas de frotamiento y de corrección, con lo que la de tipos seguirá el movimiento del eje sobre el que va montada.

La leva de corrección tiene por objeto compensar las pequeñas variaciones de velocidad que puedan haberse producido entre el movimiento del disco de lengüetas del transmisor y la rueda de tipos del receptor, que deben girar sincrónicamente. Cuando este sincronismo es perfecto, la leva de corrección se introduce, exactamente, a cada rotación de su eje, entre dos de los dientes de la rueda de corrección, mientras que, en caso contrario, pegará en el diente anterior o en el posterior, produciendo así un movimiento de avance o retardo de la rueda de corrección, y, por tanto, de la de tipos, solidaria de aquélla.

La leva de corrección se utiliza también para pasar de las letras a los signos, o inversamente, operación que se denomina *inversión*; otra misión de dicha leva consiste en abrir el circuito de los carretes del electroimán cuando la armadura permanece en estado de reposo.

La leva de impresión actúa sobre el extremo de una palanca, *P*, llamada de impresión (fig. 137), entre cuyas ramas gira. Sobre esta palanca va montado el rodillo de impresión *M* (fig. 132), en el que se apoya la cinta de papel; el movimiento de la leva sobre la palanca de impresión, la levanta primero y la suelta después, bruscamente, lo que determina la proyección de la cinta contra la rueda de tipos, *T*, representada también en las figuras 132 y 137.

La leva de progresión de la cinta, actúa sobre el extremo de la palanca de progresión *S* (fig. 137), la cual tiene un fiador, *F*, que se apoya, por la acción de un resorte, sobre una rueda de escape, *R*, montada detrás del rodillo de impresión y sobre su mismo eje.

La leva produce la elevación y descenso alternativos del fiador, que hace girar la rueda de escape y, por tanto, el rodillo de impresión, produciendo el avance de la cinta.

181.—El mecanismo de relojería del aparato Hughes está formado por seis ejes, de los que cinco son horizontales y uno vertical, el del carro.

El primero de los ejes horizontales se mueve por la acción de un peso, de 60 a 70 kilogramos, suspendido de una cadena *Gall*. Los dos ejes siguientes transmiten ese movimiento al cuarto, que es el de la rueda de tipos y que, a su vez, mueve el del volante y el del carretón.

Por medio de un remontador de pedal se eleva el peso a medida que desciende. En las estaciones importantes desempeña esta misión un motor eléctrico.

Para evitar variaciones bruscas en el movimiento del aparato de relojería, va montada, sobre el último eje horizontal, una rueda de gran masa denominada *volante*, sobre el cual puede actuar un freno de zapata que se maniobra a mano.

La uniformidad en el movimiento de los ejes se consigue mediante el aparato llamado *regulador*. Consiste (fig. 138) en un tubo de acero formando varilla vibrante, enrollado en hélice y terminado por la parte rectilínea *R*, que atraviesa la esfera maciza *E*, cuya posición puede variarse a voluntad.

El extremo *b* de la varilla vibrante se enlaza con el volante *V* por intermedio de la hembrilla *h*. Al ponerse en marcha el aparato, el extremo de la varilla se separa, arrastrando consigo la hembrilla, que a su vez obliga a un frotador *F* a que ejerza presión sobre la cara interna de un tambor, *T*, llamado *caja de frotamiento*, montado sobre el mismo eje que el volante *V*.

182.—El conjunto de mecanismos descrito funciona del modo siguiente:

Al oprimir el telegrafista una tecla sale la lengüeta correspondiente y se presenta al paso del carretón, cuyo labio móvil bascula, arrastrando en su movimiento a la palanca de emisión; ésta abandona el tope de reposo, que comunica con el receptor, y se pone en contacto con el de trabajo y, por tanto, con el polo positivo de la pila, con lo que la corriente de ésta pasa a la línea, durando la emisión el tiempo que estén en contacto la lengüeta y el carretón.

La corriente enviada a la línea por la estación emisora, llega a la receptora, y, recorriendo las bobinas del electroimán, desimana sus núcleos, con lo que la armadura se desprende. Este movimiento de la armadura la hace chocar contra el tornillo de reposición de la palanca de escape, la cual bascula; al descender el brazo derecho de esta palanca, su cabeza deja de sostener a la uña de la placa de escape y el trinquete cae sobre la rueda dentada, verificándose el embrague del eje de levas, con lo que empiezan a actuar éstas; la de corrección rectifica la posición de la rueda de tipos; la de impresión proyecta la cinta de papel contra dicha rueda, y la de progresión hace avanzar la cinta.

Efectuada la impresión de la señal, se realiza el desembrague del eje de levas y la reposición de la armadura a su estado de reposo. Para verificar esto último, el eje de levas lleva una excéntrica, denominada *caracol o excéntrica de reposición*, la cual, pasando por debajo de la cabeza de la palanca de escape, obliga a que se eleve el brazo derecho de ésta, y a que descienda el izquierdo, con lo que el tornillo de reposición empuja la armadura hacia los núcleos.

En vista del modo de funcionar expuesto, se comprende que si el carretón de la estación transmisora y la rueda de tipos de la receptora giran sincrónicamente, se conseguirá que, en el momento en que el carretón pise una lengüeta correspondiente a una letra o signo determinados se encuentre en el extremo inferior del diámetro vertical de la rueda de tipos esa misma letra o signo, que será impreso en la cinta.

Con el aparato Hughes puede obtenerse una velocidad de transmisión de 150 letras por minuto.

Aparte del funcionamiento explicado, existen tres operaciones que precisa conocer. Estas son: *parada en blanca*, *inversión* y *desprendimiento automático*.

*Parada en blanca*: Consiste en inmovilizar la rueda de tipos en una posición tal, que el espacio de dicha rueda, correspondiente al blanco de letras, quede frente al rodillo impresor. Para conseguirlo se oprime el botón *B* (figura 137), de la palanca de parada en blanca, la cual efectúa el desembrague de las ruedas de frotamiento y de corrección e inmoviliza el manguito donde van montadas esta última y la de tipos. En cuanto la presión de una tecla de la

estación corresponsal produzca una emisión de corriente, el eje de levas empezará a girar, y la leva de desprendimiento volverá a embragar las ruedas de corrección y de frotamiento, dejando libre el mango de la primera, con lo que la de tipos comenzará a girar de nuevo.

*Inversión.*—Es la operación que tiene por objeto pasar de la impresión de letras a la de cifras y signos e inversamente, y la efectúa la leva de corrección cuando se oprimen la tecla blanca de letras o la de cifras. Para ello, la rueda de corrección lleva adosada en su cara interna la palanca *P* (fig. 139), invariablemente unida a la rueda de tipos. Uno de los brazos de esta palanca, llamada *palanca de cambios*, se introduce en una muesca del *trinquete de inversión*, *T*, y el otro en una abertura de la *pieza de cambios P I*, que puede bascular alrededor del tornillo *t*. La pieza de cambios lleva dos salientes *S S'* correspondientes a las blancas de letras y de cifras, de los cuales sobresale uno u otro, según se estén transmitiendo letras o cifras. Al oprimir el telegrafista una de las teclas blancas, para efectuar la inversión, la leva de corrección del receptor chocará contra el saliente, obligándole a ceder, con lo que la pieza de cambios basculará, y el extremo de la palanca cambiará de muesca, arrastrando en su movimiento a la rueda de tipos, que se desplazará, con respecto a la de corrección, lo suficiente para que se impriman las cifras, si antes lo hacían las letras, o inversamente.

*Desprendimiento:* Tiene por objeto conseguir la autorrecepción constante, con lo que en la estación transmisora pueden comprobarse los despachos transmitidos. Se efectúa mediante una varilla *V* (fig. 133), unida a la palanca de emisión y al eje de la palanca de escape.

Cada vez que en el transmisor se oprime una tecla, el brazo derecho de la palanca de emisión desciende y arrastra consigo a la varilla *V*, que, a su vez, produce el descenso de la cabeza de la palanca de escape, con lo que tiene lugar el embrague del eje de levas y la impresión de la señal en el receptor.

183.—Para obtener un funcionamiento perfecto del aparato Hughes es indispensable, según se ha visto, que exista correspondencia entre las letras del transmisor del receptor, y sincronismo entre el movimiento del carretón del primero y el de la rueda de

tipos del segundo; es decir, que partiendo de la misma letra transmitida y recibida, siempre que el carretón del transmisor pise la lengüeta correspondiente a una letra, debe encontrarse ésta, en el receptor, frente al rodillo impresor.

La correspondencia entre las letras del transmisor y del receptor, se obtiene parando en blanca ambos, y empezando el trabajo emitiendo con la *blanca de letras*. En efecto, al parar en blanca, se encuentran las dos ruedas de tipos con el espacio del blanco de letras frente al rodillo impresor y, por tanto, en la misma posición, y si se emite con la blanca de letras, el carretón y la rueda de tipos empiezan el movimiento partiendo de dicho blanco.

Siempre que se termine la transmisión debe hacerse parada en blanca.

Para obtener el sincronismo, una de las estaciones emite con una tecla cualquiera, durante varias vueltas del carretón, con lo que la otra estación debe recibir siempre la misma letra, si el sincronismo existe. Si las letras recibidas se suceden en el orden alfabético *A. B. C. D...*, es prueba de que el receptor gira con excesiva velocidad; si, por el contrario, las letras se reciben en el orden *Z, Y, X...* la velocidad del receptor es menor que la del sincronismo.

En el primer caso, se disminuye la velocidad alejando la esfera del regulador del punto en que se une la varilla vibrante a la hembrilla, y en el segundo se aumenta moviendo en sentido contrario dicha esfera. En ambos casos, mientras se mueve la esfera, hay que ir observando la cinta para dejar aquélla fija en el momento en que se repita la misma letra.

Para afinar el sincronismo hay que conseguir que éste exista sin intervención de la leva de corrección. Para ello se pone la línea a tierra durante unas cuantas revoluciones, estableciendo el contacto de la palanca de emisión con el tornillo de tierra, con lo cual la rueda de tipos girará sin que la leva correctora funcione. Después vuelve a emitirse la misma letra recibida antes de poner la línea a tierra, y, si sigue recibándose en la otra estación, es porque el sincronismo es perfecto.

Cuando una estación quiere comprobar el sincronismo, emite las iniciales *I, T*, repetidas, para que la receptora apriete una sola tecla durante varias vueltas.

Puede ocurrir que, siendo sincrónico el movimiento

del transmisor y del receptor, se reciba mal. Ello es debido a falta de regulación de la armadura del electroimán.

Si se reciben letras posteriores a las que se transmiten, la armadura se desprende con retraso. La regulación se consigue actuando sobre los resortes de la armadura o sobre una barra de hierro dulce denominada *Bisel*, situada sobre los polos del imán permanente y que puede introducirse más o menos.

La regulación de la armadura se pide emitiendo la combinación *I N T blanca* repetida.

184.—Las comunicaciones eléctricas interiores del aparato Hughes son las representadas en la figura 140.

Como la corriente debe siempre recorrer el electroimán en el mismo sentido, por ser este polarizado, se establece el conmutador *C*, fijo sobre el tablero de la mesa del aparato, con el cual podrá funcionar el receptor, cualquiera que sea la polaridad de la corriente de línea. Las clavijas se colocan en las muescas +, si la corriente es positiva, y en las — si es negativa.

Como la corriente de línea produce un campo magnético contrario al del imán permanente, tendiendo, por tanto, a desimanarlo, es preciso que actúe el menor tiempo posible, para lo cual se pone la línea directamente a tierra en cuanto la armadura se separa de los núcleos, utilizando el contacto de dicha armadura con la palanca de escape.

Como al alejarse y acercarse la armadura de los núcleos, varía el campo magnético del imán permanente, induciendo en las bobinas una *f. e. m.* que produciría la desimanación de los núcleos, es necesario que, en cuanto se haya recibido una corriente de trabajo en el electroimán, se abra el circuito de sus bobinas, con lo que aquella corriente inducida no podrá producirse. Esta misión la realiza la leva de corrección *L*, que, en estado de reposo, cierra el circuito de las bobinas, poniendo en contacto los resortes *r* y *r'*. En cuanto llegue al receptor una corriente de trabajo, el árbol de levas empezará a girar, y el contacto de los resortes se romperá, quedando abierto el circuito de las bobinas.

El interruptor *I* tiene por objeto poner la línea directamente a tierra, en caso de tormenta.

El extremo *e* de la palanca de emisiones está aislado del resto que comunica con tierra.

Las estaciones telegráficas sistema Hughes admiten los montajes explicados para las del sistema Morse, utilizando los mismos aparatos auxiliares. Algunos aparatos de la Red Civil Nacional se instalan con un Morse o un acústico auxiliar, de tal forma, que por el mismo hilo puede trabajarse con uno u otro aparato. Este montaje tiene por principal objeto comprobar la línea y pasar las indicaciones previas para el empleo del Hughes.

185.—El aparato descrito en los números precedentes es el modelo francés. Existe también un modelo alemán que presenta algunas diferencias con aquél. Las más esenciales son :

1.<sup>a</sup> El embrague del árbol de levas con el motor se efectúa mediante el engranaje lateral del trinquete con un piñón en que termina dicho árbol motor.

2.<sup>a</sup> El desprendimiento automático para la auto-recepción, se consigue mediante un tornillo vertical unido al brazo izquierdo de la palanca de emisión y que, por el movimiento de ésta choca contra la armadura del electro cada vez que una corriente sale del emisor.

3.<sup>a</sup> La regulación del movimiento motor se obtiene mediante un regulador vertical de bolas.

---

## CAPITULO XX

### ESTACIONES TELEGRAFICAS SISTEMA BAUDOT

186.—Fundamento de la telegrafía múltiple. 187.—Transmisor Baudot. 188.—Receptor. 189.—Funcionamiento del aparato. 190.—Inversión. 191.—Autorrecepción o comprobación. 192.—Aparato motor. 193.—Modo de obtener el sincronismo. 194.—Montaje de una estación duplex Baudot.

186.—En el número 103 se definieron ya los sistemas múltiples; se fundan en el aprovechamiento de los intervalos existentes entre las emisiones de corriente necesarias para la transmisión de un despacho, para lanzar a la línea otras corrientes que se traduzcan en nuevos despachos.

Sean dos estaciones, una transmisora, *A*, y otra receptora, *B* (fig. 141); en cada una de ellas existe un círculo dividido en cuatro sectores metálicos aislados entre sí. La línea telegráfica une los centros de dichos círculos, aislados a su vez de los sectores, y puede comunicar con cada uno de éstos por intermedio de un frotador metálico, *F*, giratorio alrededor del respectivo centro. Cada sector se une a un manipulador en la estación *A* y a un receptor en la *B*.

Si los dos frotadores parten de la misma posición y empiezan a girar en el mismo sentido y con idéntica velocidad, irán poniendo en comunicación los sectores de igual número de ambas estaciones. Por lo tanto, en una vuelta completa, la línea ha puesto en comunicación cuatro transmisores con cuatro receptores distintos, sin que en ningún momento haya dejado de estar ocupada. Se han transmitido, pues, cuatro signos, correspondiendo cada uno a un telegrama diferente.

Tal es también el fundamento del sistema telegráfico Baudot, que por eso pertenece a la categoría de los sistemas múltiples.

187.—El transmisor Baudot comprende: el *manipulador*, propiamente dicho, y el *distribuidor*.

El *manipulador* se compone de un teclado con cinco teclas, *t* (fig. 142), articuladas sobre un mismo eje horizontal. En posición de reposo comunican con el polo negativo de una pila, *P1*, y con el positivo de la otra pila, *P2*, cuando son oprimidas.

Cada señal se forma por la combinación de cinco corrientes, obtenidas oprimiendo unas teclas y dejando otras en reposo.

Las dos teclas de la izquierda deben manejarse con la mano izquierda y las tres restantes con la derecha.

El siguiente cuadro contiene el código de señales Baudot, indicándose con el signo + las teclas oprimidas, y con el — las que permanecen en reposo.

Serie de letras	Serie de cifras y signos	Mano derecha			Mano izqda.	
		1	2	3	4	5
A	1	+	—	—	—	—
B	8	—	—	+	+	—
C	9	+	—	+	+	—
D	0	+	+	+	+	—
E	2	—	+	—	—	—
É	&	+	+	—	—	—
F	F	—	+	+	+	—
G	7	—	+	—	+	—
H	H	+	+	—	+	—
I	0	—	+	+	—	—
J	6	+	—	—	+	—
K	(	+	—	—	+	+
L	=	+	+	—	+	+
M	)	—	+	—	+	+
N	n°	—	+	+	+	+
O	5	+	+	+	—	—
P	ol <sup>o</sup>	+	+	+	+	+
Q	/	+	—	+	+	+
R	-	—	—	+	+	+
S	;	—	—	+	—	+
T	!	+	—	+	—	+
U	4	+	—	+	—	—
V	>	+	+	+	—	+
W	?	—	+	+	—	+
X	,	—	+	—	—	+
Y	3	—	—	+	—	—
Z	:	+	+	—	—	+
t	.	+	—	—	—	+
		—	—	—	—	+
		—	—	—	+	—
		—	—	—	+	+

Blanca de letras  
 » » cifras  
 \* (error)

El teclado cuenta con un dispositivo para evitar que la tecla oprimida pueda volver a la posición de reposo hasta la completa transmisión de la señal correspondiente, aunque sea abandonada por el telegrafista, y otra para advertir a éste que la transmisión de la señal ha terminado y debe proceder a formar la combinación para la señal precedente.

La primera disposición, llamada de *enclavamiento*, consiste (fig. 143) en un imán permanente, *M N*, que mantiene atraída la pieza de hierro *p*, sujeta a la tecla *T*, todo el tiempo que tarda en transmitirse la señal correspondiente; en el momento en que ésta termina, la bobina de electroimán *E*, es recorrida por la corriente de una pila local que debilita la fuerza del imán, con lo que la tecla vuelve a su posición de reposo, solicitada por el resorte antagonista *R*.

La corriente de la misma pila local anterior, al terminar una emisión, recorre la bobina de otro electroimán cuya armadura, al ser atraída, produce un sonido en un auricular dispuesto al costado del teclado, que advierte al telegrafista para que empiece la nueva combinación. Esto constituye lo que se llama *dar la cadencia*.

En otros modelos, el enclavamiento se obtiene automáticamente por unos fiadores que sujetan las teclas oprimidas. Entonces el desenclavamiento y la cadencia, los efectúa un solo electroimán, cuya armadura, al ser atraída por el paso de la corriente de la pila local, golpea sobre un yunque, produciendo la cadencia y, al mismo tiempo, suelta a los fiadores que retienen a las teclas en su posición de trabajo.

Debajo del manipulador se encuentra un conmutador que se manobra a mano y sirve para poner a aquél en posición de transmisión o de recepción.

El *distribuidor* consiste (fig. 142) en un círculo metálico, dividido en seis coronas, de las cuales, las 2.<sup>a</sup>, 3.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>, contando desde la periferia al centro, intervienen en la transmisión. La segunda corona se subdivide generalmente en dos sectores, cada uno de los cuales contiene cinco contactos, numerados en la figura, que comunican eléctricamente con las cinco teclas de un manipulador.

La tercera corona contiene, para cada sector, un contacto que comunica con el electroimán de desenclavamiento y cadencia.

La quinta corona es continua, y comunica con la lí-

nea, y la sexta, también continua, está en contacto con un polo de la pila local.

Unidos a un eje que atraviesa el centro del distribuidor, van tres frotadores que giran alrededor de él, de los cuales el  $F$  pone en comunicación la corona 5.<sup>a</sup> de la línea con cada uno de los contactos de la 2.<sup>a</sup>, y el  $F'$  la sexta corona de la pila local con el contacto del electroimán de cadencia y desenclavamiento, situado en la tercera corona. Resulta así que, en el tiempo que tarda el frotador  $F$  en recorrer uno de los sectores, se habrá transmitido a la línea una combinación de cinco corrientes, de las cuales habrá tantas positivas como teclas se hayan oprimido, siendo las demás negativas.

188.—El receptor Baudot está constituido por los elementos siguientes:

- 1.º Distribuidor.
- 2.º Electro relevador.
- 3.º Electros receptores y encarriladores.
- 4.º Traductor.

*Distribuidor.*—Es el mismo del transmisor, utilizándose para la recepción las coronas 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>

La primera contiene los contactos que comunican con los órganos de recepción y traducción de las señales; la 4.<sup>a</sup>, que es continua, está en contacto con uno de los polos de una pila llamada de aparato. Las coronas 2.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup> comunican, respectivamente, como ya se ha dicho al hablar del transmisor, con los contactos de las teclas y con la línea. Un tercer frotador,  $F''$  (figura 142), pone en comunicación, al girar, la 4.<sup>a</sup> corona con los contactos de la 1.<sup>a</sup> El mecanismo de la recepción es el siguiente:

Suponiendo perfecto el sincronismo en el movimiento de los frotadores de las estaciones  $A$  y  $B$  (figura 142), la corriente de trabajo que venga por la línea, procedente del distribuidor de la primera, llegará a la 5.<sup>a</sup> corona del distribuidor de la segunda estación, de donde será recogida por el frotador  $F$ , que la pasará al respectivo contacto de la segunda corona, y desde allí al manipulador correspondiente que estará con las teclas en posición de reposo y el conmutador en la de recepción. Del manipulador, la corriente pasa a las bobinas de un relevador, recorriéndolas y marchando a tierra. Al funcionar el relevador cierra el circuito de la pila del aparato, cuya corriente pasará, por intermedio del frotador  $F''$ , desde la 4.<sup>a</sup> corona a los

contactos de la primera y, por tanto, a los órganos de recepción y traducción, de enclavamiento y decadencia.

*Electro-relevador*: Recibe la corriente de línea por intermedio del manipulador, como se ha dicho en el párrafo anterior. Cuando es positiva o de trabajo, la armadura del electro cierra el circuito de la pila de aparato, cuya corriente pasa a los electro-receptores haciéndoles funcionar.

Esta disposición tiene por objeto evitar que las irregularidades de la corriente de línea, debidas a la variación del estado de ésta, se transmitan a dichos receptores.

*Electro-receptores o encarriladores*: Reciben la corriente de la pila de aparato, cuyo circuito cierra el relevador. Constan (fig. 144) de un solo núcleo, terminado en dos culatas,  $C C'$ , a la primera de las cuales se articula una armadura,  $A$ ; al pasar la corriente por el arrollamiento del electroimán, la armadura es atraída por la culata  $C'$ , con lo que el extremo de la pieza.  $PI$ , unida a dicha armadura, chocará contra el brazo más corto de la palanca,  $I$ , llamada *palanca encarriladora*, el cual, venciendo la resistencia del resorte,  $R$ , salvará el resalte  $O$ . La palanca encarriladora tomará entonces la posición indicada de puntos, manteniendo el extremo de su brazo más largo contra el borde de la rueda,  $RI$ .

A cada sector del distribuidor corresponden cinco electros y cinco palancas encarriladoras.

Resulta, por tanto, que después de haber recorrido todo un sector del distribuidor el frotador  $F''$ , sólo se habrá alterado la posición de las palancas encarriladoras, correspondientes a las teclas del manipulador de la estación transmisora, que el telegrafista haya oprimido. La señal que corresponda a la combinación transmitida, queda, pues, indicada por las palancas de los electro-receptores.

*Traductor*.—La señal indicada por las palancas de los electro-receptores ha de traducirse en una letra, cifra o signo. Para realizarlo existe el llamado *traductor*. Consta de dos discos yuxtapuestos  $D_1 D_2$  (fig. 144) de igual diámetro, montados sobre el mismo eje, y cuyos bordes presentan 16 entrantes y 16 salientes, dispuestos de tal forma que los entrantes del uno corresponden a los salientes del otro. Sobre el primero, llamado *disco de reposo*, apoyan cinco *palancas buscadoras* (figs. 144 y 145), articuladas en

ejes paralelos, cuyas partes superiores están siempre en contacto y oprimidas hacia la derecha por la palanca *a*, que a su vez lo está por el resorte *r*.

Estas cinco *palancas buscadoras* no pueden bascular hacia la derecha más que en el caso de que todas ellas estén apoyadas sobre entrantes de los discos, pero como el de reposo no tiene cinco entrantes seguidos, será preciso que una o varias de las palancas pasen a apoyarse sobre el disco *D*<sub>2</sub>, llamado *disco de dos*, será preciso que una o varias de las palancas indicadoras tome la posición señalada de puntos en la figura 144, en cuyo caso empujará a la palanca buscadora correspondiente y la obligará a ponerse sobre el disco de trabajo.

Así, pues, al transmitir una combinación de las consignadas en el cuadro del número 187, las palancas indicadoras correspondientes a los electroimanes a quienes se haya enviado corriente positiva, actuarán sobre las palancas buscadoras, haciéndolas pasar al disco de trabajo, y como dichas combinaciones están ya estudiadas de manera que en cada una de ellas estén las cinco palancas buscadoras sobre entrantes de ambos discos, ocurrirá que todo el sistema de estas palancas basculará hacia la derecha con cada combinación del transmisor.

Los resaltes *l* y *l*<sub>1</sub> tienen por objeto volver a la posición de reposo a las palancas indicadoras y buscadoras, respectivamente, una vez recibida la combinación correspondiente.

Queda como última operación del receptor, la de traducir cada movimiento hacia la derecha del sistema de palancas buscadoras en una letra, cifra o signo, impresos en la cinta de papel. Para ello, el traductor lleva montadas sobre un eje, que gira sincrónicamente con el distribuidor de la estación, dos ruedas, una de impresión y otra de tipos, que, como las de corrección y tipos del aparato Hughes, descrito en el capítulo anterior, pueden tener un desplazamiento con respecto al eje, y otro entre sí, y hasta puede desembragarse del eje el sistema formado por ambas.

Sobre el contorno de la rueda de impresión van talladas 31 muescas, tantas como combinaciones se consiguen en el cuadro del número 187, distribuídas sobre

las  $\frac{31}{40}$  de la circunferencia.

La rueda de tipos lleva en relieve sobre su borde las letras, cifras y signos del cuadro antes citado, de tal modo, que a cada letra precede la cifra o signo que tiene la misma combinación de corrientes que ella. El blanco de cifras se encuentra intermedio, y el de letras al final.

Cuando todo el sistema de palancas buscadoras bascula, por haber encontrado todas ellas un entrante de los discos de trabajo y de reposo, se transmite ese movimiento a la biela *b* (fig. 145), unida por un extremo a la palanca *a* y por el otro a la palanca *c*, denominada *pedal*. El movimiento de la biela se transmite a su vez, por intermedio del pedal, a otra palanca llamada *palanca de enganche*, *e*, la cual lleva en el extremo de uno de sus brazos un tope que, en reposo, retiene a una leva, *l*, que recibe el nombre de *muñón impresor*.

Por el movimiento de la biela, el tope de la palanca de enganche deja en libertad al muñón impresor, el cual, impulsado por un resorte, *r*, se proyecta sobre la rueda de impresión, introduciendo su extremo en uno de sus salientes y siendo arrastrado por ella, lo que hace que la cinta, que pasa sobre un rodillo montado en el extremo del muñón impresor, se aplique sobre la rueda de tipos, verificándose la impresión de la letra o signo.

Terminado el movimiento de la biela, vuelve el muñón impresor a su posición de reposo, merced a la acción de otra palanca, *P*, llamada *palanca de reposición*.

La progresión de la cinta la verifica un fiador, *f*, unido al muñón impresor, denominado *trinquete de progresión*, que, durante el movimiento de aquél, empuja un diente de una rueda, *R*, montada sobre el eje de dicho muñón, haciéndola avanzar. Este movimiento de avance de la rueda dentada, se transmite al *cilindro de arrastre*, montado en el mismo eje de aquélla, y sobre el que pasa la cinta, haciéndola avanzar también.

189.—Explicados los mecanismos que intervienen en la transmisión y en la recepción, y su funcionamiento aislado, queda por exponer, para mejor comprensión, el funcionamiento del conjunto.

Se supondrá obtenido el sincronismo en el movimiento de distribuidores y traductores de ambas estaciones, y que, en cada una de éstas, existen dos manipulado-

res y dos traductores correspondientes a dos sectores de los distribuidores.

En cada estación, un manipulador está en posición de transmisión y otro en la de recepción.

Un telegrafista empieza por hacer, con las cinco teclas del manipulador en posición de transmisión, la combinación correspondiente a la letra, cifra o signo que quiera transmitir. Las cinco corrientes de la combinación se propagan a los contactos del sector correspondiente de la 2.<sup>a</sup> corona del distribuidor (figura 142), de donde son recogidas por un frotador y pasadas a la 5.<sup>a</sup> corona y a la línea. Al llegar a la estación correspondiente son recibidas en la 5.<sup>a</sup> corona de su distribuidor, desde donde pasan, recogidas por el correspondiente frotador, a los contactos de un sector de la 2.<sup>a</sup> corona; de ésta pasan al manipulador que se halle en posición de recepción, y desde allí al relevador, cuyas bobinas recorren, y a tierra. Cada corriente positiva o de trabajo que llega al relevador, hace que éste cierre el circuito de la pila de aparato, unida por un polo a tierra y por el otro a la 4.<sup>a</sup> corona. Su corriente es recogida, de dicha 4.<sup>a</sup> corona, por uno de los frotadores, que la pasa a los respectivos contactos de un sector de la 1.<sup>a</sup>, desde donde sigue a los electros encarriladores y a tierra. Resulta, pues, que cada corriente positiva que viene de línea, acciona uno de dichos electros y hace apoyar, por tanto, una palanca buscadora sobre el disco de trabajo del traductor, y como cada combinación de las consignadas en el cuadro del número 187 hace que en una vuelta de los discos citados todas las palancas buscadoras se encuentren apoyando sobre muescas de ellos, producirá el basculamiento del sistema de palancas hacia la derecha, y, por tanto, la impresión de una señal que, por el sincronismo existente entre los aparatos de ambas estaciones, será precisamente la que corresponda a la combinación efectuada con las teclas del manipulador de la transmisora.

Una vez que ha terminado en la estación transmisora la transmisión de una señal, el frotador *F'* (figura 145), pasa la corriente de la pila local, que comunica con la 6.<sup>a</sup> corona, a la 3.<sup>a</sup>, desde donde sigue al electroimán de cadencia o desenclavamiento y a tierra. En este momento, el telegrafista debe empezar a ejecutar con las teclas la combinación correspondiente a la señal que sigue en el despacho a trans-

mitir, y mientras tanto, recibe, por intermedio del manipulador que tiene en su posición de recepción, una señal del despacho que le está transmitiendo la otra estación.

190.—Se ha dicho ya que la rueda de tipos lleva alternados en su borde los caracteres correspondientes a las letras del alfabeto y a las cifras, abreviaturas y signos. Para pasar de unos a otros es preciso, como en el Hughes, hacer girar un cierto ángulo a la rueda de tipos con respecto a la de impresión, con lo cual serán unos u otros caracteres los que se impriman en la cinta. Ese desplazamiento, denominado *inversión*, se consigue del modo siguiente: la palanca de tres brazos,  $P$  (fig. 146), llamada *palanca de inversión o de cambios*, es solidaria de la rueda de tipos, y está sujeta por las palancas acodadas  $p_1$  y  $p_2$ , o *escuadras de inversión*, y el resorte  $r$ , fijos éste y aquéllas a la rueda de impresión. Cuando el telegrafista que transmite letras efectúa la combinación correspondiente al blanco de cifras, el muñón impresor entra en la muesca de la rueda de impresión situada frente al saliente de la escuadra  $p_1$ , con lo que ésta es empujada hacia dentro, la palanca  $P$  gira un cierto ángulo, y, por tanto, la rueda de tipos también, y el extremo de la escuadra,  $p_2$ , sobresale frente a la muesca del blanco de letras. Si se quiere pasar de nuevo a imprimir letras, habrá que transmitir la combinación de blanco de letras, y, entonces, el muñón impresor penetrará en la muesca correspondiente al extremo de la escuadra  $p_2$ , con lo que todo el sistema basculará en sentido opuesto a como lo efectuó anteriormente, y la rueda de tipos girará, también, en sentido opuesto, el mismo ángulo, quedando en la posición primitiva.

191.—La corriente emitida por cada tecla oprimida del manipulador, se deriva, antes de salir a la línea, al relevador de la estación, el cual funciona como si recibiera corriente de trabajo de la corresponsal.

Esta autorrecepción sirve para advertir al telegrafista los errores que pueda haber cometido en la transmisión del despacho.

192.—Cada distribuidor y cada traductor de las estaciones Baudot, dispone, para obtener el movimiento de rotación de sus ejes, de un sistema de ruedas y piñones de engranaje montados sobre cinco ejes paralelos, y accionados por un peso que actúa sobre una cadena sin fin. El peso se remonta por medio de un

pedal que, en algunas estaciones, se substituye por un pequeño motor eléctrico.

193.—Para el buen funcionamiento del sistema telegráfico Baudot, es imprescindible que exista un perfecto sincronismo en el movimiento de los distribuidores y traductores de ambas estaciones. Para conseguirlo se hace uso de los dispositivos siguientes :

1.º El movimiento del aparato motor, correspondiente a los distribuidores, se hace uniforme por medio de un regulador de fuerza centrífuga, que consiste en esquema, en un bloque de bronce sujeto a unos resortes que, a su vez, lo están al extremo de uno de los ejes del aparato motor, que sobresale bastante de su cojinete. La fuerza centrífuga engendrada por la velocidad de rotación del eje, tanto mayor cuanto mayor es dicha velocidad, hace que el bloque tienda a separarse de aquél y ejerza tracción sobre los resortes, los cuales, a su vez, flexan el extremo del eje al que van unidos. Esto hace que el rozamiento de dicho eje en su cojinete aumente y produzca el frenado del movimiento de rotación.

El funcionamiento del órgano de regulación del aparato motor de los traductores, llamado *moderador*, se funda también, como el regulador descrito, en el desplazamiento por fuerza centrífuga de un bloque de bronce, pero difiere de aquél en que dicho desplazamiento no produce la flexión del eje motor, sino su frenado por intermedio de una zapata que se aplica lateralmente a un disco montado en él.

Para parar el aparato motor se hace uso de un freno de mano que consiste en una palanca, uno de cuyos brazos lleva una zapata que se aplica sobre un volante montado en el sexto eje.

2.º Si los frotadores del distribuidor de la estación receptora giran a más velocidad que los de la estación transmisora, puede ocurrir que la corriente de la pila de aparato de la receptora, en vez de entrar por el contacto de la 1.ª corona que le corresponde, lo haga por el siguiente, con lo que la señal recibida no será la transmitida. Por el contrario, si la velocidad de giro de los frotadores de la receptora es menor que la de los frotadores de la transmisora, podrá darse el caso de que la corriente de la pila citada penetre en el contacto anterior al que le corresponda, y la señal recibida también será distinta a la transmitida. Para evitar que esto pueda ocurrir, se sincroniza

el movimiento de los aparatos de las dos estaciones, en la siguiente forma :

En una de ellas, llamada *corregida*, se le da al motor del distribuidor mayor velocidad que la que en la otra, que se denomina *correctora*. Cada distribuidor tiene, en la 2.<sup>a</sup> corona, dos contactos, que sirven para esta corrección. En la estación correctora, uno de estos contactos comunica con la pila de trabajo, y el otro con la de reposo, y en la corregida, ambos contactos están en comunicación con el relevador. En cada vuelta, al pasar el frotador *F* (fig. 142) por el contacto de la pila de trabajo, recoge su corriente y la transmite a la 5.<sup>a</sup> corona, y, por tanto, a la línea, por la que llega a la estación corregida. En ésta, pasa de la 5.<sup>a</sup> corona al contacto correspondiente de la 2.<sup>a</sup> y al relevador, el cual, al funcionar, cierra el circuito de la pila de aparato, cuya corriente es recogida por el frotador *F''* y pasada a un contacto de la 1.<sup>a</sup> corona llamado contacto móvil. El contacto móvil comunica con las bobinas de un electroimán llamado *electro-corrector*, cuya armadura, al funcionar, produce el retardo del movimiento de giro del eje portafrotadores del distribuidor de la estación corregida.

En tanto que se conserva el sincronismo entre los dos distribuidores corresponsales, la corriente de corrección reexpedida por el relevador entra en el contacto móvil durante un tiempo insuficiente para que pueda funcionar el electro-corrector, pero en cuanto los frotadores de la estación corregida se adelantan, la entrada de corriente es suficiente para provocar el movimiento de la armadura del electro-corrector, y, por consiguiente, para poner en movimiento el sistema corrector. El punto del contacto móvil, a partir del cual la entrada de corriente es suficiente para determinar el funcionamiento del electro-corrector, se llama *punto de referencia del contacto móvil*.

3.º La 3.<sup>a</sup> corona de los distribuidores tiene un contacto al que se propaga la corriente de la pila local, en comunicación con la 6.<sup>a</sup> corona, al pasar sobre él el frotador *F'* (fig. 142). Dicha corriente va desde el citado contacto a un electroimán llamado electrofreno, situado en el traductor de la propia estación, cuya armadura acciona una zapata que frena el eje donde van montados los discos de trabajo y reposo y las ruedas de impresión y de tipos. La corriente sólo puede pasar

a la bobina del electrofreno cuando una excéntrica montada sobre el eje del traductor cierra un contacto interpuesto en el circuito. Cuando la velocidad del traductor respecto a la del distribuidor de su estación es excesiva, la excéntrica mantiene el contacto durante más tiempo que cuando no lo es, con lo que la corriente actúa también más tiempo, y el frenado es más intenso.

194.—La figura 147 representa el esquema de las conexiones de una estación corregida Baudot, montada en dúplex, con dos manipuladores,  $M_1$   $M_2$ , y dos traductores,  $T_1$   $T_2$ .

El distribuidor consta de seis coronas, conteniendo :

1.<sup>a</sup> *Corona* : Contactos 1, 2, 3, 4 y 5, correspondientes al traductor  $T_1$  y 6, 7, 8, 9 y 10 del traductor  $T_2$ . Contacto móvil  $C$ .  $M.$ , del electro-corrector  $E$   $C$  del distribuidor

2.<sup>a</sup> *Corona* : Contactos 1, 2, 3, 4 y 5, correspondientes al manipulador  $M_2$  y 7, 8, 9, 10 y 11 al  $M_1$ . Contactos 12 y 13, para recibir las corrientes positiva y negativa de corrección. Contacto 6, para compensar el tiempo perdido entre la transmisión y la recepción en la misma estación.

3.<sup>a</sup> *Corona* : Contactos  $C$  de los electroimanes de cadencia y desenclavamiento de los manipuladores. Contactos  $F$  de los electrofrenos de los traductores.

4.<sup>a</sup> *Corona* : Continua, para la pila de aparato, cuyo circuito interrumpe el relevador  $R$ .

5.<sup>a</sup> *Corona* : Continua, en comunicación con la línea.

6.<sup>a</sup> *Corona* : Continua, para la pila local.

Cada estación necesita cuatro pilas distintas, que son : la de aparato, la local, la de corrientes positivas o de trabajo y la de corrientes negativas o de reposo.

En la figura están representadas seis bornas : a la  $T$  se empalma el hilo de la tierra ; a la  $PL$ , un reóforo de la pila local ; a la  $PA$ , uno de la pila de aparato ; a la  $--$ , el reóforo negativo de la pila de reposo ; a la  $+$ , el positivo de la de trabajo ; por último, a la borna  $L$  se une la línea.

El conmutador  $C_1$  está en posición de recepción, y el  $C_2$  en posición de transmisión. Así, el telegrafista de la estación, debería trabajar con el manipulador  $M_2$ .

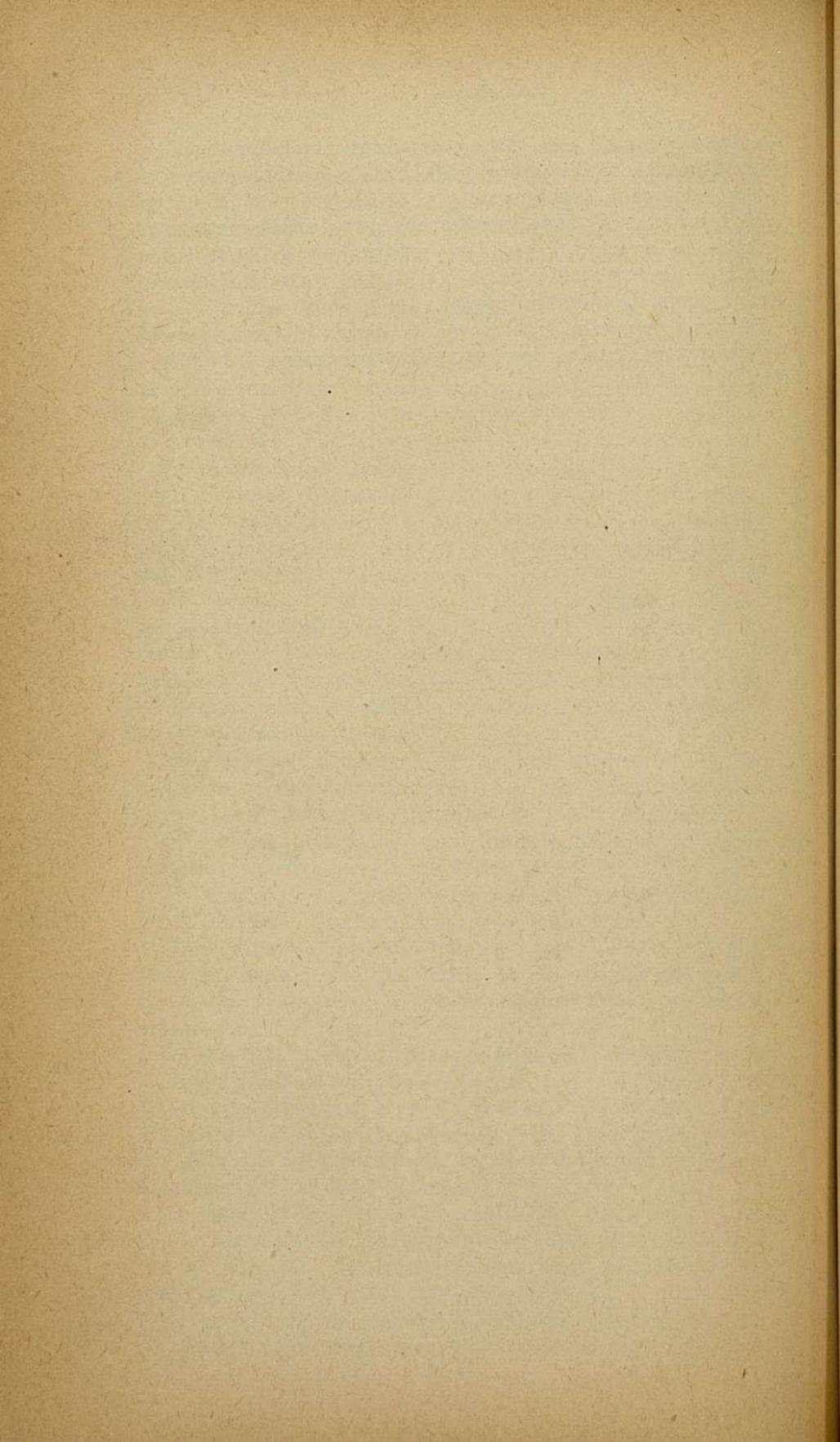
$T_1$  y  $T_2$  son los traductores correspondientes a cada sector del distribuidor, en cada uno de los cuales se

han representado los cinco electro-encarriladores correspondientes a las cinco palancas buscadoras, necesarias para cada combinación, y el electrofreno *E*, *F*.

El relevador *R* tiene tres bornas que comunican con la pila de aparato, con los manipuladores, con los contactos de corrección de la 2.<sup>a</sup> corona y con la línea, para obtener la autorrecepción.

Fácilmente puede seguirse en la figura el camino de las corrientes, en los dos casos de transmisión y recepción.

---



## CAPITULO XXI

### ANORMALIDADES EN LA TRANSMISIÓN

195.—*Causas que las producen.* 196.—*Modo de manifestarse las averías de naturaleza eléctrica.* 197.—*Localización de averías.* 198.—*Determinación de la distancia a que se encuentra en la línea una interrupción* 199.—*Localización de una derivación de la línea a tierra.* 200.—*Medida de la resistencia de una toma de tierra.* 201.—*Determinación del punto de cruce entre dos hilos.* 202.—*Pruebas diarias del estado de transmisión.*

195.—La transmisión telegráfica puede entorpecerse y hasta hacerse imposible, por efecto de diversas causas, que pueden agruparse como sigue:

- 1.º Variaciones en el estado eléctrico o higrométrico (humedad) de la atmósfera.
- 2.º Corrientes eléctricas producidas en la superficie terrestre (corrientes telúricas).
- 3.º Averías producidas en las estaciones.
- 4.º Averías producidas en las líneas.

En tiempo de tormenta, los rayos originados por la perturbación del estado eléctrico de la atmósfera, pueden crear en las líneas telegráficas, sobre todo en las aéreas, corrientes de alta tensión peligrosísimas, bien directamente, por caer sobre aquéllas, o ya por el fenómeno de la inducción. Los efectos perjudiciales de estas corrientes atmosféricas se evitan con los pararrayos, que deben colocarse a la entrada de todas las estaciones, y aislando éstas de la línea, poniendo sus extremos directamente a tierra, por medio de conmutadores.

Las planchas de tierra, en contacto con el terreno húmedo, pueden dar origen a fuerzas electromotrices que modifiquen las producidas por las pilas de las estaciones, perturbando así la transmisión.

La diferencia de potencial entre las tomas de tierra

de dos estaciones de la línea, origina una *f. e. m.* que, en determinados casos, pueden también ser suficiente a perturbar la transmisión. Sus efectos pueden evitarse colocando condensadores en serie con la línea o instalando un hilo de vuelta.

El aumento de humedad en la atmósfera ocasiona disminución en el aislamiento de las líneas, pues la película de agua formada en la superficie de los aisladores que soportan los hilos, establece derivaciones a tierra en cada poste.

Las averías en las estaciones pueden clasificarse en los tres grupos siguientes :

1.º *De naturaleza mecánica*, a saber: aumento de rozamiento de los órganos móviles, producido por falta de limpieza o de engrase y por oxidación; falta de limpieza o deficiencia de ajuste en los contactos; excesiva o escasa extensión de movimiento en las armaduras de los electroimanes; tensión excesiva o insuficiente de los muelles antagonistas o rotura de alguno de éstos.

2.º *De naturaleza eléctrica*: contactos imperfectos ocasionados por el polvo y la oxidación; faltas de aislamiento; rotura de los hilos de conexión o de los de las bobinas de los electroimanes; oxidaciones en las planchas de tierra; inducción producida por los hilos de otro aparato.

3.º *De naturaleza magnética*: debilitamiento de la imanación de los imanes permanentes en los electroimanes polarizados; magnetismo remanente de los núcleos de los electroimanes. Para remediar el primer inconveniente se imanar los imanes por medio de otro imán o de un electroimán. Para el segundo se recalientan los núcleos a fuego de carbón, dejándolos enfriar lentamente.

Las averías en las líneas son de naturaleza eléctrica y reconocen como causas las mismas señaladas para las de igual clase de las estaciones; reciben las denominaciones que siguen: *Interrupción total*, cuando se trata de la rotura de un hilo; *interrupción parcial*, cuando se produce por un contacto imperfecto, que corta intermitentemente el circuito; *derivación*, la debida a efectos de aislamiento; *contacto*, cuando se tocan los hilos de distintas líneas o los distintos hilos de una línea o una estación; *aumento de resistencia* producido por oxidaciones que disminuyen la sección de los hilos o por empalmes defectuosos; *inducción*

ocasionada por la corriente que recorra una línea telegráfica, telefónica o industrial próxima a la línea de que se trata.

**196.**—Todas las averías de naturaleza eléctrica se manifiestan por fenómenos que permiten reconocerlas.

Las interrupciones totales se identifican por la inmovilidad de la aguja del galvanoscopio de la estación, tanto al transmitir como al recibir.

Las interrupciones parciales producen la falta de circuito al transmitir y recibir, sólo en momentos determinados.

Cuando exista una derivación entre dos estaciones, cada una de ellas notará exceso de circuito al transmitir y debilidad al recibir.

Los contactos intermitentes se caracterizan por oscilaciones momentáneas de la aguja del galvanoscopio, cuando el receptor de la estación está en reposo, y por signos ininteligibles, recibidos en determinados momentos en dicho receptor, si está funcionando. Cuando el contacto es permanente, se producirán en el receptor signos ininteligibles si está funcionando, o podrán recibirse en la estación despachos dirigidos a otra. Los contactos con una línea de alta tensión producirán los mismos efectos perjudiciales que las corrientes atmosféricas debidas a las tormentas.

Los aumentos de resistencia se traducen en oscilaciones de la aguja del galvanoscopio menores que las ordinarias.

Las inducciones pueden producir análogos efectos que los contactos.

**197.**—En cuanto se observa una avería de naturaleza eléctrica, ha de averiguarse si está en la estación o en la línea. Para ello, lo primero que debe hacerse es desempalmar el hilo de línea de la borna correspondiente; después, según la clase de avería manifestada, así se procede. Si se ha producido una interrupción total o parcial, se empalma a la borna de pila un hilo auxiliar y con él se cierra el circuito interior de la estación, uniéndolo a la borna de línea, con lo cual, si la avería no está en aquélla, deberá funcionar el receptor al accionar el manipulador. Lo mismo se hace cuando la avería producida es un contacto o una inducción, debiendo funcionar normalmente el receptor, al accionar el manipulador, si la avería no está dentro de la estación.

En caso de señalarse una derivación, se averigua si está dentro o fuera de la estación, teniendo desempalmado el hilo de línea, prescindiendo del hilo auxiliar utilizado para las demás averías, y accionando el manipulador; si la aguja del galvanoscopio oscila, la avería se encuentra en el interior de la estación.

Antes de procederse a las anteriores pruebas, debe efectuarse el examen de la pila, del galvanoscopio y de la toma de tierra. La pila se comprueba con un galvanómetro o con un timbre, en la forma que ya se explicó en el número 144, el galvanoscopio, uniendo a sus bornas los reóforos de una pila; la toma de tierra como se explicó en el número 145.

Una vez comprobado que la avería se halla en el interior de la estación, basta generalmente el examen minucioso de todas sus conexiones para encontrar el punto donde se ha producido; en caso contrario, se va tocando con el terminal del hilo unido a la borna de pila, intercalado previamente un galvanómetro, en distintos puntos del circuito interior de la estación. Las oscilaciones de la aguja imanada señalarán los puntos entre los que se encuentre la avería.

**198.**—Cuando el examen detallado de la estación indica que la avería se encuentra en la línea, puede ser conveniente, antes de enviar las cuadrillas de obreros a recorrerla, fijar aproximadamente desde las estaciones extremas el punto de la avería; tal ocurre en las líneas subterráneas y en trozos excesivamente largos o de difícil recorrido de las aéreas.

Una vez obtenida esta localización aproximada, se fija exactamente el lugar de la avería recorriendo el trozo de línea marcado por dicha localización, para lo cual suelen disponerse, de trecho en trecho, postes con un dispositivo especial para derivar en ellos la línea a tierra.

Los procedimientos generalmente seguidos para obtener la citada localización, se reducen a determinar la resistencia o la capacidad de la línea con avería, y compararla con la total de la línea en estado normal.

Si la avería producida es una interrupción total, puede efectuarse la localización por el procedimiento explicado en el número 153, pero por ser poco exacto suele recurrirse a medir, desde la estación, la capacidad del trozo de línea comprendido entre ella y el lugar de la avería, y compararla con la de toda la línea en estado normal, y la relación entre ambas ca-

pacidades será igual a la que exista entre la longitud del trozo comprendido entre la estación y el lugar de la avería y la total de la línea.

Ejemplo: Sea una línea de 8.000 metros de longitud y 50 microfaradios de capacidad (12); medida la capacidad del trozo de línea comprendido entre la estación y el lugar de la avería, resulta de 30,5 microfaradios; llamando  $x$  a la longitud de dicho trozo se verificará:

$$\frac{30,5}{50} = \frac{X}{8.000}$$

de donde

$$X = \frac{8.000 \times 30,5}{50} = 4.880 \text{ metros,}$$

y esta es, por lo tanto, la distancia a que se encuentra de la estación la avería.

Para medir la capacidad del conductor, se sueltan sus extremos en ambas estaciones, manteniendo aislado uno de ellos y uniendo el otro a un galvanómetro que, a su vez, lo está con el polo positivo de una pila que tiene el negativo puesto a tierra (fig. 103).

Al principio se observa una desviación de la aguja del galvanómetro, producida por la corriente de la pila, desviación que, al cesar, indica que el conductor ha alcanzado el mismo potencial que la pila y no admite más carga (8). Inmediatamente se desemborna la pila del galvanómetro y se lleva este a tierra manteniéndolo unido a la línea; ésta se descargará entonces, y la corriente de descarga será acusada por el galvanómetro. Si dicho aparato está preparado para medir la cantidad de electricidad que pasa por él, fácil será averiguar la capacidad del conductor, dividiendo dicha cantidad de electricidad expresada en culombios, por la tensión o voltaje de la pila, medida en voltios (12). Así, por ejemplo, si el voltaje de la pila es de 16 voltios y el galvanómetro ha acusado en la descarga el paso de 0,00025 culombios, o 250 microculombios, la capacidad del conductor será

$$\text{de } \frac{0,00025}{16} = 0,00001562 \text{ faradios, o } 15,62 \text{ microfaradios.}$$

Para mayor exactitud suelen anotarse las capacidades obtenidas con la corriente de carga y con la de descarga, tomando para capacidad del conductor la semisuma de ambas.

Para efectuar las anteriores medidas es preciso pre-

parar antes el galvanómetro para que pueda acusar el número de culombios que pasan por él; para ello se carga un condensador, de capacidad conocida, con una pila cuyo voltaje también sea conocido, y descargándolo a través del galvanómetro, se observa el número de divisiones de éste que comprende la oscilación de la aguja. Sea, por ejemplo, un condensador de 5 microfaradios cargado con una pila de 20 voltios. Al descargarlo a través del galvanómetro, pasará por éste una cantidad de electricidad igual a  $5 \times 20 = 100$  microculombios; luego si la desviación de la aguja ha sido de cinco divisiones del galvanómetro, cada una de ellas medirá 20 microculombios, con lo que estará ya graduado aquel aparato. Este procedimiento es más exacto para las líneas de cable subterráneas que para las aéreas, por ser mayor la capacidad de aquéllas.

199.—Cuando la avería consiste en una derivación de la línea a tierra, puede localizarse el punto de la avería del modo siguiente:

Se considerarán los casos en que las estaciones extremas puedan o no comunicarse por otro procedimiento o por otra línea.

En el primero de ellos se aísla la línea sucesivamente en una y en otra de las estaciones. Aislando en *B* (fig. 148), se mide la resistencia del aislamiento de la línea, que será la suma de la del trozo comprendido entre la estación *A* y el punto de avería, la de la toma de tierra de la estación *A* y la de la toma de tierra de la derivación en la línea.

Llamando  $R'$  a la resistencia de aislamiento medida,  $r_1$  a la del trozo de línea cuya longitud se quiere averiguar y  $ra$  y  $rd$  a las de las tomas de tierra, se verificará:

$$R' = r_1 + ra + rd$$

Aislando después el extremo de la línea correspondiente a la estación *A*, y embornando de nuevo el de la estación *B* (fig. 149), se mide desde ésta la resistencia de aislamiento de la línea, que será igual a la suma de la resistencia  $r_2$  del trozo de línea  $l - x$ , y las  $rd$  y  $rb$  de las tomas de tierra  $td$  y  $tb$ ; se tendrá, por tanto:

$$R'' = r_2 + rb + rd$$

y siendo  $R$  la resistencia de aislamiento de toda la línea en estado normal :

$$r_2 = R - r_1 \text{ y } R'' = R - r_1 + r_b + r_d$$

de donde resultará para el valor de  $r_1$  la fórmula :

$$r_1 = \frac{R + R' - R'' - r_a + r_b}{2}, \text{ o bien}$$

$$r_1 = \frac{R + R' - R''}{2}$$

suponiendo igual la resistencia de las tomas de tierra  $ta$  y  $tb$ , lo cual puede ser suficientemente exacto cuando el terreno en ambas tomas es análogo.

Cuando ambas estaciones no puedan comunicarse entre sí el resultado de sus medidas, puede localizarse la avería con las obtenidas en una de ellas. Suponiendo que sea la estación  $A$  la que las haga, y representando las resistencias por las mismas letras del caso anterior, se tendrá :

$$R' = r_1 + r_a + r_d,$$

y suponiendo a  $rd = ra$  :

$$R' = r_1 + 2ra \text{ y } r_1 = R' - 2ra.$$

Conocida la resistencia de aislamiento  $r_1$  del trozo de línea comprendido entre la estación  $A$  y el punto de la avería, fácil es determinar la longitud de dicho trozo; basta para ello aplicar el procedimiento del párrafo 153. Ejemplo: Si la resistencia de aislamiento de toda línea, en estado normal, es de 180.000.000 ohmios o 180 megohmios, y el valor obtenido para  $r_1$  es de 50 megohmios, la relación entre ambas cantidades será la misma que la que exista entre la longitud total de la línea y la del trozo comprendido entre la estación  $A$  y el punto de avería. Se tendrá, por tanto :

$$\frac{180}{50} = \frac{l}{X}, \text{ de donde } X = \frac{50 l}{180}$$

y si la longitud total de la línea es  $l = 12$  kilómetros :

$$X = \frac{50 \times 12}{180} = 3,333 \text{ kilómetros}$$

200.—En el número anterior se presenta el proble-

ma de la medida de la resistencia de una toma de tierra, el cual se resuelve como sigue:

Sea  $tx$  la tierra cuya resistencia quiere medirse. En sus proximidades se toman otras dos  $ty$  y  $tz$  (fig. 150), uniéndolas, como indica la figura, por hilos de resistencia despreciable, y se miden sucesivamente las resistencias:

$$R' = rx + ry$$

$$R'' = ry + rz$$

$$R''' = rz + rx$$

de donde resulta para  $rx$  el valor  $\frac{R' + R''' - R''}{2}$

Ejemplo: Efectuadas las medidas de las resistencias que resultan de unir las dos tierras auxiliares con aquella cuya resistencia se desea obtener, se han encontrado los siguientes resultados:

$$R' = 495 \text{ ohmios,}$$

$$R'' = 488 \text{ ohmios,}$$

$$R''' = 483 \text{ ohmios,}$$

por lo que el valor de la resistencia desconocida será:

$$rx = \frac{R' + R''' - R''}{2} = \frac{495 + 483 - 488}{2} = 245 \text{ ohmios.}$$

**201.**—Cuando la avería es un contacto del hilo telegráfico con otro cualquiera, y se ha localizado ya en la línea, puede deducirse, por las perturbaciones que produzca en la estación, si dicho contacto tiene lugar con una línea de transporte de energía, con una telefónica o eléctrica que la cruce o con alguno de los hilos que vayan colgados de los mismos postes de que lo está la línea telegráfica que se examina.

En los dos primeros casos fácil será averiguar el punto de contacto, teniendo en cuenta las líneas de cada especialidad que crucen a la que se considera; en el último, la determinación del punto de contacto se efectúa de la siguiente manera:

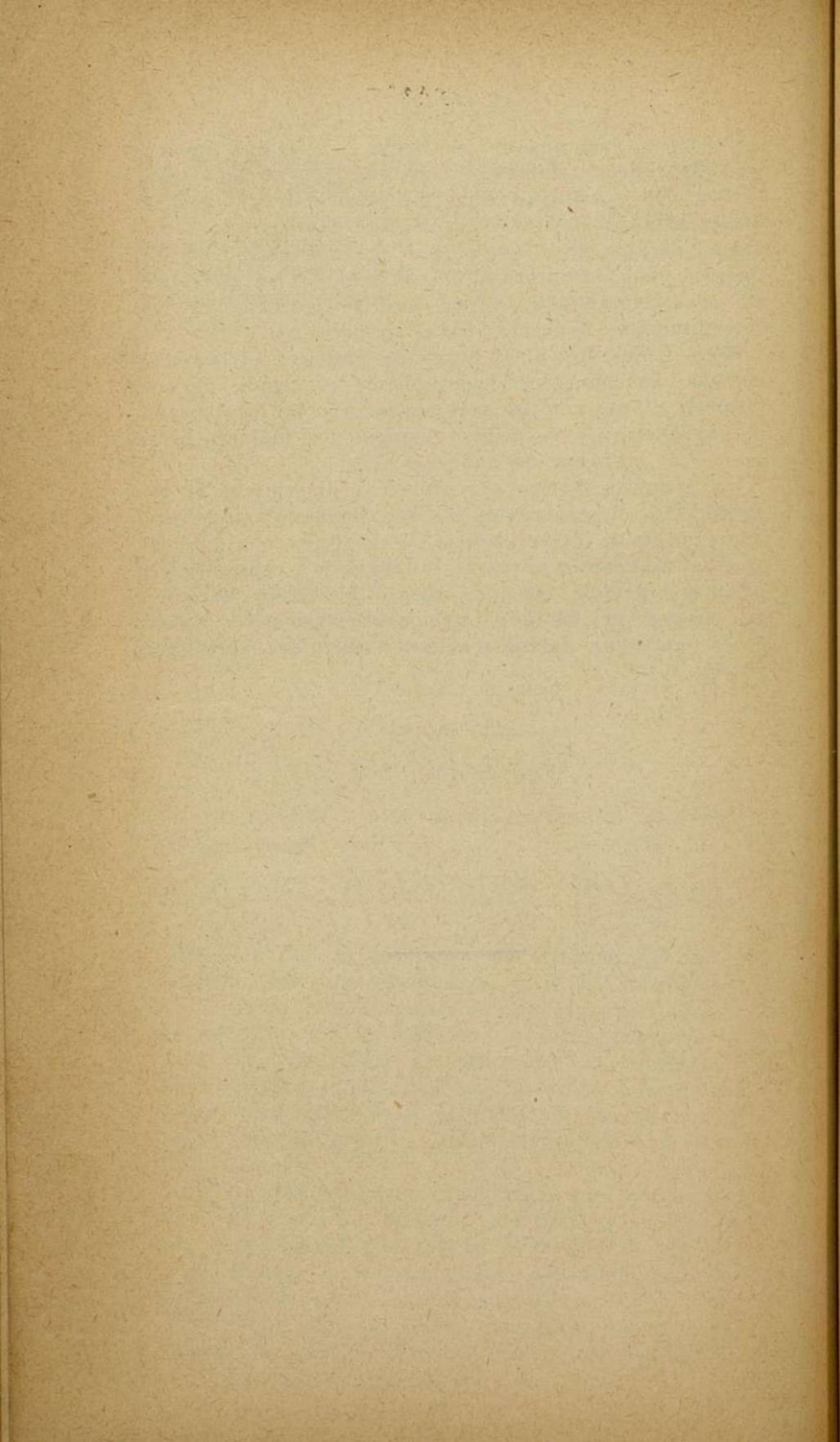
Sea 1 (fig. 151) la línea telegráfica que une las estaciones  $A$  y  $B$ , y sobre la que quiere localizarse el

contacto, *C*, con una de las líneas 2 y 3, que pueden ser telegráficas también o constituir un circuito telefónico. En cuanto se tiene la seguridad de que la avería está en la línea, se circulan las oportunas órdenes para poner a tierra, por sus dos extremos, las líneas 2 y 3, y entonces el contacto, *C*, se convierte en una derivación a tierra, que se localiza por los procedimientos expuestos en el número 199.

**202.**—Todos los días, antes de empezar el servicio en una estación, debe comprobarse el estado de sus hilos de línea, con lo cual se facilita la localización de las averías y se pueden escoger los mejores hilos para los aparatos de más servicio.

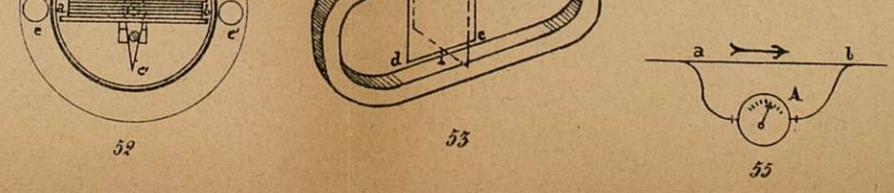
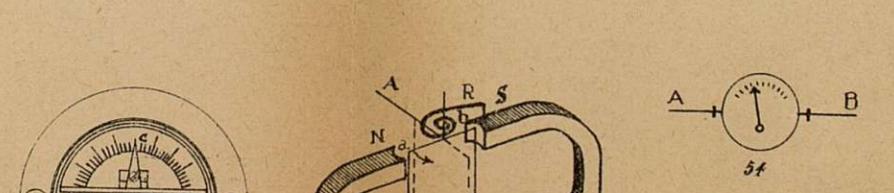
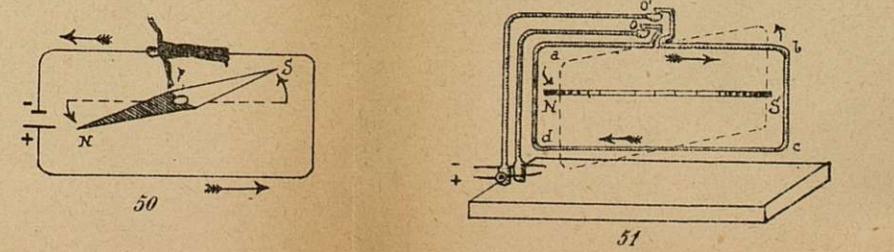
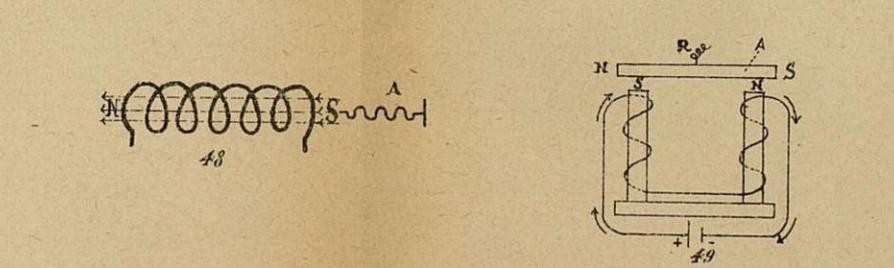
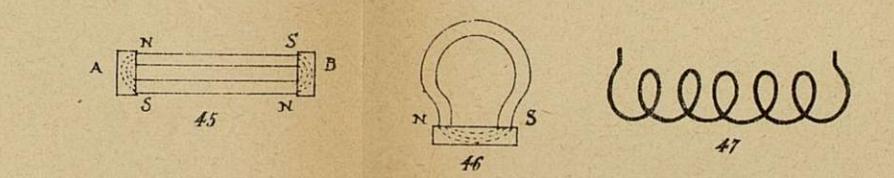
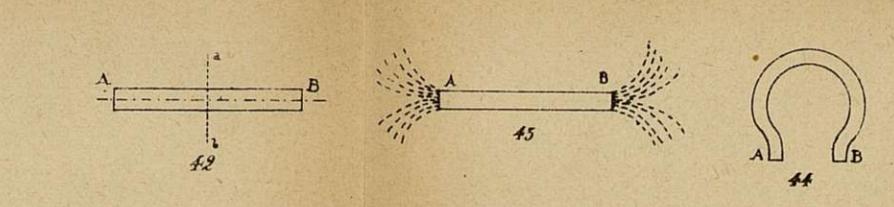
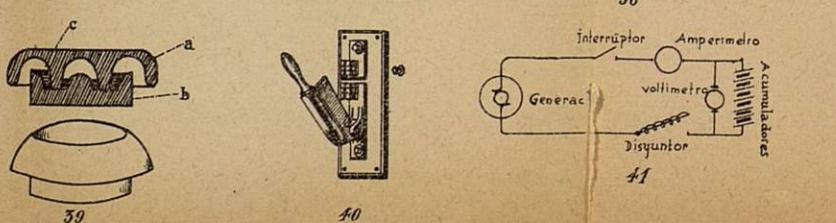
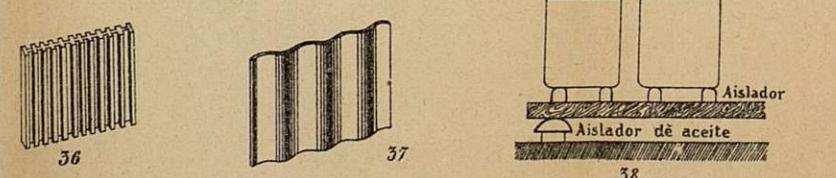
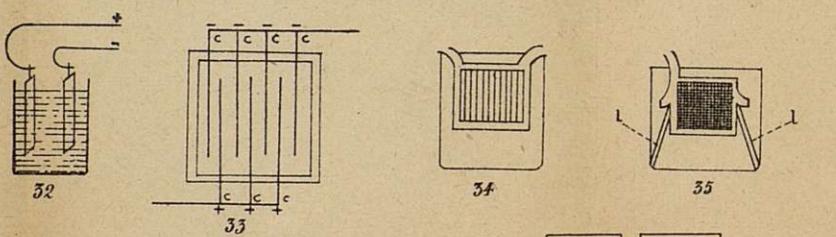
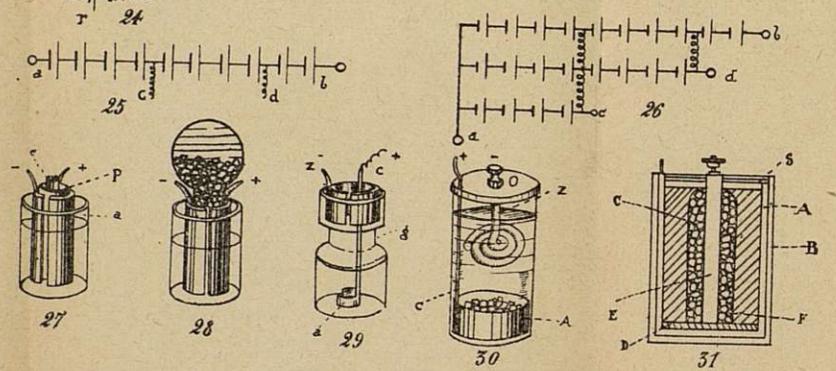
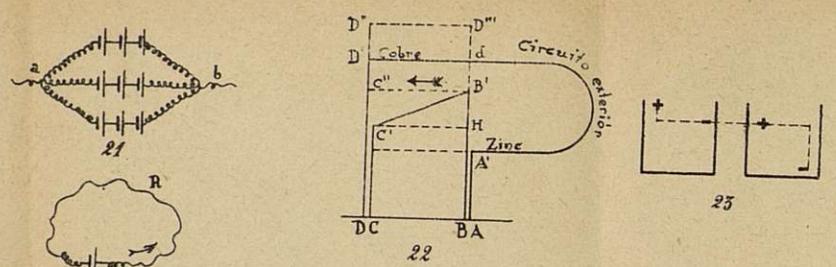
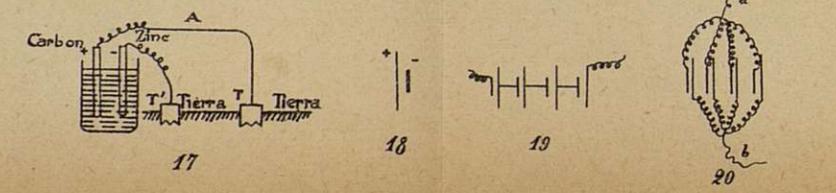
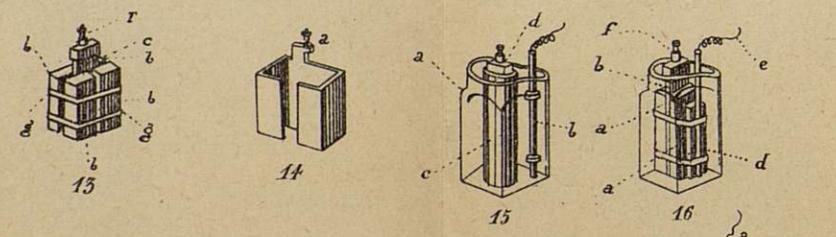
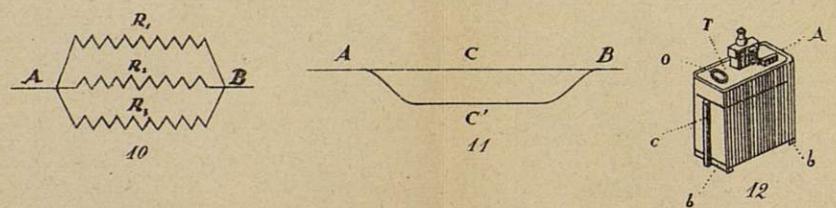
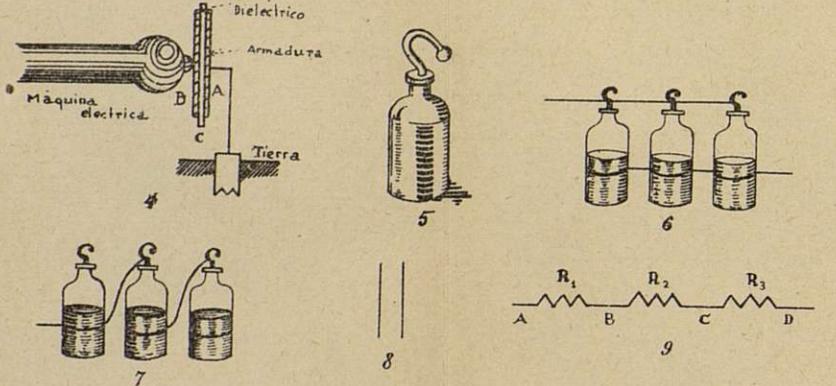
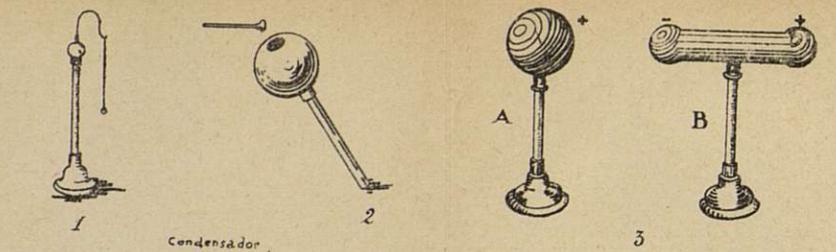
Las pruebas diarias se reducen a determinar la resistencia y el aislamiento de las líneas. Para lo primero, se mide la resistencia de la línea con sus extremos a tierra, y, para lo segundo, con uno de ellos aislado. Se consigue mayor exactitud haciendo los ensayos en las dos estaciones extremas y tomando la semisuma de los resultados obtenidos para cada prueba.

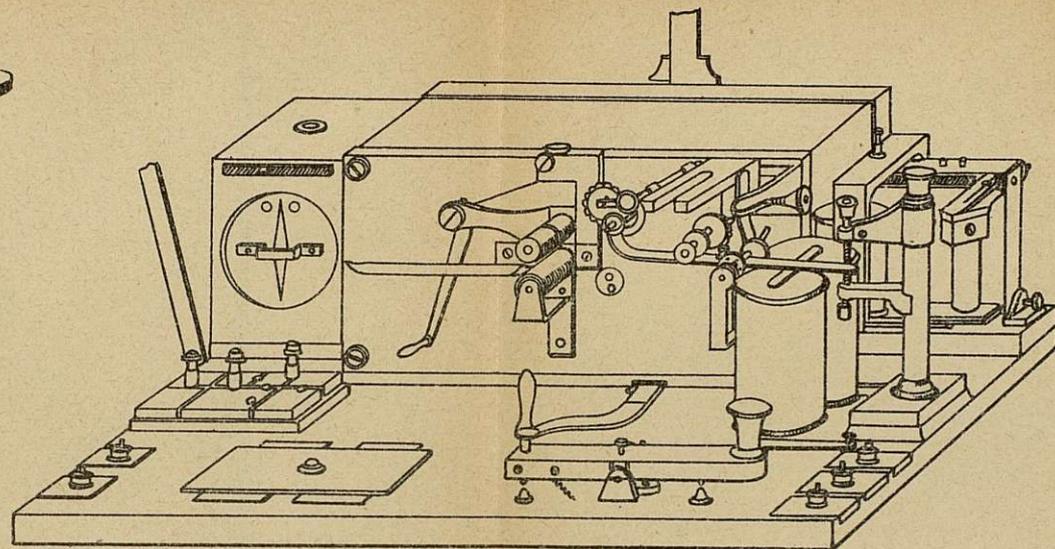
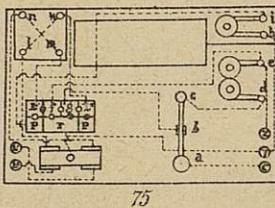
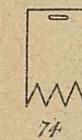
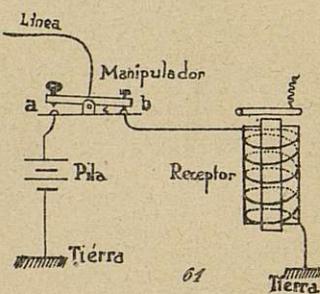
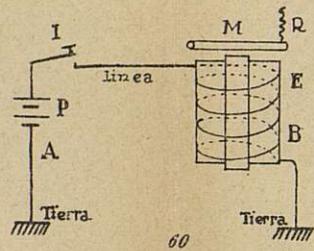
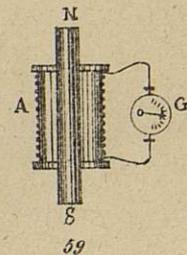
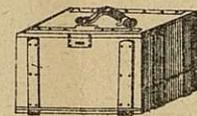
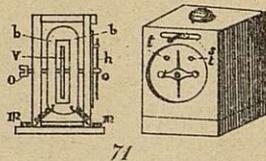
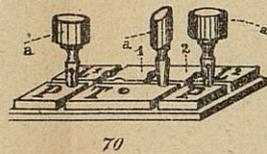
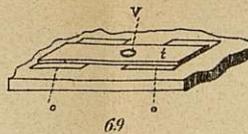
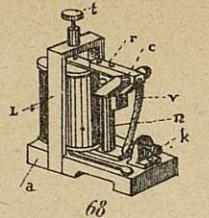
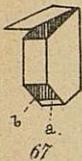
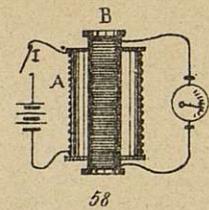
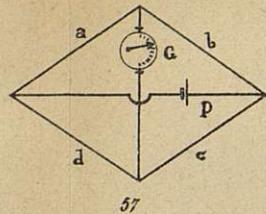
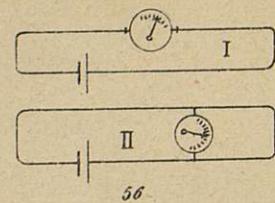
---



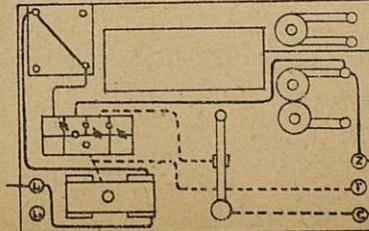
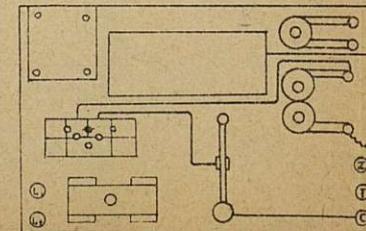
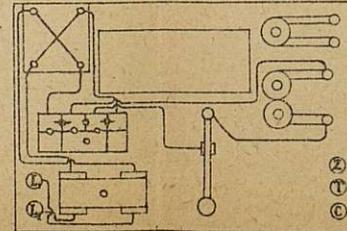
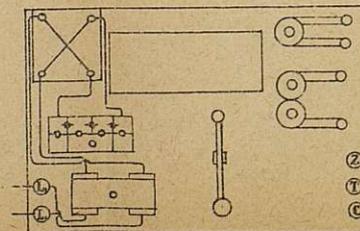
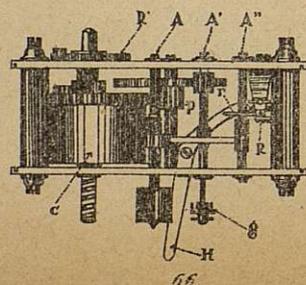
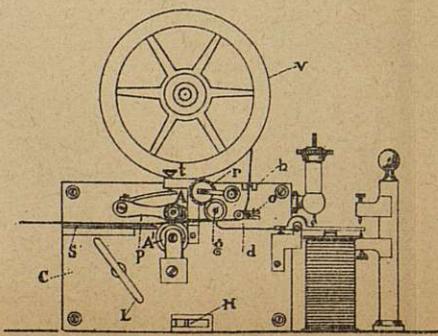
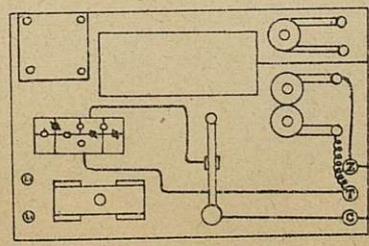
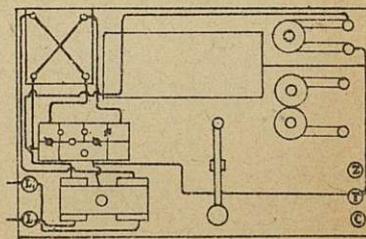
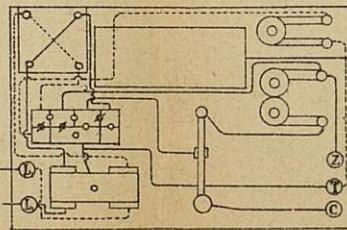
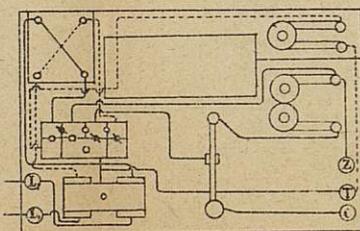
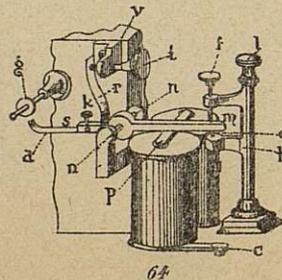
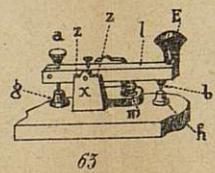
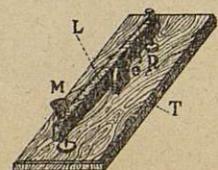
LÁMINAS







72

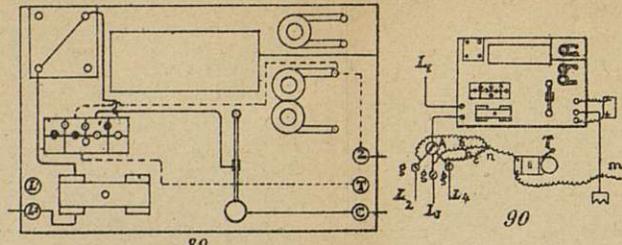


81

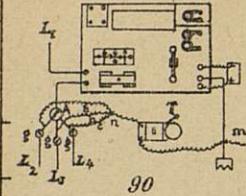
85

87

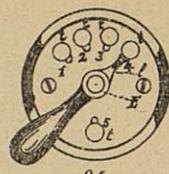
88



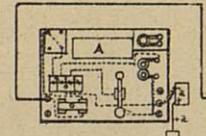
89



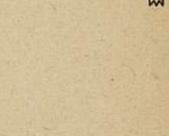
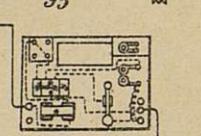
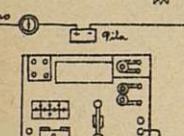
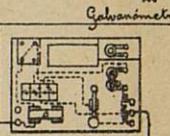
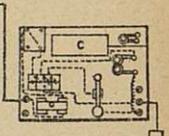
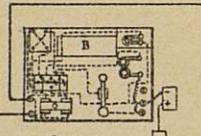
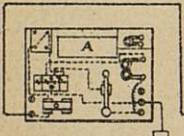
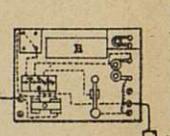
90



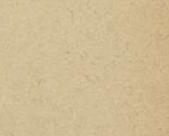
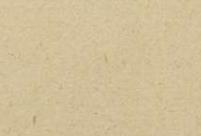
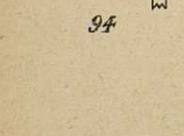
91



92



92



97

98

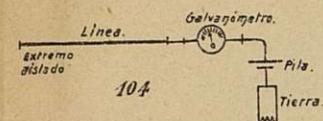
99

100

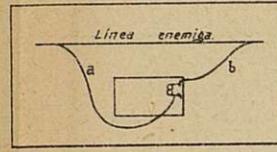
101

102

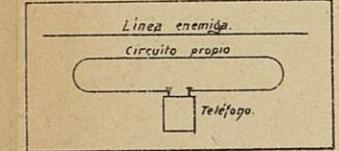
103



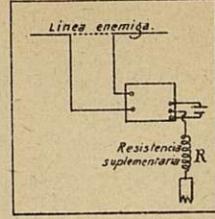
104



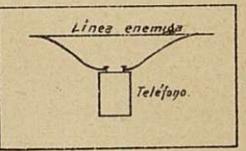
107



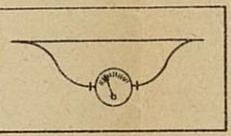
109



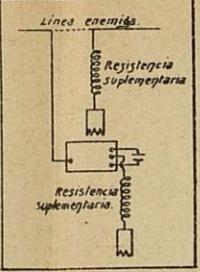
105



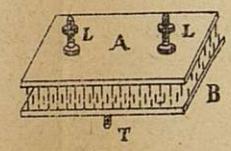
108



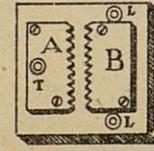
110



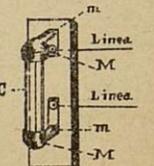
106



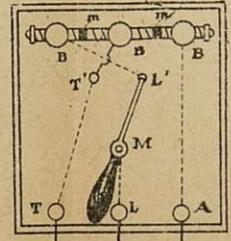
111



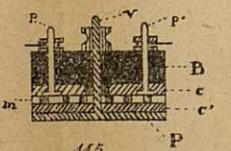
112



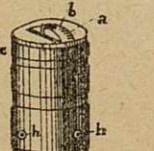
113



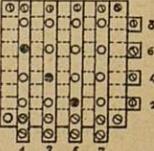
114



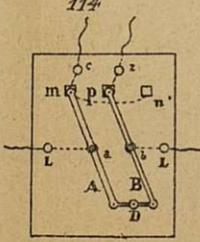
115



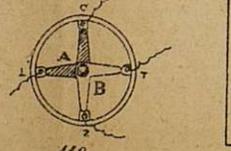
116



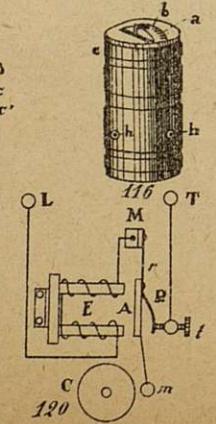
117



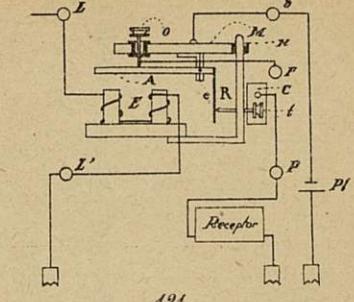
118



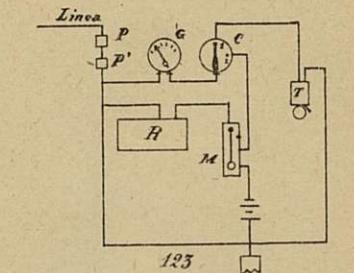
119



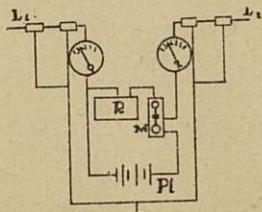
120



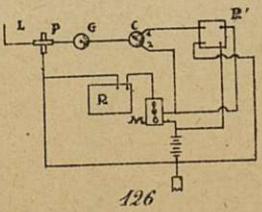
121



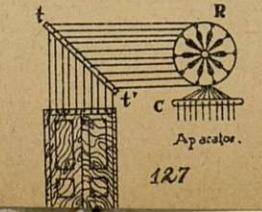
123



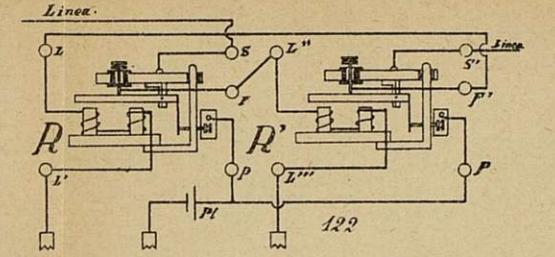
125



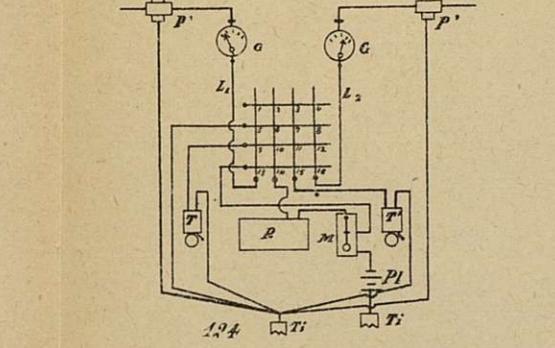
126



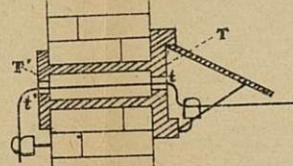
127



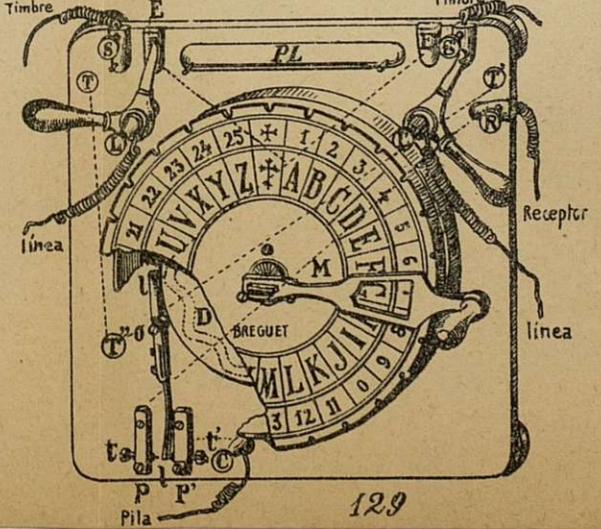
122



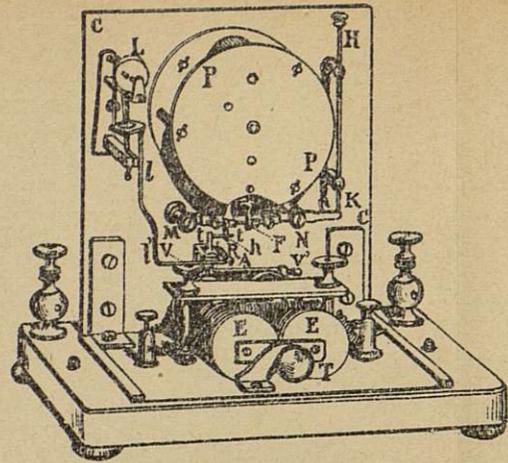
124



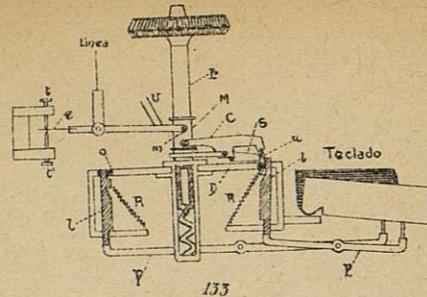
128



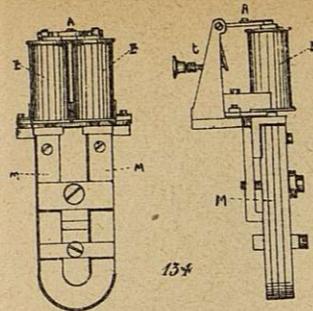
129



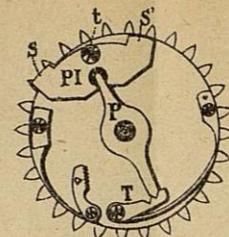
130



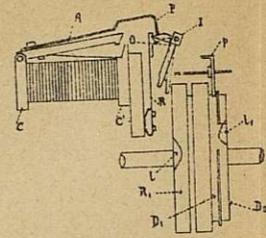
133



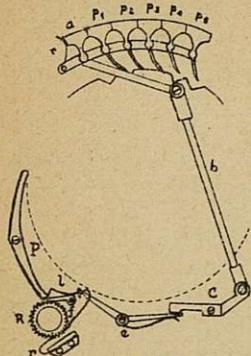
134



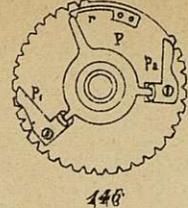
139



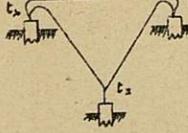
144



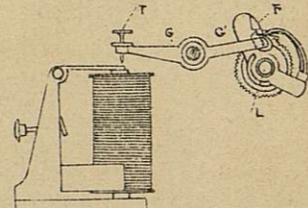
145



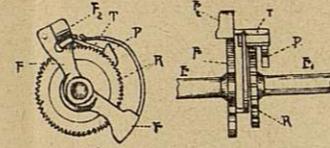
146



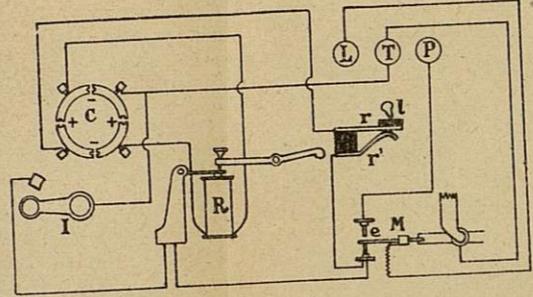
150



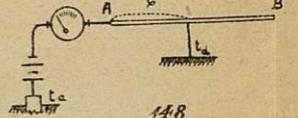
135



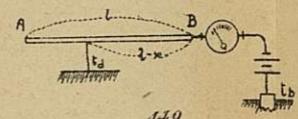
136



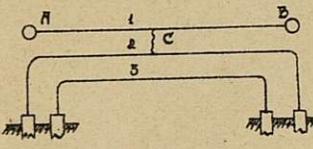
140



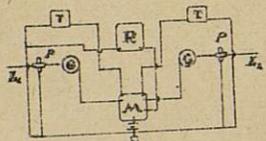
148



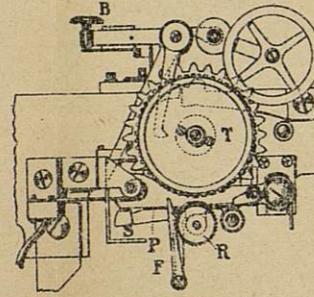
149



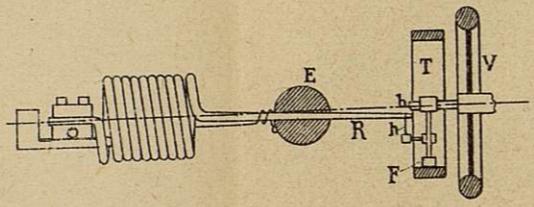
151



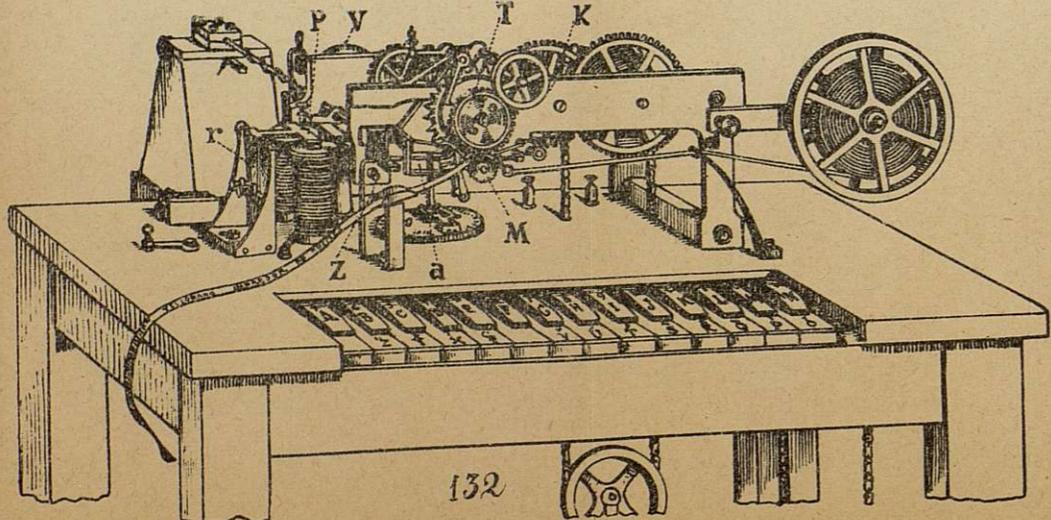
151



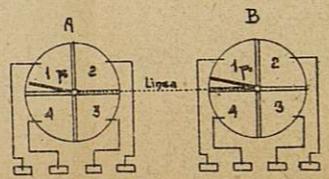
137



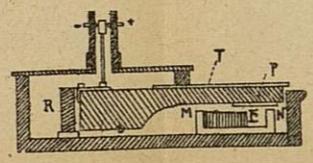
158



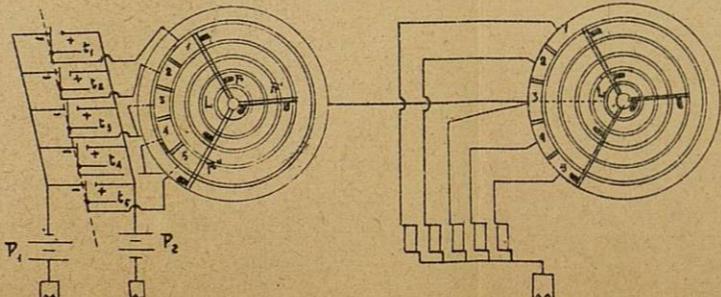
132



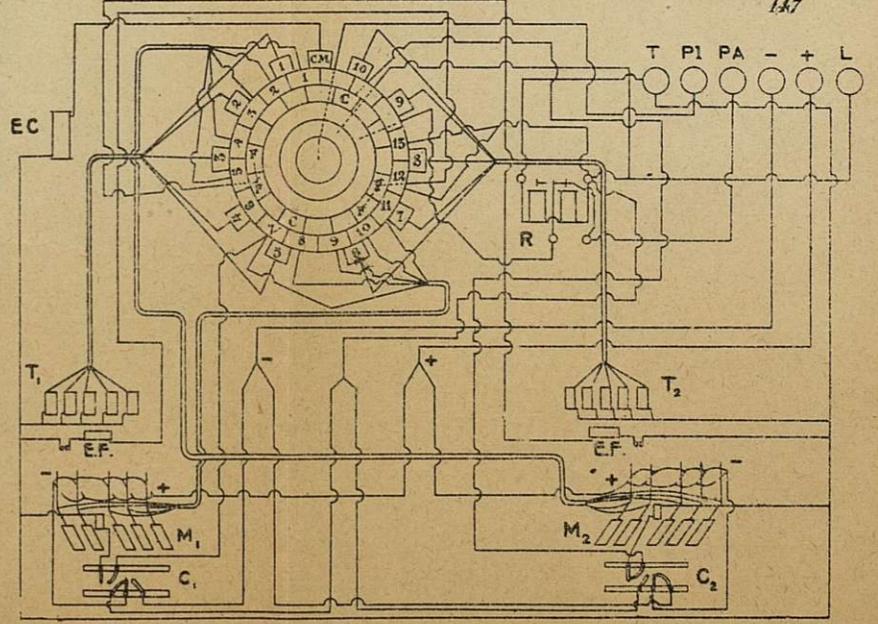
141



143



142



137



# REGLAMENTOS VIGENTES

Publicado por R. O. de 3 de diciembre de 1924 (D. O. núm. 275),  
y a la venta en el **Depósito de la Guerra.**

	Edición	Precio
<b>REGLAMENTOS GENERALES</b>		
Empleo táctico de las grandes unidades.....	1925	2,00
Servicios de Retaguardia. (Textos y Láminas).....	1925	1,75
Enlace y Servicio de transmisiones.....	1925	2,50
Organización y preparación del terreno para el combate. Tomo I, compuesto de dos volúmenes. Texto y Láminas) .....	1927	2,50
Instrucción Física. (Primera parte). Tomo I...	1927	1,25
»       »       (Segunda parte). Tomo II...	1927	0,75
»       »       (Tercera parte). Tomo III...	1927	1,00
Compendio del reglamento de instrucción física para el Ejército .....	1928	1,25
Cartilla para la instrucción Física.....	1927	0,50
Instrucción de tiro con armas portátiles. (Primera parte) .....	1926	1,25
Instrucción de tiro con armas portátiles. (Segun- da parte; Texto y Láminas.....	1927	1,25
ANEXO V.—Descripción de la Ametralladora y sus municiones .....	1927	0,75
ANEXO VIII.—Descripción de las granadas de mano y de fusil .....	1927	0,35
Servicio de remonta en campaña.....	1925	0,25
ANEXO I.—Instrucción de tiro con ametralladoras de Infantería y Caballería (Primera y Segunda parte)	1928	1,75
Reglamento de Organización y Preparación del te- rreno para el combate (Tomo I).....	1927	2,50
Idem íd. íd. (Tomo II) .....	1928	2,50
ANEXO IV AL REGLAMENTO PARA LA INSTRUCCION DE TIRO CON ARMAS PORTATILES.—Nomenclatura, descrip- ción sumaria, entretenimiento y municiones de los fusiles ametralladores modelo 1922 y ligeros, tipos I y II para Infantería, y ametralladora ligera para Caballería .....	1928	1,00
Reglamento del Servicio de Correos en campaña.	1928	0,40

## INFANTERIA

Instrucción táctica .....	1926	1,00
APENDICE VI.—Instrucciones para el manejo y empleo táctico del fusil ametrallador, Hotchkiss ligero, tipos I y II.....	1927	0,25

	Edición	Precio
ANEXO I.—Instrucción y empleo táctico de las unidades de ametralladoras .....	1926	0,75
ANEXO III.—Instrucción y empleo táctico de los carros ligeros o de acompañamiento.....	1928	0,75

**CABALLERIA**

Instrucción táctica. (Primera parte).....	1926	1,00
»           »           (Segunda parte) .....	1926	1,00
Equitación militar .....	1926	2,00
Juego del Polo militar .....	1926	1,50

**ARTILLERIA**

Instrucción táctica a pie .....	1926	1,00
»           de carreteo .....	1927	0,50
Empleo de la Aeronáutica en la observación del tiro de la Artillería y reconocimiento de objetivos...	1926	1,00
Instrucción táctica de Artillería de Montaña.....	1927	1,25
Reglamento Topográfico Artillero (Tomo I).....	1928	1,75
Idem íd. íd. (Tomo II).....	1928	1,50

**INGENIEROS**

Señales y circulación .....	1926	1,50
Personal del movimiento de trenes.....	1926	1,50
Capataz y obrero de Vía.....	1926	0,60
Reglamento para la instrucción de las tropas de Pontoneros (1. <sup>a</sup> parte) .....	1928	1,50
Id. íd. íd. (2. <sup>a</sup> parte).....	1928	1,50
Reglamento para la instrucción técnica del personal de Telegrafía Eléctrica .....	1928	1,75

**INTENDENCIA**

Instrucción táctica. (Primera parte).....	1926	1,50
»           »           (Segunda parte) .....	1926	1,50

**SANIDAD**

Instrucción de Camilleros .....		0,50
Servicio de Veterinaria en Campaña.....	1927	0,25

## REGLAMENTOS EN PREPARACION

---

Reglamento de organización y preparación del terreno para el combate.—Tomo III.....

**Anexo III al Reglamento para la instrucción de tiro con armas portátiles.—Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento del fusil, mosquetón y carabina Mauser y sus municiones.....**

**Anexo VII al Reglamento para la instrucción de tiro con armas portátiles.—Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de las máquinas de acompañamiento de la Infantería «Morteros».....**

Reglamento de puentes para el uso del Oficial de Zapadores en campaña. (Segunda edición.).....

Reglamento para la instrucción técnica del personal de Telegrafía óptica .....

**Anexo III al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña.—Descripción y manejo del material empleado en maniobras de fuerza de transporte .....**