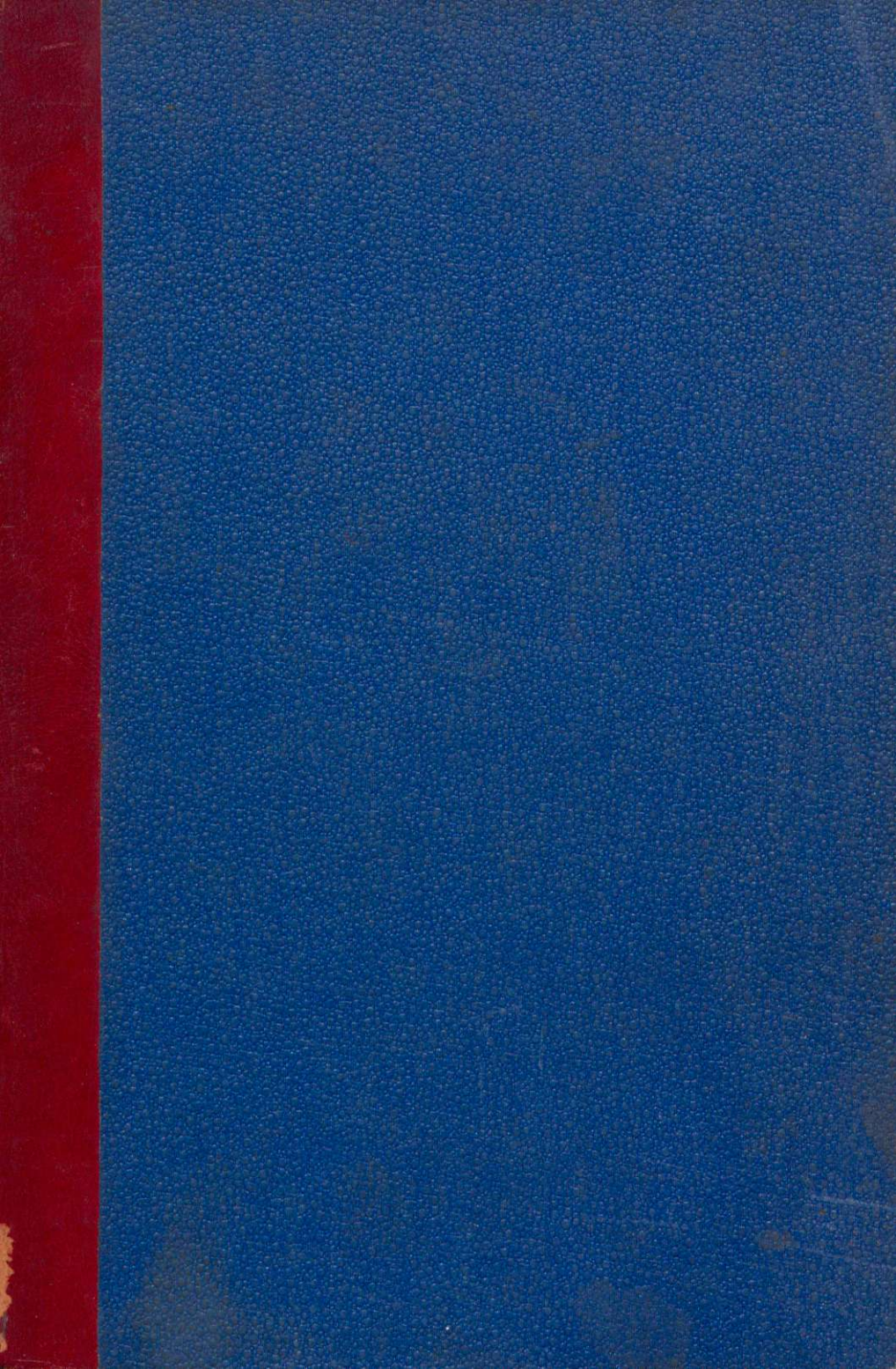




ANT

XIX

505

CARTILLA
DE
ELECTRICIDAD PRACTICA

21 mil

R 67-739



CARTILLA

DE

ELECTRICIDAD PRÁCTICA

POR

D. Eugenio Agacino y Martínez,

JEFE DE LA ARMADA

SEXTA EDICIÓN

CADIZ

TIPOGRAFÍA GADITANA
1900

PRÓLOGO

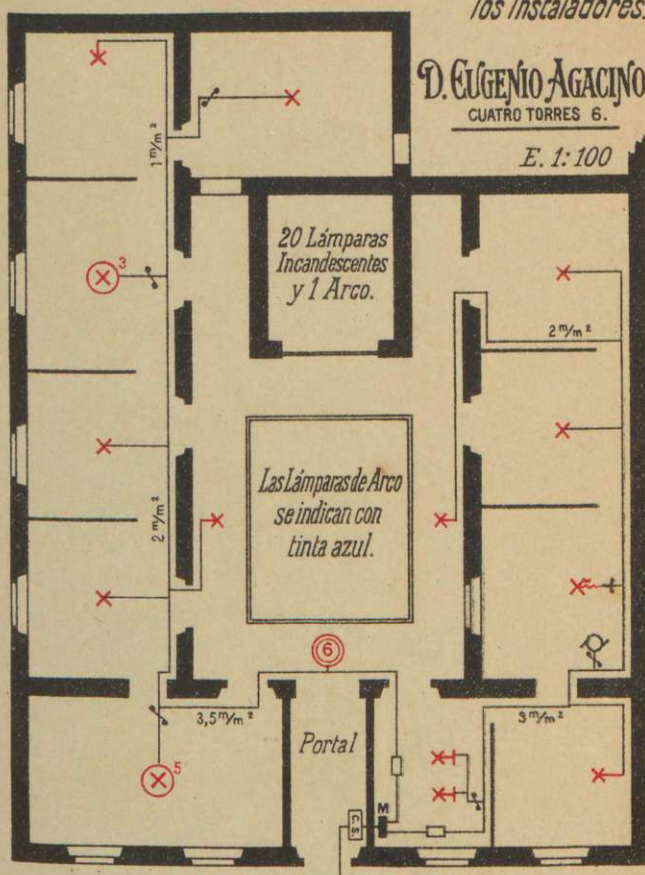
Los anteriores renglones en blanco, deben llenarse con las frases que mejor expresen los sentimientos de gratitud que hácia el público sentimos por el señalado favor con que distingue esta modesta **Cartilla**, que solo por un esfuerzo de su propia benevolencia, es considerada como libro.

lo esperamos—la inteligencia de cuanto explicarse quiere.

Apesar de que el número de páginas es ya cercano de las 400 y los grabados se han multiplicado en términos señaladísimos, dejamos á la **Cartilla** el mismo precio que en las anteriores ediciones tenía, testimoniando con ello por modo práctico, el constante deseo en corresponder al aprecio que desde hace tiempo el público concede á la pobre y humildísima labor que al mismo venimos ofreciendo.

Eugenio Agacino.

*Modelo de Proyecto de Instalación tal como deben presentarlo
los Instaladores.*



D. EUGENIO AGACINO

CUATRO TORRES 6.

E. 1: 100

— + SIGNOS CONVENCIONALES — +

- ⌋ ENCHUFE
- ⌋ INTERRUPTOR
- ⌋ CORTA-CORRIENTE
- ⌋ CORTA-CIRCUITO GENERAL
- M CONTADOR
- ⌋ ELECTROMOTOR

- × LÁMPARAS INCANDESCENTES
- × — CON SOPORTE
- × — EN CANDELABRO
- × — PORTATIL
- ⊗⁵ ARAÑA CON 5 LÁMPARAS
- ⊙ LÁMPARA DE ARCO P. 6 AMPERES

CAPÍTULO I

NOCIONES FUNDAMENTALES

Características de la electricidad.—Procedimientos para generarla.—Imanes.—Ley de Ampère.—Cuerpos buenos y malos conductores.—Circuito eléctrico.—Circulación de la corriente.—Unidades prácticas.—Abreviaturas.—Múltiplos y submúltiplos.—Ley de Ohm.—Ley de Joule.—Corrientes derivadas. Solenoides.—Electro-imanés.—Leyes de Lenz y Jacobi.

1.—PREGUNTA.—¿Qué es **electricidad**?

RESPUESTA.—Autoridades muy bien reputadas en el conocimiento de la ciencia eléctrica, nos hablan de teorías é hipótesis sobre su naturaleza ó composición y llegan á presentarnos completa analogía entre ella, la luz y el calor. Pero hasta hoy no hay una verdadera y exacta definición que sea aceptada por la generalidad.

Pero ya que no definida en su esencia, cabe al menos precisar algunos rasgos propios y típicos de la apariencia con que se nos manifiesta, suficientes para caracterizarla y permitir formarse idea aproximada de lo que es y representa.

Son estos más principalmente los siguientes:

a).—Extraordinaria rapidez en su marcha ó movimiento.

El sonido recorre 400 metros por segundo. La luz

muy cerca de 380.000 kilómetros. La Electricidad más de 400.000 en el mismo espacio de tiempo.

Para mejor apreciar lo extraordinario de esta velocidad, diremos: que si con un hilo de cobre damos la vuelta al mundo y los dos extremos del hilo los afirmamos á un manantial de electricidad, ésta tardará en recorrer los 40.000 kilómetros, longitud de la circunferencia del planeta que habitamos, el pequeñísimo espacio de tiempo medido por la décima parte de un segundo.

b).—Otro rasgo curioso de esta nueva Diosa de las Ciencias, es que nunca se pone en marcha ó movimiento sin tener asegurado un camino exento de interrupciones y que necesariamente vaya á morir ó finalizar al mismo punto de partida ú origen.

El más ligero corte ó separación en el curso del conductor por donde ha de transitar ó el no estar éste relacionado en su final con el aparato generador de la corriente, es bastante para que la electricidad no llegue á circular ó ponerse de manifiesto.

c).—Es completamente invisible.

Constituye esta singular originalidad su condición más preciada para las aplicaciones y usos industriales, al mismo tiempo que una grave dificultad para su estudio.

Si nuestro organismo fuese suficientemente apto para verla, pudiera enseñarse en las escuelas de párvulos, lo que es el *Ohm*, el *Volt* y el *Ampére*, como hoy se aprende lo que es el metro, el kilogramo y las demás unidades del sistema métrico decimal.

d).—La electricidad afecta nuestro sistema nervioso,

pudiendo llegar hasta producirnos la muerte.

Con estos cuatro rasgos que son los más salientes, puede cada cual formarse mejor concepto de esta especialísima forma que toma la energía, y en la cual cautiva verdaderamente el espíritu, ver y contemplar cómo deja pasar por un hilo de cobre de algunos milímetros de diámetro un crecidísimo número de caballos de fuerza, sin manifestación externa alguna en el hilo de este importante hecho.

2.—P.—¿Cuántas clases de electricidad hay?

R.—Dos, **estática** y **dinámica**.

La primera es, la que en estado de reposo se mantiene equilibrada en la superficie de los cuerpos, empleándose diversos procedimientos para ponerla de manifiesto.

De este género de electricidad no hemos de ocuparnos en la *Cartilla*.

La segunda, como su nombre lo indica, es la que vive en el movimiento y se propaga en forma de flujo ó corriente.

3.—P.—¿Cómo se genera ó produce la electricidad **dinámica**?

R.—Por tres medios ó procedimientos.

Por la **acción calorífica**, por la **acción química** y por **inducción**.

4.—P.—¿Cómo se produce electricidad por la **acción calorífica**?

R.—Solo á título de curiosidad, porque no es todavía este procedimiento objeto de aplicación en las industrias, presentaremos el principio en que se apoya.

Dos barras de metales diferentes, colocadas de ma-

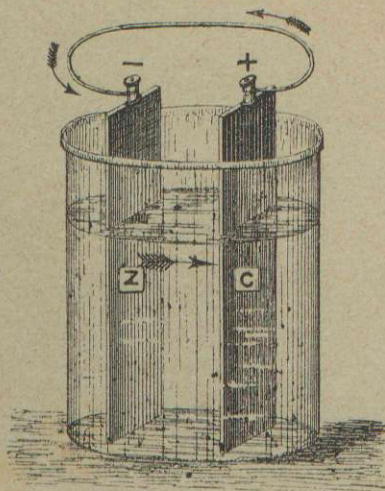
nera que formen una U, son soldadas; las puntas libres se unen por un hilo conductor. El hecho de la acción calorífica sobre la soldadura, dá nacimiento á una corriente eléctrica en el conductor.

5.—P.—Entre los diferentes medios de producir la electricidad, ¿cuáles tienen en la actualidad más aplicación práctica?

R.—El de la **acción química**, utilizado para todos aquellos servicios en que solo se emplean débiles corrientes eléctricas, y el de la **acción magnética** ó **mecánica**, sumamente generalizado hoy, no solamente para el alumbrado, sino para multitud de aplicaciones en la industria.

6.—P.—¿Cómo se genera electricidad **químicamente**?

R.—Se toma un vaso de cristal que contenga líquido excitador; ya sea formado ó compues-



(Fig. 1)

to con sales de amoníaco, ácido sulfúrico ú otra materia.

En este líquido se sumerjen en parte dos planchas ó placas, la una de zinc, Z (*fig. 1*) y la otra de carbón C, ligándolas al exterior por un hilo metálico (buen conductor de electricidad) como enseña

la figura. Este vaso así dispuesto, es lo que se llama un **elemento** de pila. La reunión de varios forman la **pila** ó **batería**.

Para explicar la producción de la **corriente eléctrica** en un elemento, se admite que la acción química del líquido sobre el zinc dá nacimiento á una fuerza llamada **fuerza electromotriz**. Como consecuencia de ella, la parte de zinc sumergida se electriza positivamente y la no sumergida negativamente. La electricidad de que el líquido se vá cargando en esta labor, es recogida por la placa de carbón, que no es atacada.

De aquí, que en la parte no sumergida de ambas placas tengamos; en el zinc electricidad negativa y en el carbón positiva, naciendo de esta diferencia la tendencia á establecerse el equilibrio eléctrico, y de aquí el movimiento por el hilo conductor que liga á las placas, ó sea la circulación ó corriente eléctrica, que persiste en tanto que la fuerza electro motriz desarrollada por la acción química se sostiene.

7.—P.—¿Qué se entiende por **polos de una pila**?

R.—La extremidad del zinc toma el nombre de polo negativo y la del carbón el de positivo.

8.—P.—En qué sentido marcha la corriente eléctrica?

R.—Su circulación interior ó sea dentro del vaso, es del metal atacado ó sea el zinc, á la sustancia no atacada ó inactiva, que es el carbón. En el exterior del cuerpo inactivo ó sea el carbón al zinc.

Más adelante se evidenciará, que la producción de la corriente en todo generador de electricidad, puede fácilmente compararse con la explicación anteriormente

dada para poner de manifiesto cómo se genera en un elemento.

9.—P.—¿Establecer una comparación para dar idea de la corriente eléctrica?

R.—Consideremos dos recipientes llenos de agua colocados á diferentes alturas y unidos por el intermedio de un tubo. El agua pasa del más alto al más bajo; y con tanta mayor intensidad ó fuerza, cuanto mayor sea la diferencia de nivel entre los dos depósitos.

Pues bien, análogamente, la corriente eléctrica se produce por la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos del trayecto que ha de recorrer, y con tanta más intensidad cuanto mayor es la diferencia expresada.

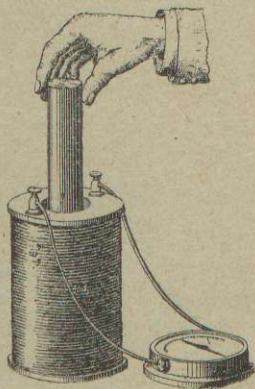
Puede, por lo tanto, decirse, que en un generador de electricidad se establece la corriente, porque sus dos polos no están al mismo nivel eléctrico.

Pero entiéndase bien, que este género de explicaciones, admitido en la mayor parte de los libros que sobre electricidad se ocupan, no es más que una hipótesis presentada para facilitar la comprensión ó inteligencia de los fenómenos eléctricos.

10.—P.—¿Cómo se produce la electricidad por **inducción**?

R.—Esta forma de generar la electricidad está basada en el principio siguiente:

Si en el interior de un **carrete** ó **bobina** de hilo metálico aisla-



(Fig. 2)

do convenientemente, se mueve un imán (*fig. 2*) normalmente al hilo cuyas extremidades están unidas, se desarrolla electricidad en el hilo de la bobina. Esta observación convertida en principio, es la base que ha servido para la construcción de diferentes máquinas ó aparatos para producir la electricidad.

En estas máquinas, una bobina de hilo metálico convenientemente aislado y la cual toma el nombre de **armadura** ó **inducido**, gira delante de los polos de un imán que se le designa con el nombre de **inductor**. El trabajo mecánico empleado para darle el movimiento á la armadura y vencer la fuerza electro-magnética que se desarrolla y que se opone al desplazamiento, se convierte en gran parte en energía eléctrica.

Las máquinas de este género no desempeñan otro papel, que el de transformar la energía mecánica en eléctrica, con el desgaste ó pérdida consiguiente.

11.—P.—¿Qué es un **imán**?

R.—Todo cuerpo capaz de atraer el hierro ú otro metal magnético. El estudio de las propiedades de los imanes constituye el **magnetismo**.

12.—P.—¿Cuántas clases de imanes hay?

R.—Tres.

1.º Los **imanes naturales** ó piedras de imán. Son óxidos de hierro conteniendo un 23 por 100 de oxígeno.

2.º **Imanes artificiales**. Acero templado ó comprimido, que mediante el frotamiento con un imán natural adquiere las mismas propiedades.

3.º **Electro imanes**. Hierro imantado por la acción de una corriente eléctrica.

Todos los cuerpos magnéticos tales como el hierro,

el níquel, etc., pueden ser imantados. Dásele, sin embargo, la preferencia al hierro dulce; es decir, al hierro lo más puro posible y recocido, por ser el que más fácilmente se imanta y el que adquiere más fuerte imantación. Posee además la propiedad de perder inmediatamente su imantación desde que la corriente se interrumpe, caso este último de difícil realización en la práctica, por lo raro de encontrar el hierro perfectamente puro, y debido á lo cual conserva huellas sensibles de la imantación sufrida.

13.—P.—¿Cómo se presenta la acción magnética en los imanes?

R.—La acción magnética al exterior se manifiesta principalmente, en secciones inmediatas á las extremidades, las cuales reciben los nombres de **polos**: disminuye desde los extremos hasta el punto medio, en el cual la acción ya no es sensible, por lo que se le denomina **punto neutro**.

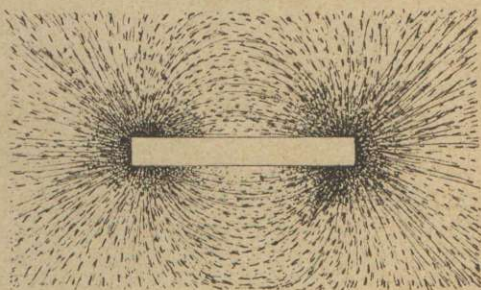
Si una aguja imantada se la coloca por su centro de gravedad sobre un pivote en términos de que pueda girar en todas direcciones, se observa que en un lugar dado siempre se dirige en la misma dirección. Una de las extremidades apunta al polo **norte** del mundo, la otra al **sur**.

Es decir, que la aguja en las condiciones dichas, señala los polos magnéticos de la tierra.

Para evidenciar la existencia de las **líneas de fuerza** en un imán, podemos valernos de la siguiente experiencia.

Sobre una hoja de papel delgado extiéndase una ligera capa de limaduras pulverizadas de hierro. Por la

parte de abajo del papel colóquese un imán, y se verá que el polvo de hierro se reparte no en forma caprichosa, sino dibujándose una serie de líneas curvas,



(Fig. 3)

regulares, (fig. 3) que parecen nacer en uno de los polos para ir á morir al otro. Estas líneas se llaman *líneas de fuerza*, y la limadura en esta forma dispuesta *espectro magnético*.

Del análisis de este hecho pudiera deducirse, solo se presentaban las líneas de fuerza cuando en las condiciones apuntadas se colocaba el imán. Importa, pues, mucho, hacer constar, que ellas existen siempre, y que la experiencia con la limadura de hierro es sola y exclusivamente con el objeto de hacerlas visibles ó tangibles, pues conviene habituarse á verlas con la imaginación cada vez que un imán se estudia ó considera.

El espacio que rodea á un imán y está ocupado por las líneas de fuerza, denomínase *campo magnético*. El medio más rápido de explorar un campo magnético, es decir, de determinar las líneas de fuerza de este

campo, consiste en formar el espectro magnético.

Los imanes afectan formas variables, y entre ellas muy especialmente la de *herradura*. En todos casos gozan de las mismas propiedades y solo la forma de las líneas de fuerza es la que se modifica.

14.—P.—¿Qué relación existe entre el **magnetismo** y la **electricidad**?

R.—Estrecha é íntima, como se manifiesta con algunos ejemplos.

Las agujas imantadas sufren la influencia de las descargas eléctricas que se producen en sus inmediaciones.

La aguja de una brújula se perturba notablemente por efecto de una fuerte tempestad.

Puede llegar hasta perder su imantación ó cambiar el sentido de ella.

Una corriente eléctrica pasando por las inmediaciones de una aguja, hace que ésta se desvíe de la posición que ocupaba y se coloque perpendicular á la marcha de la corriente, quedando el polo norte á la izquierda, con respecto á la dirección de aquélla. Si la corriente no tiene la suficiente intensidad, la aguja se desviará sin llegar á ponerse en cruz.

Esto requiere ser aclarado.

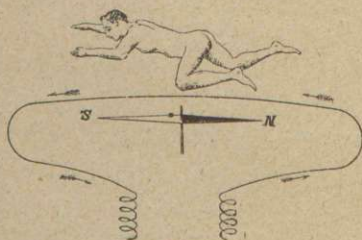
Si se coloca paralelamente por encima ó debajo de una aguja un hilo conductor por el cual circula una corriente, la aguja toma enseguida una dirección completamente en cruz con la que tiene el conductor.

En todo caso la posición de la aguja es perpendicular á el hilo; pero según que éste último esté situado por encima ó debajo, así la desviación de la aguja aun-

que igual en intensidad se verifica en un sentido ó en otro.

De esta observación dedujo Ampère la siguiente sencilla ley, á cuya mejor comprensión ayuda la (fig. 4.)

Si se supone un observador tendido sobre el conductor, con el rostro vuelto hácia la aguja y la corriente entrando por sus piés y saliendo por la cabeza del mismo, el polo norte de la aguja se desviará siempre hacia la izquierda de dicho observador.



(Fig. 4)

Con esta ley fácil nos es determinar la dirección de una corriente eléctrica, si contamos con una aguja imantada.

Bastará colocar ésta encima ó debajo del conductor imaginándose el hombre en la posición que la figura enseña, y ver enseguida si el polo norte de la aguja queda á la izquierda ó derecha del observador figurado. En el primer caso, el sentido de la corriente eléctrica será la dirección de los piés á la cabeza, é inversamente si ocurre lo contrario.

15.—P.—¿Qué se entiende por cuerpos **buenos ó malos conductores**?

R.—Numerosos ensayos y experiencias practicadas con diferentes cuerpos, han permitido clasificar á éstos en dos categorías.

1.^a **Buenos conductores.** Los que permiten fácilmente el paso de la corriente eléctrica á través de su superficie.

2.^a **Malos conductores.** Aquellos que por el contrario la dificultan ó entorpecen.

Los más malos conductores son los que se utilizan como **aisladores**.

Todos los metales, el suelo, el cuerpo humano, son buenos conductores: el cristal, la ebonita, la madera, el aire seco, etc., son malos conductores.

Si quisiéramos clasificar á los cuerpos en buenos, medianos y malos conductores, agrupándolos dentro de este orden por su mayor grado de conductibilidad, podríamos hacerlo del siguiente modo:

Buenos conductores.	Medianos conductores.	Malos ó aisladores.
Plata	Carbón de retorta	Lana
Cobre	Carbón vegetal	Seda
Oro	Coke	Cristal
Zinc	Acidos	Resina
Platino	Disoluciones salinas	Gutapercha
Hierro	Agua del mar	Cautehouc
Estaño	Hielo	Goma laca
Plomo	Agua pura	Ebonita
Mercurio	Piedras	Aire seco
	Madera seca	
	Porcelana	
	Papel seco	

16.—P.—¿Qué se entiende **por circuito eléctrico**?

R.—La electricidad nose traslada de un punto á otro, si la materia que se emplea para su transporte no ofrece un camino continuado, en el cual después de alejarse más ó menos del punto de partida, retorna al del origen.

Este camino, representado por un conductor, gene-

ralmente un hilo metálico, y recorrido por la corriente, es lo que se llama un **circuito eléctrico**.

Dícese que el **circuito está cerrado**, cuando la corriente lo recorre en los términos que se acaba de explicar: pero si por causas que pueden ser de diversos géneros, el camino se corta ó interrumpe en cualquier punto, la corriente cesa incontinentemente, diciéndose entonces que el **circuito está abierto** ó interrumpido.

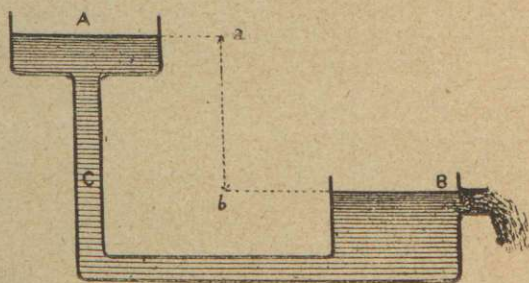
17.—P.—¿Cómo circula la corriente en el circuito?

R.—Para hacerse verdaderamente cargo de las condiciones en que la corriente eléctrica atraviesa un circuito, precisa analizar los tres elementos que la definen. Son éstos:

1.º La causa en virtud de la cual la corriente se establece: es decir, la **fuerza electro motriz**.

2.º El obstáculo ó dificultad que presenta el conductor á la circulación: es decir, la **resistencia**.

3.º La **cantidad de electricidad** que pasa por un punto del conductor en la unidad de tiempo: es decir, la **intensidad**.



(Fig. 5)

La circulación de la electricidad llega á ser mejor comprendida estableciendo comparación con el movimiento que se produce en el agua de dos depósitos á diferente nivel colocados.

Para más fácil inteligencia representámoslo gráficamente (*fig. 5.*)

Supongamos dos depósitos *A* y *B* que contengan agua hasta cierta altura. Un tubo *C* que los une, y por el punto *B* la salida del líquido.

El agua correrá del depósito *A* en que el líquido tiene más altura, al *B* en que tiene menos. Al pasar por el tubo *C* experimentará una resistencia, que será tanto mayor cuanto más largo, menor diámetro y menos pulimento tienen sus paredes. Y bien evidente es por último, que cuanto más grande sea la diferencia de nivel representada en la figura por *a b*, tanto mayor será la velocidad con que el agua camine, y en su consecuencia el caudal que de ella puede salir por *B*.

Apliquemos ahora estas observaciones á la electricidad.

La diferencia de nivel en el agua, es la diferencia de potencial ó mejor dicho fuerza electromotriz, causa de la corriente.

La corriente de agua camina del depósito que tiene nivel más alto al que más bajo lo conserva. La electricidad análogamente y según la hipótesis admitida, se dirige del de potencial más alto al otro.

La resistencia que el agua experimenta al pasar por el tubo, depende de la longitud, diámetro y naturaleza del mismo. Análogamente la resistencia que la electricidad sufre en su paso por el conductor, está íntima-

mente relacionada con la longitud del alambre, con su diámetro y naturaleza.

Una corriente eléctrica, por último, será muy intensa si su fuerza electromotriz es crecida y sumamente pequeña la resistencia. De idéntica manera la corriente de agua se hará muy grande, si la diferencia de niveles es muy marcable y la resistencia del tubo al paso del líquido notablemente reducida.

18.—P.—¿Cuáles son las **unidades prácticas eléctricas?** (1)

(1) **NUEVOS VOCABLOS ELÉCTRICOS.**—La Academia Española ha estudiado los nuevos vocablos relativos á la electricidad. Había nombrado, con objeto de dar dictámen, una Comisión formada por los Sres. Saavedra, Benot, Echegaray y Palau, este último como ponente. La Comisión ha decidido, de conformidad con la ponencia, y hé aquí los vocablos aprobados:

Amperio (de Amper.) m.—Unidad de medida de la corriente eléctrica que corresponde al paso de un culombio por segundo.

Amperímetro m.—Aparato que sirve para medir el número de amperios de una corriente eléctrica.

Culombio (de Coulomb) m.—Cantidad de electricidad capaz de separar de una disolución de plata 1'118 miligramos de este metal.

Faradio (de Faraday) m.—Medida de la capacidad eléctrica de un cuerpo ó de un sistema de cuerpos conductores, que con la carga de un culombio produce un voltio.

Julio (de Joule) m.—Unidad de medida del trabajo eléctrico, equivalente al producto de un voltio por un culombio.

Ohmico adj.—Perteneciente ó relativo al ohmio.

Ohmio (de Ohm) m.—Resistencia que, á cero grados, opone al paso de una corriente eléctrica una columna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección y 106'3 centímetros de longitud.

Vatio (de Watt) m.—Cantidad de trabajo eléctrico equivalente á un julio por segundo.

Voltaje m.—Conjunto de voltios que funcionan en un aparato eléctrico,

Voltímetro m.—Aparato que se emplea para medir potenciales eléctricas.

Voltio (de Volta).—Cantidad de fuerza electro-motriz que, aplicada á un conductor cuya resistencia sea de un ohmio, produce la corriente de un amperio.

R.—Las siguientes:

Unidad de resistencia.—El **Ohm**.

La resistencia eléctrica que próximamente ofrece un alambre telegráfico ordinario de 100 metros de longitud y 4 milímetros de diámetro. O también la resistencia que representa una columna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección y 106'3 centímetros de longitud á la temperatura de cero grados.

Téngase presente que el alambre empleado en el telégrafo no es de cobre, sino de hierro. La resistencia de un hilo de cobre puro de un milímetro de diámetro y 48 metros de longitud, es un Ohm.

Ohm fué un físico alemán que nació en 1787 y murió en 1854.

Refiriéndonos á los conductores, que es en quienes en primer término deberá tener aplicación la medida de la resistencia, podemos decir que ésta es tanto mayor cuanto más largo y más fino es el conductor.

Y efectivamente, la experiencia demuestra que es *proporcional á la longitud y está en razón inversa de la sección*.

Dá idea de esta medida, los ejemplos puestos más arriba al definirla.

La determinación del número de ohms que representan la resistencia de un conductor dado, puede fácilmente obtenerse con la aplicación al caso de la siguiente fórmula de carácter general:

$$R = \frac{L}{c \times S}$$

En ella:

R, es la resistencia en *ohms*.

L, la longitud expresada en metros.

S, la sección anotada en milímetros cuadrados.

c, una constante que representa el valor numérico de la conductibilidad del metal empleado, por metro de longitud y milímetro cuadrado de sección, y cuyo coeficiente para los metales más usuales, son los siguientes:

Cobre recocido	61'94
» batido	60'53
Hierro recocido.	10'18
Plomo	5,04
Maillechort	4'73

Lo fácil del manejo de esta fórmula, lo evidenciará un sencillo ejemplo:

Se desea encontrar la resistencia de un *hilo de hierro* de 500 metros de longitud y 4 milímetros cuadrados de sección.

Se tiene,

$$R = \frac{L}{c \times S}.$$

Sustituyendo en lugar de las letras sus valores,

$$R = \frac{500}{10'38 \times 4} = 12'04 \text{ ohms.}$$

El mismo método podría aplicarse para la determinación de la resistencia de un líquido dado. Es bueno consignar en este lugar, que á igualdad de longitud y de sección, las resistencias líquidas son mucho más elevadas que las resistencias metálicas.

Esta fórmula alterna en cuanto á su empleo, con la Tabla que se inserta en la *Pregunta 184*, si bien aquélla se contrae al hilo de cobre, ^{recocido} que es el material más ge-

neralmente utilizado para los conductores, y á la intensidad de la corriente que pueda circular por los mismos.

En muchos casos no es posible medir la longitud del hilo ó apreciar con exactitud su diámetro. Así ocurre, por ejemplo, con el hilo enrollado de una bobina ó en otros casos parecidos.

Se acude entonces á la medición por medio de la corriente y empleándose para ello aparatos sencillos y precisos, entre los que ocupan lugar preferente las *cajas de resistencias* y el *punto de Wheatstone*.

Nos concretamos únicamente á mencionarlos aquí, pudiendo verse su descripción en la pregunta 44 que se refiere á la medición de resistencias.

Unidad de fuerza electromotriz.—El **Volt**.

La fuerza electromotriz aproximadamente desarrollada por un elemento de pila Daniell.

En el lenguaje vulgar y corriente, *diferencia de potencial* y *fuerza electromotriz* tómanse como expresiones equivalentes. Pero en el científico, existe entre la primera y la segunda, la misma diferencia que entre un efecto y su causa. La fuerza electromotriz es la causa y la diferencia de potencial el efecto.

El nombre de Volt puesto á la fuerza electromotriz, es en memoria del célebre físico Volta que nació en 1745 y murió en 1827.

Unidad de intensidad.—El **Ampère**.

La intensidad de una corriente que tenga 1 volt de fuerza electromotriz y cuya resistencia sea igual á 1 ohm. O la intensidad de la corriente que por segundo descompone 0'000092 gramos de agua.

Ampère fué un ilustre físico francés que nació en 1775 y murió en 1836.

Unidad de potencia eléctrica.—El **Watt**.

La potencia eléctrica de una corriente de 1 ampére de intensidad y 1 volt de fuerza electromotriz. La multiplicación de los **Volts** por los **Ampéres**, dán los **Watts**. Es decir:

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampére}$$

De aquí el que sea fácil determinar el valor de cualquiera de estas cantidades, cuando dos son conocidas.

Como quiera que el watt es una unidad relativamente pequeña, el Congreso de Electricistas celebrado en 1889, adoptó como unidad de potencia industrial el **Kilowatt**, que vale 1.000 watts.

El **caballo eléctrico** debe ser considerado como forma de expresar la potencia eléctrica.

El caballo eléctrico ó sea la potencia eléctrica necesaria para producir el mismo trabajo que un caballo de vapor, corresponde ó es igual á **736 watts**.

Un kilogrametro por segundo corresponderá á

$$\frac{736}{75} = 9.81 \text{ watts}$$

y un watt será igual á $\frac{1}{9.81}$ kilogrametro

Así, pues, tenemos:

Un caballo eléctrico.	=	736 watts	
» kilogrametro segundo.	=	9.81	»
» watt.	=	$\frac{1}{9.81}$	kilogrametro
» kilowatt	=	$\frac{1.000}{736}$	1.356 caballos

Unidad de cantidad.—El **Coulomb**.

La cantidad de electricidad que atraviesa un conductor durante un segundo con una intensidad de un ampére.

Para calcular en **coulombs** la cantidad de electricidad Q que circula en un conductor, basta multiplicar la intensidad en **Ampéres** por la duración ó tiempo en segundos.

$$Q = I \times t$$

En la industria es más frecuente servirse del **Ampére-hora**, que es una unidad derivada del **Coulomb**.

El Ampére-hora vale 3,600 coulombs, porque representa la cantidad de electricidad que pasa por un conductor durante una hora ó 3,600 segundos.

Para mayor claridad presentamos el siguiente cuadro, que reasume las unidades prácticas de más frecuente uso, con las abreviaturas adoptadas para designarlas.

Naturaleza de las cantidades que se han de medir.	Nombre de la unidad.	Abreviatura ó símbolo.
Resistencia	Ohm.	R.
Fuerza electromotriz.	Volt.	E.
Intensidad	Ampére.	I.
Potencia eléctrica.	Watt.	P.
Cantidad.	Coulomb.	Q.

Cuando las unidades dichas resultan muy grandes ó muy pequeñas con respecto á la cantidad que se ha de medir, se emplean los múltiplos y submúltiplos de las mismas, que son las siguientes:

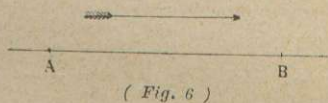
Mega	para	1.000.000	Unidades
Myria	—	10.000	—
Kilo	—	1.000	—
Hecto	—	100	—
Deca	—	10	—
Deci	—	0'1	Unidad
Centi	—	0'01	—
Mili	—	0'001	—
Micro	—	0'000001	—

Así por ejemplo, un microhom representa un millo-nésimo de ohm.—2 miliampéres equivalen á 2 milésimas de ampére.

19.—P.—¿Cuál es la **ley de Ohm**?

R.—Explicados en la anterior pregunta los tres elementos que definen ó caracterizan las corrientes eléctricas, interesa aclarar ahora la relación que entre ellos existe; relación esta última descubierta por el eminente físico alemán Ohm, y que constituye la ley que con este nombre sirve de fundamento á la corriente eléctrica.

Para comprender bien en qué consiste esta ley, supongamos (*figura 6*), dos puntos A y B, tomados sobre un conductor y entre los cuales no existe ge-



nerador ni receptor eléctrico.

Si la corriente que por este conductor pasa tiene un ampére de intensidad y es de 1 ohm la resistencia entre los dos puntos señalados, obsérvase que aplicando el volmetro para medir la diferencia de potencial entre ellos, ésta es *precisamente* de un volt.

Si la corriente que circula entre los puntos dichos es de 10 ampéres y la resistencia de 5 ohms, el volmetro marca de diferencia de potencial 50 volts, es decir:

$$50 \text{ volts} = 10 \text{ ampére} \times 5 \text{ resistencia}$$

$$50 = 10 \times 5.$$

Si fuese de 20 ampéres y 4 ohms, el volmetro marcaría 80 volts, es decir:

$$80 \text{ volts} = 20 \text{ ampéres} \times 4 \text{ ohms}$$

y en general, si llamamos

E, la diferencia de potencial que existe entre los puntos A y B, medida en volts.

I, la intensidad de la corriente que recorre el circuito, expresada en amperes, y

R, la resistencia en ohms y que separa á los dos puntos elegidos:

Se tiene:

$$E = R \times I$$

Fórmula que traducida al lenguaje vulgar, se puede enunciar de este modo:

La diferencia de potencial que existe en dos puntos separados de un circuito entre los cuales no se encuentran ni generadores ni receptores, es igual al producto de la intensidad de la corriente por la resistencia que los separa.

Si en la igualdad

$$E = R \times I$$

despejamos á I, tendremos:

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

Fórmula esta derivada de la anterior y que interpretada quiere decir:

La intensidad de una corriente está en razón directa de la fuerza electromotriz é inversa de la resistencia.

Esto es lo que constituye la *ley de Ohm*, cuya sencillez es tan grande como importante su aplicación en el estudio de las corrientes.

Para operar con la Ley de Ohm en los cálculos y problemas, no hay nada más práctico que escribir la expresión

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

en la cual se borra lo que se quiere hallar y la operación indicada con las letras restantes, nos dice lo que deberá hacerse para determinar el valor de la letra ocultada.

Así, pues, si queremos calcular el valor de la I , nos bastará suponer que en la expresión dicha ha desaparecido esta letra, y lo que queda nos dice, habrá que dividir E por R .

Si deseáramos obtener á R , dividiremos E por I ; y si por último, nos hace falta calcular el valor de E , la tapamos y la expresión nos indica debe multiplicarse $I \times R$.

20.—P.—¿Cuál es la **Ley de Joule**?

R.—A el célebre físico inglés Mr. Joule, cuyos trabajos sobre el calor tanto han contribuido á ilustrar esta rama de la ciencia, débese la ley á que está sujeto el gasto de calor de una corriente, en su paso por el conductor ó generadores y receptores que le ofrezcan resistencia.

Si nos propusiéramos averiguar la cantidad de calor gastada entre los dos puntos A y B (*fig. 6*) de la pregunta anterior, discurriríamos de la siguiente manera:

Sea E la diferencia de potencial entre estos dos puntos, R la resistencia que los separa, é I la intensidad de la corriente.

Es evidente que la *potencia* disponible entre ellos es $E \times I$ watts: como hemos supuesto no existe entre ellos generadores ni receptores, toda esta potencia aparece en su integridad convertida en calor.

En esta expresión de la potencia, si ponemos en lugar de E su equivalente sacado de la *Ley de Ohm*, ó

sea $R \times I$, y si para que el resultado esté expresado en calorías, multiplicamos por 0'24, que es el equivalente de la caloría-gramo-segundo, tendremos:

$$E \times I = R \times I \times I = R \times I^2$$

Que interpretando la fórmula, dice:

La potencia que aparece entre dos puntos de un circuito bajo forma de calor, es igual al producto de la resistencia que existe entre estos dos puntos multiplicado por el cuadrado de la intensidad. Esta potencia corresponde á un gasto de $R \times I^2 \times 0'24$ calorías.

Esta ley es conocida bajo el nombre de *Ley de Joule*.

Debemos consignar, que si bien para la explicación de este principio hemos supuesto no existía entre los dos puntos del circuito considerado, generador ni receptor alguno, la ley en cuestión es general y se aplica asimismo al interior de los generadores y receptores. Más claro:

Cualquiera sean las circunstancias en que un conductor esté colocado, si este conductor tiene una resistencia de R ohms, y está recorrido por una corriente de I amperes de intensidad, la cantidad de energía que bajo la forma exclusivamente de calor aparece á cada segundo en el conductor, está representada en todo caso por $R \times I^2 \times 0'24$.

EjemPlo.—Sobre un circuito recorrido por una corriente de 20 amperes de intensidad, consideremos una resistencia de 10 ohms, y busquemos cual es la cantidad de calor consumida en cada segundo en esta resistencia.

La potencia que aparece bajo forma de calor, según la ley de Joule:

$$R \times I^2$$

sustituyendo:

$$10 \times 20^2 = 10 \times 400 = 4.000$$

y expresando este resultado en calor,

$$4.000 \times 0,24 = 960.$$

Se manifiestan ó aparecen en este conductor 960 calorías-gramos por segundo.

Algunos sencillos experimentos sirven de confirmación á la ley de Joule.

Si se forma una cadena con hilos de platino, por ejemplo, siendo alternativamente unos finos y otros gruesos, el paso de la corriente evidencia, que mientras los finos se enrojecen, los gruesos apenas si prestan señales exteriores del calor.

Asimismo, si la cadena está formada por hilos de igual diámetro, los unos de platino y los otros de plata, los primeros se enrojecen cuando los segundos solo se colorean ligeramente.

Uno y otro fenómeno se explica, porque el aumento de resistencia en el hilo fino como consecuencia de su menor diámetro en el primer caso, y en el platino por su mayor resistencia (1) en el segundo, dán lugar á que el producto $R \times \sqrt{I^2}$ crezca.

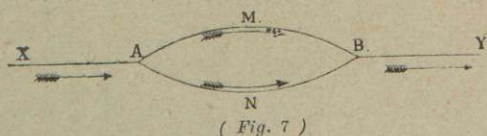
Como quiera que la subida de temperatura del conductor se estima como un perjuicio, hay límites marcados sobre el número de ampéres que han de circular en los conductores en relación con su sección.

(1) Un hilo de plata de un metro de longitud y un milímetro de diámetro, tiene de resistencia 0,01937 ohm. El mismo hilo siendo de platino 0,1166 ohm.

Para hilos de cobre desnudos, se admite en la práctica 6 amperes por milímetro cuadrado de sección. Con hilo cubierto de materia aisladora, es bueno no pasar de 2 ó 3 amperes para la misma unidad de superficie.

21.—P.—¿Cómo se comportan las **corrientes derivadas?**

R.—Si como se representa en la figura 7, una co-



(Fig. 7)

riente que circula por el conductor X A, se bifurca pa-

ra seguir dos caminos A M B y A N B, volviendo de nuevo á reunirse en el punto B para retornar por el conductor B Y, la ley por la cual se rige esta distribución de la corriente, es como sigue:

1.^a *La suma de las intensidades en las dos ramas derivadas A M B, A N B., es igual á la intensidad de la rama principal X A, B Y.*

2.^a *Las intensidades de las ramas derivadas están en razón inversa de las resistencias de las mismas.*

Como se vé por lo expuesto y para cuando solo se trata de dos ramas, la resolución del problema no puede ser más fácil; queda sencillamente reducida á un problema de aritmética que consiste, en dividir un número en otros dos inversamente proporcionales con dos dados.

EJEMPLO.—La corriente principal tiene una intensidad de 20 amperes; la rama A M B una resistencia de 10 ohms, y de 1 ohm la A N B.

Las intensidades buscadas serán:

1'81 ampéres en A M B
18'19 ampéres en A N B

De igual modo se resolverán todos los casos parecidos.

Si en lugar de dos ramas fuesen varias, ya el problema adquiere alguna complicación y suscitadamente presentaremos las conclusiones del mismo.

Sean las ramas derivadas A M B, A N B, A P B y A Q B; sus resistencias respectivamente a , b , c y d ; las intensidades que se quieren determinar i , i' , i^2 , y i^3 .

El conjunto ó reunión de estas ramas se comporta por lo que á resistencia se refiere, como si solo existiere un hilo único ficticio ó imaginario, cuya resistencia que llamaremos A estuviera dada por la fórmula:

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}$$

Una vez esta resistencia A calculada por la fórmula anterior, y si llamamos I á la intensidad del circuito principal, las intensidades de cada una de las ramas se determinan por las siguientes expresiones:

$$i = \frac{A \times I}{a}$$

$$i' = \frac{A \times I}{b}$$

$$i^2 = \frac{A \times I}{c}$$

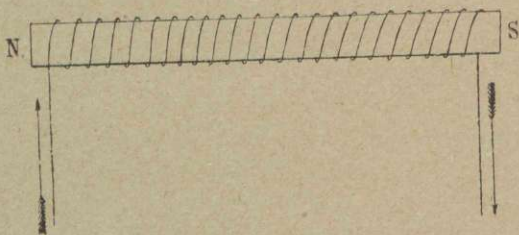
$$i^3 = \frac{A \times I}{d}$$

22.—P.—¿Qué relación hay entre las corrientes y los imanes?

R.—Las corrientes y los imanes presentan entre sí

relaciones tan importantes, que merecen ser estudiadas.

Consideremos una bobina ó carrete (*fig. 8*), hueco en su interior, y formado, por ejemplo, por un hilo de



(*Fig. 8*)

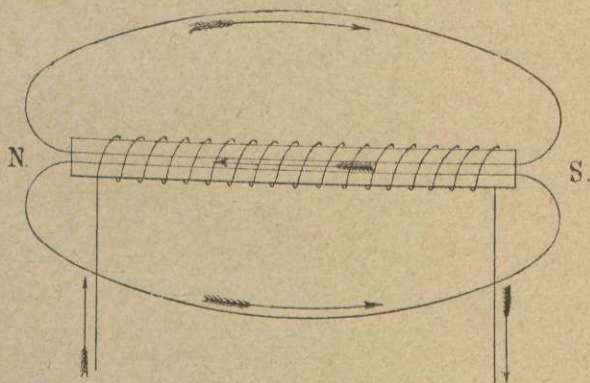
cobre aislado enrollado sobre un tubo de cristal. Un sistema de esta naturaleza, es lo que constituye un **solenoides**.

La corriente circulando en el sentido que las flechas marcan, y la disposición del hilo conforme la figura lo indica. En estas condiciones enseña la experiencia que la bobina en cuestión se convierte en un verdadero imán, que tiene sus polos en N. y S.

Este imán, que bien pudiéramos llamar de nuevo género, toda vez que en su composición no entra ni el hierro, ni el acero, goza exactamente de todas las propiedades de los imanes de que anteriormente hemos hablado; le acompaña el cortejo de líneas de fuerza, y sometido su campo magnético á la exploración, ya sea por medio del espectro magnético, bien valiéndonos de una brújula, obtiéndose análogos resultados.

Si se analizan los fenómenos que en el interior de esta bobina se producen, pónese enseguida de manifies-

to (fig. 9) la existencia de las líneas de fuerza interiores que completan el circuito magnético, y vienen á formar con su conjunto de líneas paralelas un campo magné-



(Fig. 9)

tico *uniforme*, salvo en las extremidades, en el que la fuerza de inducción sigue la dirección marcada por la flecha.

Pues bien, si en este campo magnético interior, que en el caso presente está ocupado por el aire que circula por dentro del tubo de cristal, colocamos una barra de hierro dulce, por ejemplo, los efectos de la inducción referida aumentan de modo muy notable, con el paso de las líneas de fuerza interiores á través de una masa dotada de gran *permeabilidad*, como lo es el hierro.

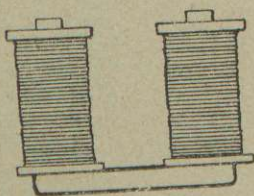
23.—P.—¿Qué es un **electroimán**?

R.—Una barra de hierro dulce, un carrete, cuya alma ó núcleo es esta barra, y un alambre de cobre recubierto de seda que se arrolla dando muchas vueltas

en el mismo sentido y perpendicularmente á la longitud de la barra, son los elementos de que se componen los electroimanes.

Si se hace pasar la corriente eléctrica por el alambre, la barra de hierro se convierte en un imán poderoso. En cuanto la corriente se interrumpe, cesa la imantación recobrando el hierro sus propiedades.

24.—P.—¿Qué forma y disposición tienen los electroimanes generalmente en uso?



(Fig. 10)

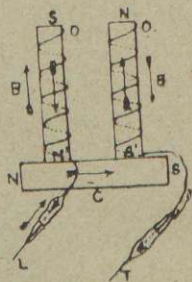
R.—La (fig. 10) pone de manifiesto la disposición más frecuentemente empleada para estos aparatos.

Los núcleos son dos barras de hierro dulce ligadas en su base por un trozo del mismo metal, en términos de que estos elementos pueden considerarse como una sola pieza.

El hilo de cada bobina está arrollado sobre una caja ó carrete convenientemente dispuesta. En ambas bobinas el arrollamiento del hilo se verifica en el mismo sentido.

25.—P.—¿Cómo funciona la corriente en estos aparatos?

R.—La extremidad exterior L (figura 11) del hilo de una de las bobinas, se liga al conductor de la corriente; la otra extremidad interior O está soldada al esqueleto ó caja. Esta última, estando en contacto con los núcleos,



(Fig. 11)

la corriente circula por ellos y por la pieza intermedia que los une, llamada **culata**. Entra en la otra bobina por el punto de soldadura O y sale por la extremidad exterior T. Las flechas marcan claramente el camino ó ruta seguido por la corriente.

De esta disposición resulta, que la corriente marcha del exterior hacia el interior de la primera bobina, y del interior hacia el exterior en la segunda; por consiguiente, los polos que se forman en las extremidades de los núcleos S N son de nombres contrarios. En otros electroimanes el hilo de las bobinas no es independiente, sino que está formado de una sola longitud, prolongándose de una bobina á otra.

Los electroimanes se regulan por las **leyes de Lenz y Jacobi**, cuyas prescripciones solo tienen carácter de aproximadas:

- 1.^a La potencia de un electroimán es proporcional á la intensidad de la corriente.
- 2.^a Es proporcional al número de vueltas del hilo en los carretes.
- 3.^a Es proporcional también á la raíz cuadrada del diámetro del núcleo.

Terminaremos estas ligeras nociones sobre los electroimanes, diciendo se entiende por **histerisis**, la pérdida de energía en la imantación del hierro dulce ó del acero, por una corriente; pérdida que se manifiesta ó traduce por la transformación en calor de una parte del trabajo de la misma.

CAPÍTULO II

APARATOS DE MEDIDA Y UTILIZACIÓN

Galvanómetros. — Amperómetros. — Volmetros. — Reductor. — Interruptor. — Conmutador. — Inversor. — Corta-circuitos. — Regulador de corriente. — Contador Aron, Aubert y Thomson. — Transformador. — Indicador de tierras. — Indicador de polos. Galvanoscopio. — Pararayos. — Lámparas incandescentes. — Lámparas de arco.

26.—P.—¿Qué es un **galvanómetro**?

R.— Un aparato que sirve para acusar la existencia de la corriente eléctrica y con el cual puede también medirse su dirección é intensidad.

27.—P.—¿En qué principio está fundado?

R.— Si se sitúa un alambre de cobre paralelamente á una aguja imantada, ya sea por encima ó debajo de ella, y se hace circular la corriente por el alambre, la aguja gira tendiendo á tomar una dirección perpendicular á la que ocupaba.

Cuando la aguja se halla debajo del conductor, si se sitúa encima de éste un observador, de modo que el polo N de la aguja, después de desviada quede á su izquierda, la corriente circula marchando en la dirección de los pies á la cabeza. Pero si se sitúa la aguja

encima del alambre, conservando el observador la misma posición que anteriormente tenía, y la desviación de la aguja es idéntica, la corriente circula en sentido contrario.

De la observación de estos fenómenos de que ya hemos hablado en la pregunta 14, se ha obtenido el principio en que los galvanómetros se fundan.

La forma más elemental de estos aparatos se reduce, á una aguja imantada que puede girar libremente sobre su punto medio, y la cual se instala en el interior de un carrete hueco formado con muchas vueltas de alambre de cobre cubierto con forro aislador. Todo esto vá introducido en una caja cilíndrica, en una de cuyas tapas, provista de cristal y cuadrante graduado, pueden leerse las desviaciones de la aguja.

Su funcionamiento es como sigue. El paso de la corriente por el alambre determina en la aguja una desviación, tendiendo á ponerse en una dirección perpendicular á la marcha de la corriente. Esta desviación es proporcional á la intensidad y se verifica en un sentido ó en otro, según cual fuere el extremo del alambre por donde penetra la corriente en el carrete.

El movimiento de la aguja acusa, la existencia de la corriente: el ser aquél á derecha ó izquierda, el sentido de la misma; y la magnitud de la desviación, su importancia.

28.—P.—¿Qué es un **amperómetro**?

R.—Es un aparato que tiene por objeto medir en **ampéres** la intensidad de las corrientes.

29.—P.—¿Cómo está construido?

R.—El amperómetro consiste en su parte esencial,

en una barreta ó aguja de hierro dulce, móvil alrededor de un eje, instalada en el interior hueco de un carrete formado por una lámina de cobre, y entre los polos de dos imanes colocados frente á frente, cuya misión es convertir la barreta en un imán de acción independiente del magnetismo terrestre y demás campos magnéticos que haya en sus proximidades.

El aparato queda encerrado en una caja cilíndrica, en cuya tapa, una graduación que puede recorrer una aguja ligada al eje de la barreta interior, permite leer las indicaciones del instrumento.

Dos tornillos terminales colocados en puntos diametralmente opuestos, reciben los hilos conductores de la corriente y son también punto de terminación de la lámina de cobre enrollada, de que anteriormente hemos hablado.

El amperómetro de Deprez, acusa algunas diferencias esenciales con el anteriormente descrito.

Fúndase en el principio, de que si entre las ramas ó brazos de un poderoso imán en forma de herradura, se colocan dos bobinas fijas ligadas en cantidad, y si entre éstas se sitúa una pieza de hierro dulce movable sobre un eje vertical, ésta se coloca según la línea de los polos.

Dicho se está que si una corriente se hace pasar por las bobinas, la imantación del imán se modifica; la pieza de hierro dulce sufre movimiento, y la aguja indicadora que á ella se liga, acusa en el cuadrante el número de amperes que la intensidad de la corriente representa.

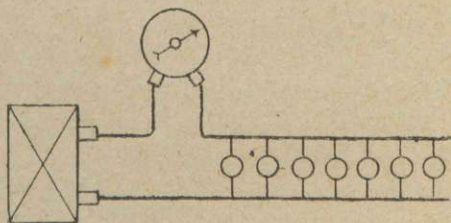
Es crecido el número de aparatos diversos que para

este fin se han inventado. Solo enumeramos los dos de construcción más sencilla.

30.—P.—¿Cómo se utiliza?

R.—El amperómetro se intercala directamente en el circuito de corriente cuya intensidad quiere medirse.

La (fig. 12) enseña la forma de instalarlo.



(Fig. 12)

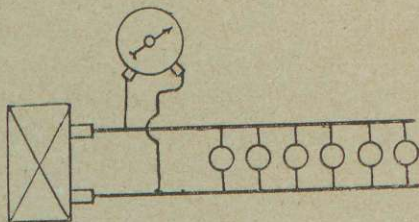
Debe colocarse siempre en la cámara en que estén las máquinas y procurando observar las siguientes prevenciones. Nunca debe encontrarse muy inmediato á las dinamos, para evitar que la influencia de aquéllas lo afecte. Por la misma razón, los conductores principales por los que circulen corrientes de alta intensidad, no deben ser colocados en las inmediaciones del amperómetro: los que lleven la corriente al aparato hacen naturalmente una excepción de esta precaución, pero debe cuidarse para que los efectos de la corriente se compensen, sean dirigidos perfectamente paralelos. La aguja, cuando no funciona el instrumento, debe marcar el cero; pero si así no fuera, téngase en cuenta el error que acusa para restarlo de la lectura que se hiciera, siempre que todos los desvíos guarden con las corrientes la misma relación.

31.—P.—¿Qué es un volmetro?

R.—La descripción que en el número 29 hemos dado del amperómetro, puede igualmente servir para el volmetro. La única diferencia consiste en que la lámina de cobre que forma el carrete en el primero, se sustituye para el segundo por hilo de alambre fino de cobre aislado convenientemente y de una gran longitud, teniendo, por tanto, una resistencia elevada (1.500 á 2.000 ohms.)

El objeto del instrumento no es otro, sino el de medir la fuerza electromotriz de las corrientes, expresando el valor de estas medidas en volts.

Estos aparatos se colocan en derivación entre dos puntos de un circuito, como lo manifiesta la (fig. 13.) El instrumento, pues, se intercala en la misma forma que una lámpara de incandescencia.



(Fig. 13)

Vá provisto también de un botón, para que solo suministre la lectura en el momento que se desea. Esta disposición es muy interesante en el volmetro, pues tiene por objeto evitar el recalentamiento del carrete con el paso de la corriente, el cual alteraría el verdadero valor de las indicaciones y podría llegar hasta quemar el hilo. Solamente el tiempo necesario para efectuar la

lectura, es el que debe mantenerse en el circuito.

La graduación de los volmetros como la de los amperómetros, está trazada empíricamente para cada instrumento.

32.—P.—¿Qué es un **reductor**?

R.—Un aparato complementario de los volmetros y amperómetros, para poder medir con ellos las fuerzas electromotrices ó intensidades, dobles, triples, etc., de las que podrían acusar los instrumentos directamente.

Para los amperómetros, el reductor es una lámina de cobre de la misma sección y longitud que la del instrumento. La corriente, pues, se bifurca entre los dos, dividiéndose por mitad; y no pasando por la lámina del amperómetro más que la mitad de la total corriente, este será el valor de la que acuse el aparato. Para conocer la verdadera intensidad, bastará multiplicar por dos las cifras señaladas por la aguja.

Si el reductor no tiene igual resistencia que el amperómetro sino una cualquiera que podemos designar por R_r , entonces para obtener la verdadera intensidad que mide el aparato, será preciso multiplicar la lectura del instrumento por

$$1 + \frac{R_a}{R_r}$$

representando R_a la resistencia del amperómetro.

Los reductores de los amperómetros se montan siempre en **derivación**.

En los volmetros, el reductor se compone de un carrete de hilo fino de la misma ó diferente resistencia que el del aparato.

Cabe aplicarlo igualmente, cuando la lectura que

desearse obtenerse es superior á la que pueda acusar la escala gradual del volmetro.

La intercalación entonces es en **serie**, formando parte de su circuito, como enseña la fig. 14.

Acerca de ellos, cabe reproducir lo manifestado sobre los mismos al ocuparnos de su aplicación á los amperómetros.

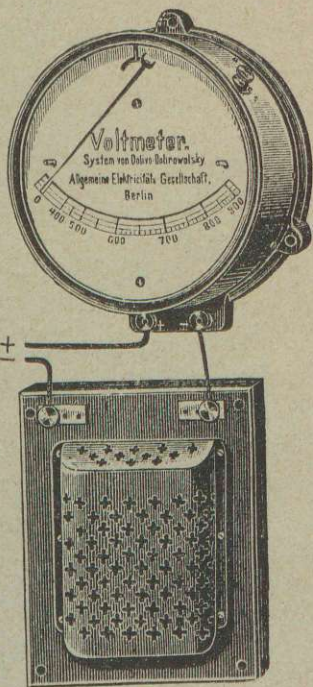
Si la resistencia del reductor es igual á la del volmetro, debe multiplicarse por 2 la lectura del mismo, y si es R_r , para la formación del producto estará el otro factor representado por

$$1 + \frac{R_r}{R_v}$$

En la hipótesis supuesta de que las resistencias suplementarias colocadas á los aparatos, ó sean las que hemos convenido en

llamar reductores, se consideren iguales á las de los instrumentos respectivos, cuyas indicaciones por este medio se tratan de ampliar, las fórmulas de carácter general arriba insertas, aplicadas al caso especial, darán los mismos resultados.

Para el amperómetro, siendo $R_a = 4$, $R_r = 4$ y la lectura 100 amperes, tendremos:



(Fig. 14)

$$\text{lectura del amperómetro} \times \left(1 + \frac{R_a}{R_r} \right)$$

ó $100 \times 2 = 200 \text{ ampéres.}$

Para el volmetro, siendo $R_r = 8$, $R_v = 8$ y la lectura 100 volts, tendremos:

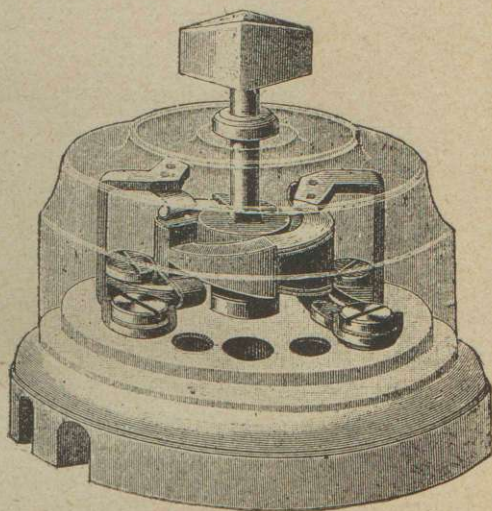
$$\text{lectura del volmetro} \times \left(1 + \frac{R_r}{R_v} \right)$$

ó $100 \times 2 = 200 \text{ volts.}$

Con lo que queda comprobado lo expuesto é indicada la forma de proceder.

33.—P.—¿Qué es un **interruptor**?

R.—Los interruptores son unos aparatos que se



(Fig. 15)

colocan sobre uno de los hilos del circuito para establecer ó interrumpir la corriente, con el objeto de encen-

der ó apagar una ó varias lámparas, ó bien para aislar una parte del circuito.

Estos aparatos afectan formas variadísimas; pero todas ellas responden al principio esencial de que permitan romper ó restablecer el circuito bruscamente.

Y decimos bruscamente, porque si la corriente que circula es de alguna intensidad, prodúcense chispas en la maniobra de abrir y cerrar, que desde luego conviene evitar.

La chispa que generalmente se manifiesta al cierre, es naturalmente débil; pero no ocurre así con la que se ocasiona á la ruptura, que puede inutilizar el aparato.

Por esta razón, cuando por los conductores circula corriente de alta tensión ó crecida intensidad, se prefieren aquellos interruptores que abren ó cierran simultáneamente el circuito por varios puntos á la vez con lo que se alcanza dividir así la chispa de ruptura.

34.—P.—¿Describir algunos modelos de interruptores?

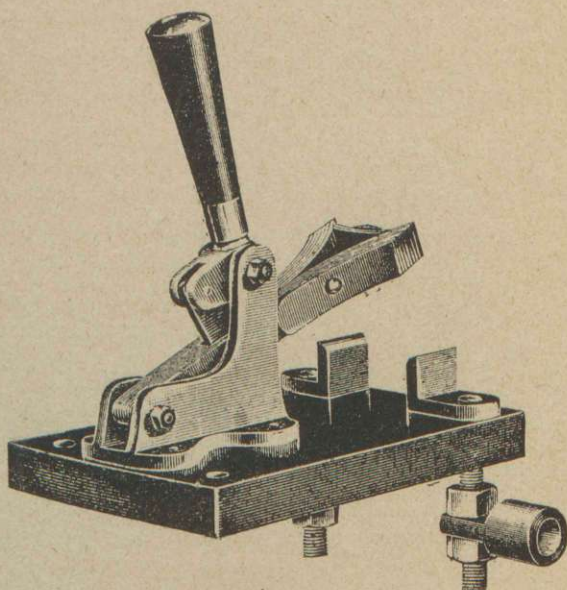
R.—Se emplea generalmente para el alumbrado por incandescencia el modelo que representa la (*fig. 15.*)

Es un interruptor de llave y de construcción esmerada. Su mecanismo lo explica claramente los detalles de la figura. La llave mueve una lámina de resorte, que puede colocarse sobre la planchuela de la derecha para establecer la comunicación: la de la izquierda y la lámina movida por la llave, están metálicamente ligadas y aisladas de la derecha cuando no las toca.

La *fig. 16* presenta el tipo de interruptor para corriente de crecida intensidad y en el cual como su dis-

posición lo enseña, todo se subordina á garantir un contacto lo más perfecto posible y hacer notablemente fácil la maniobra de estableceró interrumpir el circuito.

35.—P.—Los interruptores ¿cómo deben colocarse?



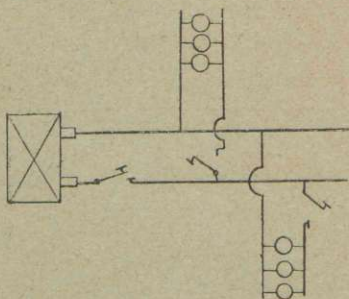
(Fig. 16)

R.—En los lugares alumbrados por medio de lámparas incandescentes, se necesita á veces colocar fuera de circuito, bien el conductor principal, ya algunos de los secundarios.

La (fig. 17) representa la disposición del interruptor para estos diferentes casos. Debe procurarse siempre colocarlos sobre un mismo conductor, es decir, todos

sobre el positivo ó todos sobre el negativo. Lo más general es hacerlo sobre el primero, dejando para el otro las resistencias.

Los aparatos más cómodos de esta clase, son aquellos cuyas piezas son visibles de tal modo, que siempre puede uno asegurarse del buen estado de los contactos y ver si la barra ó llave está bien colocada. Si los detalles del interruptor no están visibles, es muy beneficioso



(Fig. 17)

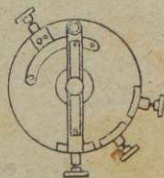
darles la preferencia á aquéllos que están contruidos de modo que no permiten más que dos posiciones para las superficies de contacto.

Es conveniente que el cambio de la barra ó manivela, en uno ú otro sentido, se verifique con la mayor rapidez posible; sobre todo si se interrumpe la corriente.

36.—P.—¿Qué es un **conmutador**?

R.—Los conmutadores son unos aparatos que sirven para cambiar la dirección de la corriente, es decir, para dejar pasar la corriente á voluntad á cualquiera de los circuitos ligados á este instrumento.

La (fig. 18) nos representa el conmutador circular, tan sencillo en su construcción, que basta la simple ins-



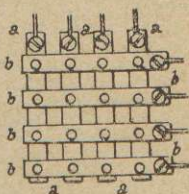
(Fig. 18)

pección del dibujo para quedar impuesto de su estructura. La posición que se adopte para la manigueta ó barra, fijará la dirección que quiera dársele á la corriente.

Uno de los botones laterales, está destinado para el hilo conductor de la corriente y ligado ó en conexión con la pieza que soporta la manigueta: los conductores sobre los cuales la corriente se quiere dirigir, están afirmados á los demás botones.

El conmutador de barras ó de clavijas que la (*figura 19*) representa, tiene también frecuente aplicación.

Se compone de una série *a* de barras metálicas paralelas, á cuyos extremos se fijan los conductores que arrancan de las dinamos: otra série de barras metálicas *b*, también paralelas entre sí y cruzadas en ángulo recto con las anteriores pero convenientemente aisladas de aquéllas, completan el aparato, cuya sencillez es notoria.



(Fig. 19)

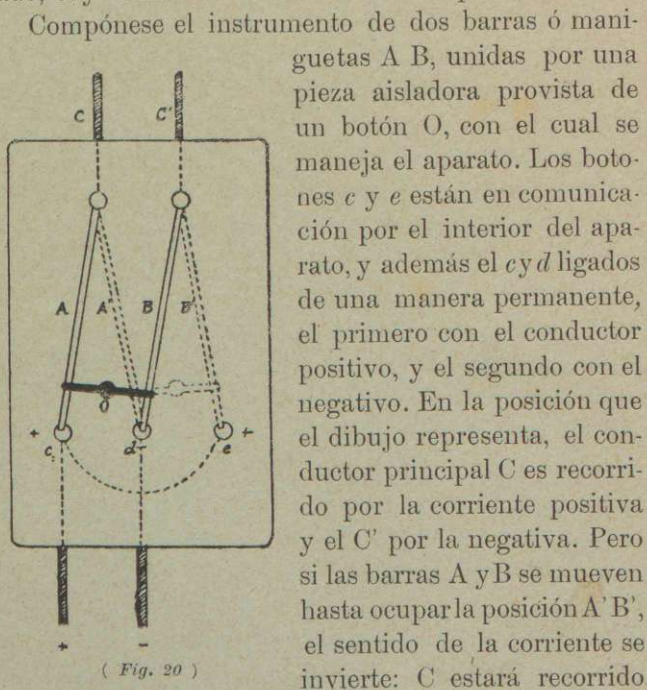
De esta segunda série de barras parten los conductores que han de trasportar la corriente á las lámparas.

Instalado el aparato en la forma dicha, la corriente no circulará por la separación ó aislamiento que existe entre las dos séries de barras. Pero la introducción de una clavija metálica en el hueco que convenga, establecerá la continuidad necesaria, y, en su consecuencia la dirección que se desea dar al manantial eléctrico. Este penetrará por la barra inferior, seguirá por la clavija y tomará la barra superior correspondiente.

37.—P.—¿Qué es un **inversor** de corriente?

R.—Como su nombre lo indica, un aparato que sirve para cambiar el sentido de la corriente, haciendo que el conductor de ida se convierta en conductor de retorno é inversamente.

La (fig. 20) nos representa el modelo más generalizado, cuyo funcionamiento vamos á explicar.



(Fig. 20)

Compónese el instrumento de dos barras ó maniguetas A B, unidas por una pieza aisladora provista de un botón O, con el cual se maneja el aparato. Los botones c y c' están en comunicación por el interior del aparato, y además el c y d ligados de una manera permanente, el primero con el conductor positivo, y el segundo con el negativo. En la posición que el dibujo representa, el conductor principal C es recorrido por la corriente positiva y el C' por la negativa. Pero si las barras A y B se mueven hasta ocupar la posición A' B', el sentido de la corriente se invierte: C estará recorrido

por la corriente negativa y C' por la positiva.

38.—P.—¿Qué es un **corta-circuito**?

R.—Bajo la denominación de **corta-circuito**, **disyuntores** ó **fusores**, designanse aquellos aparatos que tienen por objeto evitar la anormal elevación de temperatura

de los conductores é hilos que forman una instalación eléctrica.

El paso de una corriente demasiado intensa con relación á la sección del conductor ó conductores, puede ser causa de averías de consideración en los mismos y en las lámparas. A evitarlas tienden los corta-circuitos, interrumpiendo automáticamente el paso de aquélla. Son, pues, indispensables en toda instalación.

Generalmente están formados por pequeños trozos de alambre ó planchuela de plomo, de cobre ó estaño, de un grueso proporcionado á la intensidad de la corriente, para que, si por una causa cualquiera el valor de ésta pasa del previsto ó calculado, se funda el plomo, cobre ó estaño, interrumpiéndola antes que las otras partes de la instalación sufran la menor avería.

La fusión es debida, tanto á la naturaleza ó aleación del metal que se emplea, como á ser éstos de menor diámetro que los conductores, á los cuales van unidos. La resistencia eléctrica que presentan por esta causa, muy superior á la de los conductores, dá origen al desarrollo de calor, y con él á la fusión deseada.

Existen multitud de modelos, pero todos están basados en el mismo principio.

Por lo general, el plomo es el material que se emplea ó utiliza para la fabricación de estos utiles aparatos. Sin embargo, muchas veces se le reemplaza por aleaciones fusibles, cuyas propiedades han sido determinadas por Mr. Weisbach.

M. Cunynghame ha construido un corta-circuito basado en otro principio distinto del expuesto hasta aquí.

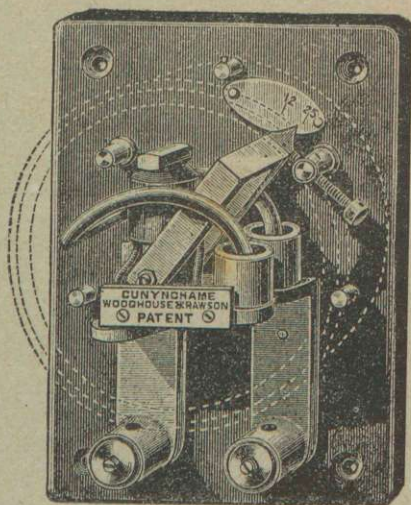
Consiste, como claramente muestra la (*fig. 21*), en una armadura que atrae en el momento oportuno un electroimán, dejando así interrumpido el circuito.

La armadura al acercarse al electroimán, lleva consigo dos barras de cobre sumergidas en dos pequeños casquillos conteniendo mercurio, y este movimiento es el que corta ó interrumpe la corriente. En este momento de basculación, la armadura llevada por su peso cae del otro lado del electroimán.

La comunicación puede de nuevo restablecerse, bien á mano ó ya por un procedimiento automático.

El funcionamiento del aparato estriba, en que al alcanzar la corriente una intensidad prevista y de la cual no se quiere pasar, el electroimán adquiere poder bastante para atraerla, y en su consecuencia, para romper el circuito.

Las cifras siguientes, establecen la relación entre los diámetros de los hilos de cobre á proteger, y los diámetros de los hilos de plomo que han de emplearse como corta-circuitos.



(Fig. 21 .

Diámetro del hilo de cobre.		Diámetro del hilo de plomo.	
1 milímetros		0'8 milímetros	
2 —		1'5 —	
3 —		2'0 —	
4 —		3'0 —	
5 —	Dos hilos de	3'0 —	

Cuando la intensidad de la corriente que ha de circular excede de 35 ampéres, se acostumbra á emplear plancha en lugar de hilo.

La sección que ha de tener la lámina de plomo, se subordina á la prescripción siguiente:

De 35 á 50 ampéres	1 mm ² por 3'5 ampéres
> 50 á 100 —	> > 3'0 —
> 100 á 200 —	> > 2'0 —
> 200 á 400 —	> > 2'0 —

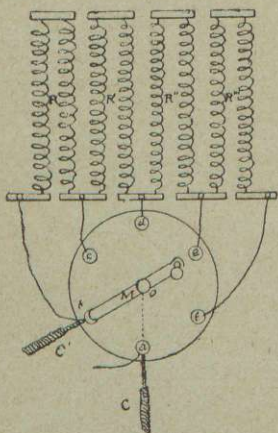
El corta-circuito debe ser colocado siempre, en el origen ó principio de la derivación que ha de proteger, y es importante se siga invariablemente la costumbre de instalar estos aparatos en el conductor positivo. No deben establecerse en lugares húmedos, é igualmente debe huirse de los locales expuestos á incendios ó susceptibles de encerrar gases explosivos.

Para ver si un aparato de seguridad funciona convenientemente, basta producir un corto circuito en la derivación correspondiente, examinando si el hilo fusible se funde antes que el cobre se caliente de una manera anormal.

39.—P.—¿Qué es un **regulador de corriente**?

R.—Por regulador de corriente ó réhostato de excitación debe entenderse, un aparato destinado á introducir en el circuito de los inductores un número variable de resistencias, con las cuales se alcanza la regulación de la misma.

Está generalmente formado por una série de resistencias R, R^1, R^2, R^3 , enrolladas en hélice y de hilo de maillechort. La (fig. 22), nos presenta la disposición más sencilla que afectan. Unas están ligadas á las otras



(Fig. 22)

por sus extremidades y de modo que formen un circuito continuo. Además, la extremidad de cada una de estas resistencias parciales, está en comunicación con los botones ó planchas $b c d e f$ de un conmutador.

Una de las extremidades del circuito C se fija al botón a , que á su vez está ligado con la palanca del conmutador por el intermedio de una planchuela de cobre, situada por la parte posterior. La otra extremidad del circuito C' se une en b . Este último botón mencionado, está en comunicación con una de las extremidades de la série de resistencias.

Con esta disposición dada al aparato, si la palanca se coloca como la figura representa, ninguna resistencia está intercalada en el circuito. Si la ponemos en c introduciremos la R , si en d la R y R^1 , en e serían tres: y en f todas.

Por este sencillo medio se varía á voluntad la intensidad de la corriente en los inductores, bastando para ello introducir ó intercalar en el circuito resistencias en mayor ó menor número.

La disposición que en una instalación de alumbrado se le dá al regulador de corriente, depende en primer término del género de excitación de la dinamo.

No refiriéndonos al caso de que sea compound la excitación, que es el general en el alumbrado de los buques y en el cual la misma dinamo se regula, conviene tener en cuenta si la dinamo lo está en série, en derivación ó por una máquina independiente.

Si lo fuese en série, las resistencias se colocan en el circuito principal, para compensar las variaciones de resistencia que origina el encender y apagar lámparas.

Con la excitación en derivación ó la excitación independiente, las resistencias se intercalan en el circuito derivado ó en el excitador, á fin de hacer variar la intensidad del campo magnético y llevar la fuerza electromotriz á su valor normal.

Cuando varias dinamos trabajan acopladas, sus reguladores deben disponerse de manera que se puedan hacer maniobrar unos independientes de los otros ó bien todos á la vez, para alcanzar la igual regulación sobre todas las máquinas al mismo tiempo.

Se empieza siempre por regular cada máquina aisladamente con su regulador especial, y cuando el equilibrio está establecido entre todas las dinamos, entonces todas se gobiernan por el regulador general.

No todos los reguladores de corriente afectan la forma descrita. Los hay también automáticos con diversas disposiciones, y entre ellos tiene general aceptación el ideado por M. Blathy, cuyo mecanismo es como sigue:

La corriente excitadora recorre un solenoide. Este

acciona un núcleo de hierro dulce, que está adaptado á uno de los extremos de una palanca equilibrada por un flotador.

El núcleo de hierro lleva en su extremidad superior un depósito de mercurio, en el cual pueden sumergirse las extremidades de diversos hilos ligados á las resistencias. Estas extremidades están colocadas á diferentes profundidades; de manera que según la atracción ejercida sobre el núcleo de hierro, determinado número de resistencias se encuentran introducidas en el circuito, y la regulación se opera, pues, de una manera automática.

40.—P.—¿Qué es un **contador de electricidad**?

R.—Un aparato que como su nombre lo indica, sirve para acusar el gasto de fluido eléctrico en una instalación.

Son muchos los tipos de contadores que ya se utilizan en las instalaciones de alumbrado de las poblaciones.

Describiremos aquí el del **Dr. H. Aron**, con el cual se mide en amperes-horas ó en hecto watts horas, es decir, en cantidad ó en energía, el consumo.

La parte principal del aparato consiste en dos péndulos de igual longitud. El de la izquierda es un péndulo ordinario con pesas de latón en su extremo inferior. El de la derecha tiene como pesas dos piezas magnéticas de acero, fijas en una barrita horizontal de latón, y otras veces una sola, como la figura que se presenta.

Los péndulos reciben su movimiento de dos aparatos de relojería, cuyas indicaciones, en la forma ordi-

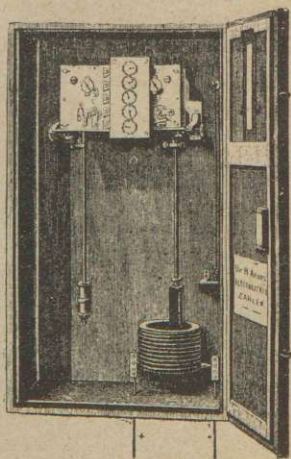
naria de los contadores, dan la diferencia de las oscilaciones de aquéllos.

Debajo de las piezas magnéticas existen dos bobinas, ó una, en que se arrollan gruesos conductores, que están en comunicación con los principales del cable.

Mientras no existe corriente en la bobina, tienen igual movimiento ambos péndulos, y el indicador de las diferencias, como es natural, no las acusa; pero en cuanto se produzca la corriente en una ó las dos bobinas á la vez, influye el movimiento del péndulo de la derecha, que acelera sus oscilaciones tanto más, cuanto más intensa sea la corriente.

El contador acusa la aceleración dicha de las oscilaciones, pudiéndose conocer fácilmente su número, porque el indicador superior dá las unidades, el inferior á éste las decenas, el siguiente las centenas, etc., y con la multiplicación por un factor determinado experimentalmente, se conoce el fluido gastado.

El aparato de relojería tiene cuerda para 40 días, la cual para la debida seguridad, debe darse una vez al mes. Es fácil regular el aparato de modo que sean absolutamente despreciables, para la exactitud de las indicaciones, las pequeñas variaciones accidentales que pudieran existir al cesar la corriente.



(Fig. 23)

Se construyen aparatos con diferentes dimensiones.

La pérdida de tensión consiguiente á formar parte del circuito el contador, es de todo punto insignificante, á causa de la pequeñez de resistencia que ofrecen las bobinas; así, en un contador de hasta 100 amperés con la máxima carga, puede subir la pérdida en las bobinas á 0,01 volt.

Acompañan á los aparatos las instrucciones necesarias para su uso é instalación.

Excusado parece decir, que estos contadores deberán montarse en la misma forma que los amperómetros.

Cuando se emplea el sistema bifilar, claro es que en el contador solo debe penetrar un conductor, pasando el otro por fuera.

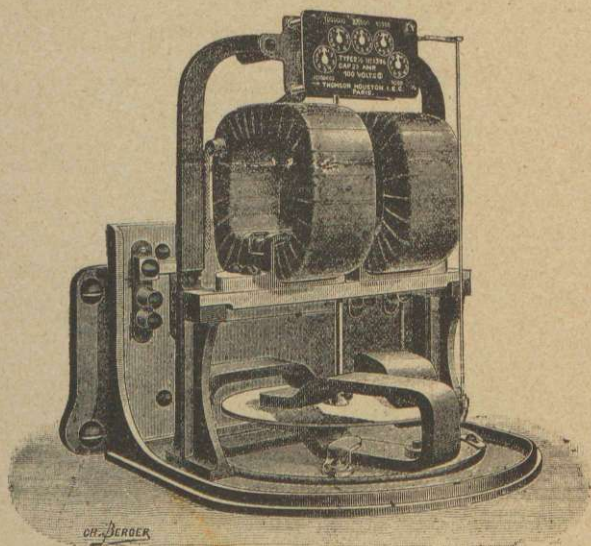
Si es trifilar y en el edificio entran los dos conductores principales ó activos, como ocurre en las instalaciones cuyo consumo pasa de 20 amperés, entonces se utilizan contadores con una especial disposición encaminada á que ambos conductores concurren al mismo fin. El neutro nunca entra en el aparato.

El Dr. Aron tiene también contador para corrientes alternativas.

Se diferencia del anteriormente descrito, en que el carrete fijo y por el cual la corriente total pasa, está horizontalmente colocado. En lugar de imán, el péndulo magnético lleva un carrete pequeño de hilo fino que oscila en el interior del carrete fijo. La corriente que circula en el primero, está tomada por derivación entre el conductor que penetra en el edificio y el que sale de éste, de modo que los extremos del carrete fino tienen una diferencia de potencial igual al voltaje del edificio.

El contador Aron, á cambio de sus indiscutibles ventajas, ofrece el inconveniente de estar sujeto á las irregularidades de todos los aparatos de relojería y ser además algo voluminoso.

Recomendamos que en el manejo y cuidado de los mismos se procure siempre emplear un relojero hábil,



(Fig. 24)

porque las frecuentes descomposiciones llevan al ánimo de los abonados la desconfianza sobre las indicaciones del aparato.

También disfruta de merecida aceptación el contador **Elihu Thomson**, que funciona indiferentemente con corrientes continuas ó alternas.

En sustancia, el aparato está reducido á un sencillo motor eléctrico, en el cual el inducido y los inductores carecen de hierro é imanes.

La (*fig. 24*) presenta el aspecto del mismo y ayuda á formarse claro concepto acerca de las diversas partes de que se compone.

El inducido gira alrededor de su árbol vertical, en cuya parte inferior lleva un pivote con su piedra y en la superior la guía correspondiente.

Pon encima del inducido y montado sólidamente al árbol, vá el colector provisto de sus escobillas, que están fijadas de una manera invariable. Un engranaje convenientemente dispuesto, trasmite el movimiento del inducido á el mecanismo de la lectura para el consumo.

Montado también sobre el árbol y en la parte inferior, vá un disco de cobre en posición horizontal, que se mueve entre los polos de unos imanes convenientemente colocados.

El funcionamiento es como sigue:

La corriente al entrar en el aparato se divide en dos ramas con desigual intensidad. La que la alcanza mayor, destínase á crear el campo magnético de los inductores; la más débil vá por una escobilla, recorre el colector inducido y sale por la otra. La velocidad de giro del inducido es sensiblemente proporcional á la energía consumida en el edificio.

El papel que juega el disco es el de freno ó amortizador del movimiento, porque al girar entre los polos del imán ó imanes fijos, origina ó dá nacimiento á determinadas corrientes, que se convierten en *trabajo*

resistente que hay que vencer con el *trabajo motor*. Como los imanes pueden desplazarse, de aquí el que con ellos sea fácil dar mayor ó menor valor á la corriente de Foncault por ellos ocasionada, y en su consecuencia corregir el contador.

Todos los contadores se regulan en la fábrica antes de su envío. La cifra por la cual es necesario multiplicar la lectura para obtener la energía en hecto-watts-horas, es siempre uno de los números enteros 1, 2, 3, 4 ó 5, etc., etc. Esta constante la lleva marcada el contador en sitio visible, si bien la generalidad de ellos y para evitar la multiplicación dicha, es la unidad el valor de la constante.

La regulación del contador se obtiene, como ya hemos dicho, desplazando convenientemente los imanes.

Estos contadores constituyen cuatro grupos ó clases principales, á saber:

1.^a—Distribución de 2 hilos, de 50 á 800 volts y de 5 á 2.000 ampéres.

2.^a—Distribución á 3 hilos, de 50 á 800 volts y de 10 á 500 ampéres en cada hilo.

3.^a—Distribución á 5 hilos, de 10 á 300 ampéres en cada hilo.

4.^a—Contadores para circuitos primarios á corrientes alternativas de 10 á 1.500 ampéres y de 1.000 á 3.000 volts.

El contador de más débil capacidad es de 5 ampéres y 50 volts: el mayor construido hasta el día lo ha sido de 1.000 ampéres y 2.000 volts ó sea 2.000 kilo-watts.

La esencial ventaja de estos contadores, á parte de

la exactitud de sus indicaciones, estriba en que no requieren cuidado alguno una vez convenientemente instalados.

Se emplean también los contadores de *tiempo*, con muy buen resultado.

El del **sistema Aubert**, es el más generalizado, y como todos los de este tipo, solo tiene aplicación en aquellas instalaciones cuyas luces, en número relativamente reducido, arden simultáneamente.

Dicho se está, que solo señalan el tiempo que circula la corriente, sin referirse, por tanto, á su intensidad ni energía.

Consisten en un mecanismo de relojería ordinario, cuyo volante puede pararse ó ponerse en movimiento por una palanquilla acodada que lo sujeta ó deja libre; el movimiento de la palanca es producido por un electroimán, cuya bobina forma parte del circuito de las lámparas.

Son muy exactos, pues si bien están sujetos á las variaciones de un reloj ordinario, como no funcionan más que un corto número de horas al día, el error que pudiera resultar por atraso ó adelanto es prácticamente despreciable, ó por mejor decir, inapreciable.

Señalan los minutos, horas, decenas, centenas y millares de horas, y su lectura se hace como en los demás contadores.

La manera de instalarlos, es en tensión con las lámparas, sin distinción de polos. Conviene colocar entre la pared y el aparato, algún cuerpo que los preserve de la humedad y garantice el aislamiento. Un tablero apoyado sobre rollos de porcelana, parece la instalación más adecuada.

41.—P.—¿Qué son los **transformadores**?

R.—Unos aparatos que tienen por objeto producir el cambio de la energía eléctrica de una corriente, en otra energía equivalente, pero con distintos valores sus elementos.

Así, por ejemplo: una corriente de 1.000 volts y 100 amperes ó sean 100.000 watts de energía eléctrica, por medio del transformador puede convertirse en otra equivalente de 100 volts y 1.000 amperes, haciéndola utilizable en forma económica para el alumbrado por incandescencia.

La construcción de los transformadores se funda en el desarrollo de corrientes inducidas en un carrete, bajo la influencia de corrientes inductoras que se hacen circular en otro concéntrico.

En su forma más elemental puede dar idea de un transformador, una barra de hierro dulce sobre la que se arrollan dos carretes. El primero de hilo delgado y muchas vueltas, que recibe la corriente de una dinamo de corrientes alternativas; el segundo de hilo grueso y escaso enrollamiento, en el que se origina la corriente inducida. La corriente primaria, de gran fuerza electromotriz y escasa intensidad, que se produce en la dinamo, queda así transformada en otra equivalente de reducida fuerza electromotriz y elevada intensidad.

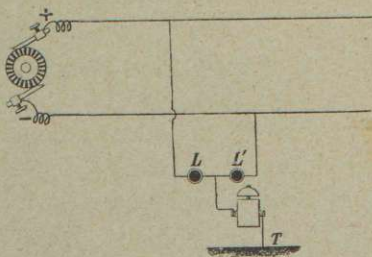
La economía que con los transformadores se obtiene en los gastos de una instalación, está basada, pues, en poderse mediante ellos, emplear conductores de menor diámetro, y en hacer posible el que una corriente de alta tensión se utilice en el alumbrado una vez transformada.

En los buques, tanto de guerra, como del comercio, en los cuales las distancias á que la electricidad se transporta son reducidas y la intensidad tampoco es tanta como la que necesitar puede una instalación para el alumbrado de una población, por ejemplo, dicho se está que los transformadores de corriente no tienen aplicación.

Solamente para dar una lijera idea de estos aparatos, reseñamos lo expuesto.

42.—P.—¿Qué es un **indicador de tierras**?

R.—Importa mucho estar constantemente asegura-



(Fig. 25)

dos de que la instalación se conservase aislada con respecto á la tierra, y además que en el caso de accidente como resultado del cual este aislamiento se pierda, inmediatamente han de tener de ello co-

nocimiento el personal de la central. Tal es el objeto del indicador de tierras, representado en la fig. 25, cuya disposición no puede ser más sencilla.

Sobre los conductores principales se toma una derivación, en la que se intercalan dos lámparas L y L' idénticas á las empleadas en la instalación del alumbrado, pero con el mismo número de volts cada una. El hilo de unión de las mismas, se relaciona á un timbre, el cual á su vez se liga con la tierra T por medio de la tubería de gas, de agua ó piezas metálicas.

Si la canalización no tiene contacto alguno con la tierra, es decir, si está bien aislada, las dos lámparas alumbrarán muy poco, pero con igual brillo. Si el conductor inferior ó negativo, por ejemplo, no está bien aislado de la tierra, la lámpara *L'* brillará menos que la *L* y quizás hasta se apague.

El sistema se completa con la intercalación de un timbre en el hilo que vá á la tierra. El contacto con ello producido por uno de los conductores hace que la corriente pase por el timbre, y con el ruido producido llame la atención del personal de la fábrica.

Para las corrientes alternativas puede haber inconvenientes en que el circuito esté en constante comunicación con la tierra: así, pues, cuando se emplea el aparato arriba descrito, es costumbre colocar un interruptor sobre el hilo de tierra, no estableciendo la comunicación sino en el momento de la experiencia.

43.—P.—¿Qué es un **indicador de polos**?

R.—Es un pequeño aparatito que, colocándose en derivación entre los conductores, indica ó señala la dirección de la corriente mediante determinado artificio, y en su consecuencia, el polo que se busca.

Se compone de un tubo de cristal lleno de líquido, con los extremos cubiertos por unas tapas de metal con sus bornes correspondientes y á las que están unidas las dos puntas metálicas que aparecen en el interior del tubo.

Puesto en contacto con los hilos conductores de un manantial cualquiera de electricidad, la punta interior de la varilla introducida en el tubo que corresponde al polo negativo, tomará dentro del líquido un color de rosa violáceo.

Con sacudir un poco el aparato desaparece inmediatamente el color, y queda en condiciones de volver á servirse del mismo.

Hay también hojas de papel impregnadas de ciertas sustancias y con las cuales se alcanza el mismo fin.

Estas hojas forman unos libritos con pasta verde ó encarnada, según que el polo negativo deba manifestarse con uno ú otro colorido.

El procedimiento que se sigue es, cortar una de las tres ó cuatro tiras en que está dividida cada una de las hojas, humedecerla y colocarla sobre una tabla ó en la misma cubierta del libro.

Se aproximan entonces las dos extremidades de los hilos que se desean probar sobre esta hoja humedecida sin que el uno toque al otro, y al momento el trozo de papel inmediato al polo negativo adquirirá el color grana ó verde.

Son tan sensibles estos papeles, que la fuerza electromotriz de algunos volts es suficiente para efectuar la reacción.

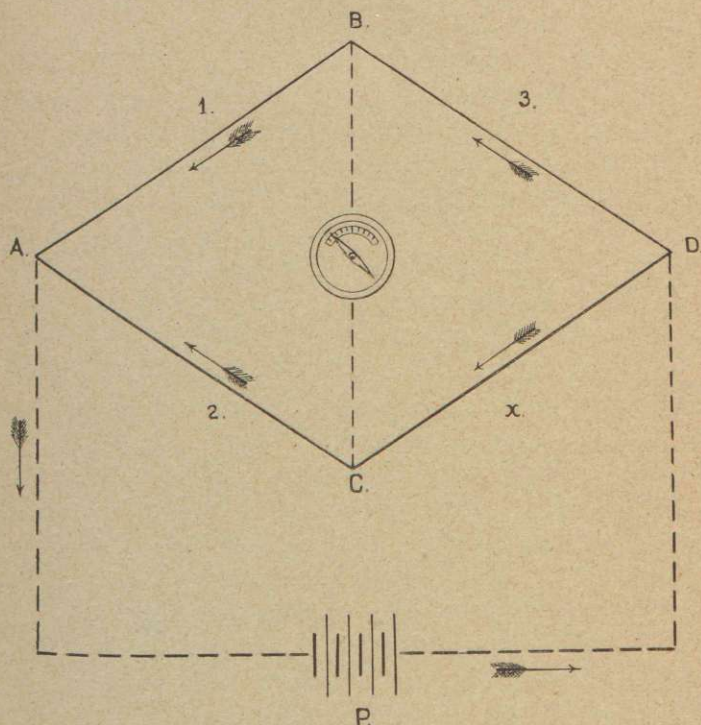
Los precios de estos útiles libritos varía de 1 á 6 pesetas, según el número de hojas que contengan.

44.—P.—¿Cómo se miden las **resistencias** de aislamiento?

R.—Se emplea mucho para la medición de resistencias el puente de Wheatstone (*fig. 26.*)

Tenemos un cuadrilátero A B C D formado por cuatro conductores y se establecen otros dos conductores empalmados con los anteriores, según las diagonales de la figura, intercalando en el B C un galvanómetro y en el otro un manantial de electricidad: si la aguja del

galvanómetro no se desvía estando el cuadrilátero en comunicación con el manantial, ó lo que es lo mismo, si por BC no pasa el fluido en las circunstancias dichas,



(Fig. 26)

las resistencias de los cuatro lados mencionados están en esta proporción

$$\frac{1}{2} = \frac{3}{x}$$

Luego la resistencia desconocida de un conductor

x puede siempre encontrarse ó medirse, formando la figura dicha, dando valores fijos á las resistencias de los lados 1 y 2 y variando la del lado 3 hasta que no pase corriente por B C, lo que se manifestará por quedar la aguja inerte.

Tendremos entonces conocidos los valores de tres cantidades, y el de la cuarta bien fácil será hallarlo sabiendo la relación que entre sí las liga, mediante la multiplicación de los valores de los lados 2 y 3, y división después por la cantidad numérica que representa al 1.

Los cuatro lados del cuadrilátero se llaman **brazos**.

Brazo de comparación, el 1 y 2.

Brazo ajustable, el 3.

Brazo incógnito, el x .

En la práctica, los aparatos que se emplean y que se llaman **cajas de resistencia**, reproducen bajo forma más cómoda el puente de Wheatstone.

La (*fig. 27*) muestra uno de ellos, estando las resistencias formadas por series de carretes de hilo de plata alemana, que dos á dos se unen mediante la interposición de clavijas metálicas entre los huecos que dejan las tiras de la misma clase á que los carretes se ligan.

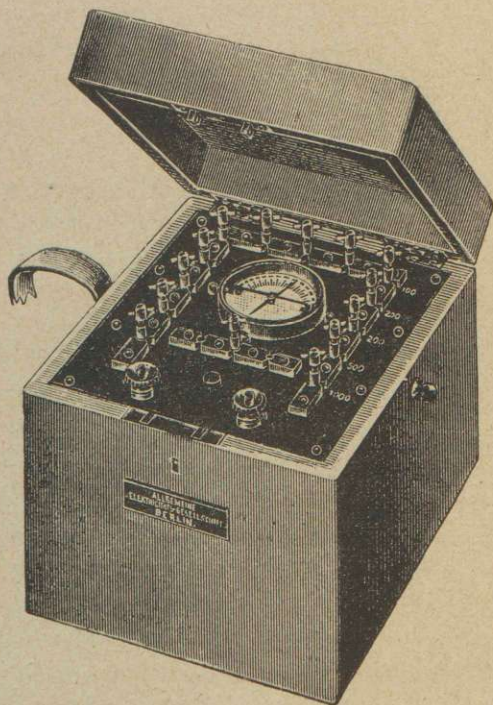
Puestas las clavijas, los carretes quedan en corto-circuito y la corriente circula por las tiras metálicas, cuya resistencia es despreciable.

Si se levanta una clavija, produce el efecto de introducir el carrete correspondiente en el circuito, ó lo que es lo mismo, su resistencia.

Para efectuar una medida, se relaciona primeramente con los terminales y colócanse en sus respectivos

lugares y bien apretadas todas las clavijas. El galvanómetro acusará un desvío en sentido determinado.

Se levantan las clavijas de mayor resistencia y se obtendría así un desvío en sentido contrario al anterior mencionado.



(Fig. 27)

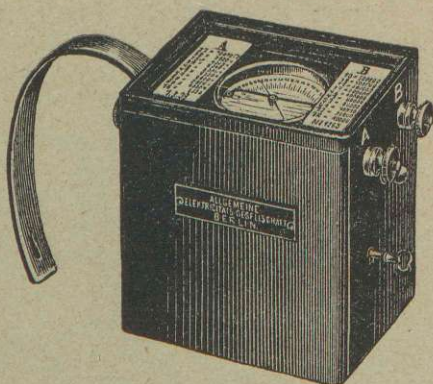
Y ya así, fácil es continuar con tanteos y aproximaciones colocando clavijas hasta lograr que la aguja no se desvíe.

Los números correspondientes á las clavijas que

faltan, representará el valor en ohms de la resistencia que se busca.

Más generalmente se utiliza en los trabajos de las instalaciones un **galvanómetro**.

El de la Compañía general de Berlín (*fig. 28*), por ejemplo, consta de dos carretes paralelos por los cuales



(Fig. 28)

circula la corriente de una pequeña batería de 12 elementos, tipo Leclanché, secos; de un galvanómetro ó brújula, con un cuadrante dividido de 0 á 80 grados á derecha é izquierda; y de tres bornes de conexión marcados con las iniciales A B C.

La letra A está ligada al polo positivo de la batería, y las B y C corresponden cada una de ellas á cada uno de los carretes del galvanómetro.

La resistencia interior de estos carretes no es igual: la del B es una tercera parte menor que la del C, y esto permite con una misma corriente inductora medir resistencias grandes ó pequeñas, según la bobina que se emplee.

Para mayor facilidad en la operación, el aparato lleva en la cubierta dos tablas marcadas con las mismas letras de los carretes á que corresponden, y en ellas se encuentra anotado el ángulo de desviación de la aguja y valor de dicha desviación en ohms.

Puede medirse con ellos de 1.000 á 1.000.000 de ohms.

Tomada una derivación á tierra con el borne A y ligado el B ó C con la línea, circuito, empalme ó lo que se desee medir, la aguja magnética orientada de antemano á cero, se desvía y detiene en una de las divisiones ó fracción de división de la esfera del galvanómetro; ángulo que en la tabla B ó C, según el borne utilizado, dará en ohms la resistencia buscada.

Además del caso citado, puede emplearse el galvanómetro en los siguientes:

Ensayo de pérdidas á tierra.

»	»	<i>aislamiento entre las bobinas y el bastidor.</i>				
»	»	»	»	»	»	<i>inducido</i>
»	»	»	»	<i>el inducido y la tierra.</i>		
»	»	»	»	<i>colector y el eje.</i>		

Para comprobar el aislamiento de las instalaciones de las casas particulares, se emplean preferentemente aparatos con inductor magnético que producen una fuerza electro-motriz igual á la utilizada en el alumbrado.

45.—P.—¿Qué disposición afectan los **pararayos** para protección de la red y estaciones centrales?

R.—Tanto las centrales de electricidad como las canalizaciones, deben estar suficientemente protegidas contra la electricidad atmosférica, porque el rayo puede destruir no solamente las líneas, sino también las dinamos y lámparas.

El procedimiento que para ello se emplea no puede ser más sencillo; dar á la electricidad de las nubes salida

para la tierra, cuando llega á presentarse en la forma dicha.

Se basan ó fundan estos aparatos, en que la electricidad que de las nubes procede, alcanza un alto potencial y puede, por tanto, salvar una distancia establecida por una pequeña solución de continuidad en un conductor, mientras que la corriente producida por una dinamo no podría nunca lograrlo.

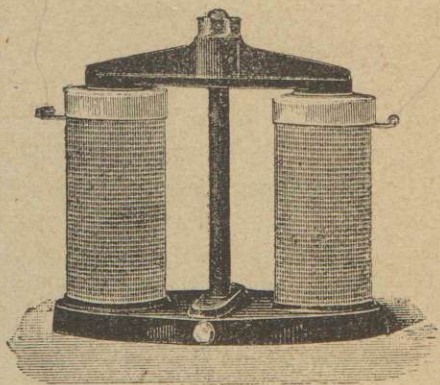
Por esta razón se toma en el trayecto de uno de los cables principales una derivación, en la que se intercala el pararrayo, compuesto comunmente de dos peines metálicos cuyos dientes están separados á una distancia pequeña para que deje de salvarla la electricidad de las nubes, pero suficientemente grande para que no pueda vencerla la corriente producida por los aparatos generadores.

La corriente de la central está siempre detenida en el primer peine, por no tener potencial bastante para pasar al segundo y seguir su camino á tierra. Pero cuando una chispa de la electricidad atmosférica toma los hilos, salva fácilmente el intervalo de los peines y sigue al suelo.

La utilización del pararrayo descrito, cuando se trabaja con altas tensiones, no está exento de peligros, pues tras el paso del rayo puede subsistir el arco formado entre las puntas metálicas del aparato, lo que vendría á constituir un peligrosísimo corto circuito.

Se emplean determinados artificios para evitar esto, y con ellos por modo eficaz se rompe el arco automáticamente después de la descarga, quedando el aparato de nuevo en condiciones de proteger las dinamos y los demás elementos necesitados de ello.

El pararrayos de Voigt y Haeffener, representado por la figura 29, se compone de dos columnas (tantas como polos) con anillos superpuestos de zinc y de mica, sujetos por medio de un tornillo de presión y un armazón especial sobre las placas de asiento. La mayor parte de la chispa saltando al exterior de las columnas por encima de los discos de mica, baja á la



(Fig. 29)

placa de asiento, perdiéndose en tierra. Teniendo en cuenta que, lo mismo que sucede en todos los aparatos semejantes una pequeña parte de la descarga vá á parar á la máquina, debe intercalarse una bobina de self-inducción, cuando se emplean máquinas que no están muy bien aisladas.

Debe tenerse cuidado con que la toma de tierra para el pararrayo de la central ó línea, no sea la misma ni esté inmediata á la del edificio. Además, es conveniente que esta derivación esté formada de hilo de cobre de 4 milímetros de diámetro ó cable de 3 hilos con 2 milímetros de diámetro cada uno. Por medio de una buena soldadura se une este cable á una fuerte plancha de hierro galvanizado de un metro cuadrado de super-

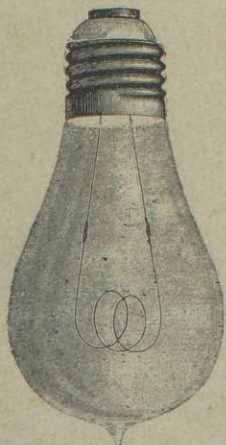
ficie y de unos 4 milímetros de grueso, la cual se entierra en una parte del terreno que sea húmedo y preferentemente en un pozo.

46.—P.—¿Qué género de **lámparas** se utilizan para el alumbrado eléctrico?

R.—Dos: la **lámpara incandescente** en el vacío y la de **arco**.

47.—P.—¿En qué consiste la primera?

R.—Las lámparas incandescentes (*fig. 30*), no son más que una aplicación de los efectos caloríficos y luminosos producidos por la corriente eléctrica.



(*Fig. 30*)

Se puede definir diciendo, que es la luz producida por la incandescencia de un filamento de carbón encerrado en una bombilla de cristal, en la cual se ha hecho el vacío.

La luz es debida únicamente, á el gran calor que desarrolla el paso de la corriente por un conductor de mucha resistencia, como es el filamento. Este se quemaría si estuviera en contacto con el aire, y de aquí el hacer el vacío en la bombi-

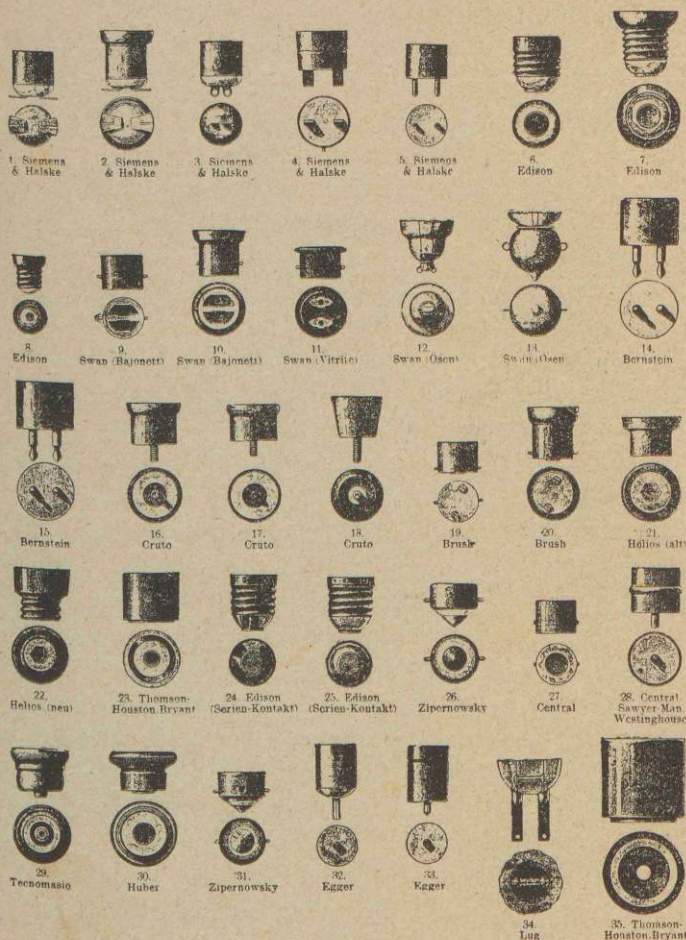
lla de cristal que lo encierra.

48.—P.—¿De qué elementos se componen las lámparas incandescentes?

R.—De tres: 1.º Bombilla de cristal, en la cual está hecho el vacío. 2.º Filamento carbonoso, bien sea bambú ú otra materia obtenida por procedimientos químicos y mecánicos. 3.º Armadura ó cazoleta á la

cual la bombilla se afirma de diversos modos, según el tipo de lámpara.

Es muy crecido el número de tipos de lámparas incandescentes (Edison, Swan, Maxim, Cruto, Gerad,



(Fig. 31)

etc., etc.) en uso, diferenciándose entre sí únicamente en la fabricación del filamento y disposición de su montaje. Por esta razón omitimos la descripción de cada una, ofreciendo solamente el adjunto grabado (*fig. 31*), en el cual se representan las proyecciones horizontales y verticales de la parte de ellas en que suele estribar lo variable, en cuanto se refiere á la manera de establecerse los contactos.

La intensidad luminosa emitida por el filamento depende de la energía de la corriente eléctrica que lo recorre. Y no debe ponerse en olvido, que cuando se hace el vacío en el interior de la bombilla, éste no es lo suficientemente perfecto para que el desgaste del filamento deje de notarse fácilmente, contribuyendo también mucho á su destrucción el aumento de la energía de la corriente circulante, con respecto á aquella otra para la cual ha sido construida.

En las lámparas hay dos *constantes*, que son la intensidad *I* que consume y la diferencia potencial *E* que requiere. El producto es la energía necesaria para que ella adquiera lo que se llama *brillo normal*.

El calor desarrollado y por consiguiente la intensidad luminosa, es proporcional al producto $E \times I$: es decir, á la cantidad de energía absorbida por la lámpara. Pero puede obtenerse el mismo grado de iluminación alterando los factores sin que el producto varíe. Por ejemplo, una lámpara de 100 volts y 0'5 ampéres, y otra de 25 volts y 2 ampéres darán sensiblemente la misma intensidad lumínica, á pesar de ser tan diversas sus características.

Se expresa generalmente el poder de iluminación

de las lámparas incandescentes en bujías decimales, y cada bujía necesita una cantidad de energía que fluctúa entre 2 á 4'5 watts.

El consumo en watts y la duración guardan entre sí una cierta relación, representada por los siguientes guarismos:

1000 horas para lámparas que consuman 4'0 watts				
700 —	—	—	3'5	—
350 —	—	—	3'0	—
150 —	—	—	2'5	—

Independiente ya del consumo y solo como natural consecuencia del desgaste por el uso, el poder luminoso vá disminuyendo en relación al número de horas de trabajo. Las cifras que copiamos permiten conocer la disminución de luz en una lámpara de 16 bujías con relación al tiempo que lleve de funcionar:

100 horas		16'0 bujías decimales		
200 —		15'5	—	—
400 —		15'0	—	—
600 —		14'3	—	—
800 —		13'4	—	—
1000 —		11'5	—	—

Quiere esto significar más claramente expresado, que la lámpara de 16 bujías por el solo hecho de estar 1.000 horas encendida é independiente de otras causas de destrucción, queda convertida en 11 bujías su intensidad lumínica.

Se fabrican lámparas incandescentes desde 3 volts y 0'3 ampéres, teniendo un poder luminoso de 1/4 de bujía, hasta las de 1.000 bujías que exigen 100 volts y 25 ampéres. Las hay también de 150 y 200 volts: pero ya en voltajes crecidos los filamentos han de ser suma-

mente finos y por lo mismo muy frágiles. Hay, sin embargo, Compañías que garantizan una duración de 1.000 horas para las lámparas de 220 volts, consumiendo 3.5 watts por bujía.

Por lo que se refiere á la intensidad lumínica, las lámparas incandescentes de más corriente fabricación son las de 8, 10, 16, 20, 25 y 32 bujías.

En todas ellas, para prolongar su duración, es la mejor regla, procurar que el voltaje á que trabaja no exceda del normal señalado para las mismas.

Minuciosas experiencias hechas con una lámpara Edison de 100 volts, han evidenciado que la duración se acorta grandemente, aun siendo pequeño el exceso de voltaje con que se la haga funcionar. La lámpara experimental de que se trata trabajando con 105 volts solo duró 264 horas. Con 95 se prolongó su vida hasta 3.595.

Si bruscamente se aumenta la diferencia de potencia en términos de exceder en mucho la señalada por la Fábrica y que tiene marcada la bombilla, el filamento se destruye inmediatamente. Se dice entonces que la lámpara se ha fundido ó quemado.

Las lámparas incandescentes se alimentan indistintamente con corrientes continuas ó alternativas. Algunos opinan que con estas últimas es algo mayor la duración de las mismas.

Para el alumbrado interior de salones y departamentos habilitados con lujo, está en el día muy generalizado el empleo de lámparas incandescentes con fisonomía parecida en su conjunto á la que afectan las velas, cuya imitación se busca.

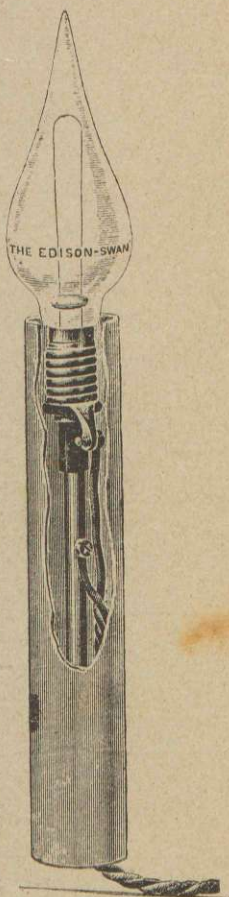
La (fig. 32) enseña la manera más general de establecer los contactos en este género de lámparas y la disposición de sus diversos elementos, escusando la claridad reconocida del grabado una más extensa y detallada explicación.

Y terminaremos estos ligeros elementos de ilustración sobre las lámparas incandescentes, noticiando algunos pormenores acerca de la inventada recientemente por Nernst, sin el empleo de bombilla de cristal, con consumo reducidísimo, y otras ventajas, que mucho deseáramos ver confirmadas por la práctica.

La lámpara eléctrica de Nernst, dicen, tiene las siguientes características: consume 1'65 watts por bujía (que es menos de la mitad del de la lámpara corriente con filamento en el vacío) y su duración es de 1.700 horas.

Ambas condiciones, de ser ciertas, parecen duplicar en estos órdenes las ventajas de las actuales en uso.

No necesitan bombilla. La temperatura á que emite su luz es de 3.400 grados centígrados, mientras que las de Edison lo hacen á 2.700.



(Fig. 32)

Para que la lámpara empiece á funcionar hay que calentar la barrita de que vá provista á 635 grados, lo cual se logra por una resistencia de alambre de platino, que se pone fuera del circuito una vez llenada su misión.

El óxido de magnesio parece ser el elemento de que se ha valido el autor para la emisión de la luz.

Los voltajes, que hasta ahora están limitados y la necesidad de emplear corrientes alternas para su uso, aminoran en parte los beneficios anteriormente apuntados.

49.—P.—¿Se emplean las lámparas incandescentes para el alumbrado de todos los lugares?

R.—Su uso está más bien concretado, para aquellos parajes en que no se necesitan potentes focos luminosos.

Las calles, habitaciones, interior de los buques, etc., etc., en que los focos luminosos pueden ser moderados y necesitan mucha fijeza de luz, resulta ventajoso el empleo de las lámparas ya descritas. Las plazas, paseos, grandes superficies de terreno, focos poderosos para reconocer el horizonte, etc., etc., son alumbrados por lámparas de arco.

50.—P.—¿Cómo se produce la luz en las lámparas de arco?

R.—Si consideramos dos barras delgadas de carbón (*fig. 33*) y cada una de ellas ligada á un polo de una pila poderosa ó dinamo y establecemos el contacto entre las puntas de los carbones, el circuito eléctrico queda cerrado y circulando por ellos la corriente.

Si se les separa débilmente, dá comienzo un tras-

porte de partículas incandescentes entre las dos puntas, desarrollándose un calor intenso en el espacio por ellas ocupado y formando un haz luminoso mientras los

carbones se conservan á distancia conveniente. Esto es lo que toma el nombre de **arco voltaico**.

Solamente estando los carbones horizontales, el rayo ó haz de luz toma la forma de arco. Sin embargo, continúa llamándose arco voltaico también, cuando se produce en carbones verticalmente colocados, á pesar de no afectar esta forma.

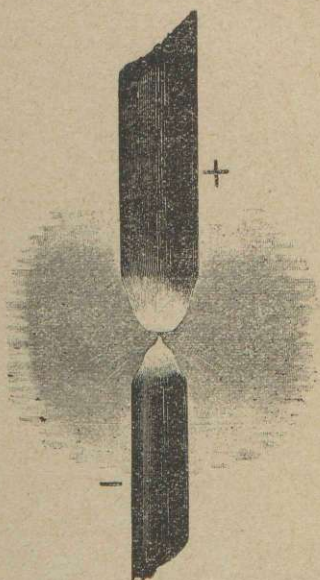
Los carbones no se consumen de igual manera ni en la misma cantidad. El ligado con el polo positivo del generador se

gasta doble, y en su punta se forma un hueco ó cráter. El negativo, por el contrario, se afila y es más lenta su combustión. Todo esto en el supuesto de que la corriente que alimenta la lámpara sea continua.

51.—P.—¿En las lámparas de arco, la mayor ó menor intensidad luminosa, de qué depende?

R.—La luz producida está en razón directa del diámetro de los carbones y de la intensidad de la corriente.

52.—P.—¿Qué aparato auxiliar necesitan las lámparas de arco.

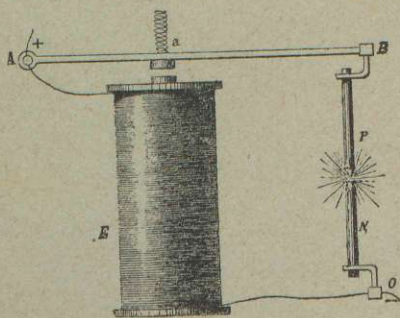


(Fig. 33)

R.—El regulador.

Los carbones de la lámpara ván desgastándose y se aumenta, por lo tanto, la distancia que los separa: llega un momento en que la separación de ellos es tanta, que la circulación de la corriente se interrumpe y la lámpara se apaga. De aquí la necesidad de un aparato que determine la aproximación de los carbones en los momentos precisos. Este mecanismo llamado regulador, es el que dá nombre á la lámpara, pues todas ellas tienen de común los carbones y la forma de producirse la luz, y solo el aparato que las regula es el que se diferencia.

Teniendo esto en cuenta, podemos clasificarlas en dos grupos: **lámparas en derivación** y **lámparas diferenciales**, pues aunque otro pudiera formarse con las llamadas **monófotas**, su reducida aplicación al no poder ser montadas en série porque la inutilización de una lleva consigo la de las siguientes, hace que no nos detengamos en su descripción.



(Fig. 34)

En las **lámparas en derivación**, que no

deben confundirse con lámparas montadas en derivación el mecanismo es el siguiente: (fig. 34)

Una palanca A B con su correspondiente armadura *a* y su electro-imán E.

El funcionamiento no puede ser más sencillo. La

corriente entra por la armadura A B, pasa al carbón positivo P, forma el arco y sale por el carbón negativo N.

Una derivación del circuito principal, partiendo de A, recorre la bobina del electro y en O se une al hilo de salida.

Si la separación de los carbones es mucha, aumentase la resistencia del arco, y en su consecuencia como la corriente puede circular por el electro, allí acude con mayor intensidad que antes, ya que el camino natural se le ha dificultado. Este aumento de intensidad en la corriente que circula por el electro, tradúcese en mayor imantación del núcleo, y por tanto, en que la armadura *a* sea atraída y quede efectuada la aproximación de los carbones.

Tal es el principio de los reguladores ó lámparas en derivación.

Respecto á las **lámparas diferenciales**, el objeto deseado se alcanza mediante dos electroimanes que producen efectos contrarios.

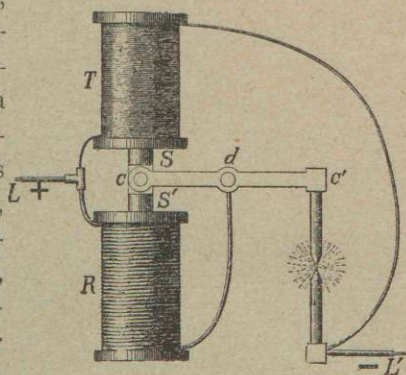
Véase su estructura (*fig. 35*).

R es una bobina de hilo grueso y por consiguiente de muy débil resistencia, comprendida en el circuito principal ó de los carbones. T una bobina de hilo fino, y por tanto, de mucha resistencia. S S', una barra de hierro dulce que hace de alma ó núcleo de las bobinas, por cuyo interior puede deslizarse. Se articula en *cá* una palanca *cc'* que gira en *d* y en cuyo extremo *c'* vá colocado el carbón superior.

La bobina R forma parte del circuito principal; la T, de uno secundario.

El funcionamiento en teoría no puede ser más sencillo. La corriente entra por L, recorre la bobina R, toma el carbón superior, pasa al inferior y sale por L'.

En menor cantidad, por ser mayor su resistencia, pasa también por la bobina T. Si el arco se dilata, es decir, si los carbones se separan, se produce un aumento de resistencia, se disminuye la corriente que pasa por R, se aumenta la que pasa por T, y el núcleo



(Fig. 35)

es atraído hacia arriba, con lo que queda determinada la aproximación de los carbones.

Solo para dar una idea clara del principio en que se apoya el funcionamiento de estas lámparas, presentamos esta sencilla figura. Los reguladores en cuestión ofrecen en sus detalles no pocas variantes con lo dibujado.

53.—P.—¿En qué estriba su funcionamiento?

R.—En la utilización de la misma corriente eléctrica, la cual, á su paso por un pequeño electroimán cuya actividad despierta, determina la aproximación y la separación de los carbones en los momentos oportunos; esto es, la separación para empezar á funcionar, y conforme el gasto distancia las puntas, la aproximación necesaria para que el arco luminoso se sostenga.

54.—P.—¿Es más económico el alumbrado por lámparas de arco que por las de incandescencia?

R.—Sí, por cuanto á igualdad de energía desarrollada, suministran mayor cantidad de luz las primeras; pero en cambio, para muchos usos, el arco voltaico adolece del inconveniente de ser un foco muy intenso, y no tener su luz la fijeza é invariabilidad que con la incandescencia se ha alcanzado.

55.—P.—¿En todos los casos, el consumo del carbón positivo es mayor que el del negativo?

R.—Si la lámpara está alimentada por una dinamo de corriente continua, ya hemos dicho anteriormente que el desgaste del positivo está en la relación de 200 á 100. Ahora añadiremos, que si es la generadora de corrientes alternativas, esta diferencia se reduce hasta quedar en la razón de 108 á 100.

56.—P.—¿Cómo se mide ó aprecia el **poder luminoso** de las lámparas?

R.—No existe todavía una unidad fotométrica universalmente adoptada, y las empleadas para medir las intensidades luminosas varían según los diferentes países.

En Francia se utiliza frecuentemente el **mechero Carcel**: es equivalente á la cantidad de luz emitida por una lámpara Carcel, consumiendo 42 gramos de aceite colza en la hora, con una altura de llama de 40 milímetros.

Se sirven también en esa nación de la **bujía esteárica**: esta unidad es la cantidad de luz emitida por una bujía de L'Etoile de 6 al paquete, consumiendo 10 gramos de estearina en la hora, con una altura de llama de 52·5 milímetros.

En 1889 el Congreso de electricistas celebrado, adoptó como unidad fotométrica la **bujía decimal**, igual á $1/20$ de la cantidad de luz emitida por un centímetro cuadrado de platino á la temperatura de solidificación. Esta unidad equivale próximamente á la décima parte de los mecheros Carcel.

En Inglaterra se emplea como unidad (**Candle**) una bujía de esperma de 22·2 milímetros de diámetro, consumiendo 7·776 gramos por hora.

En Alemania la unidad es una bujía de parafina de 20 milímetros de diámetro, ardiendo con una llama de 50 milímetros de altura.

La tabla siguiente expresa los valores relativos en todas estas diferentes unidades.

	Mechero Carcel	Bujías esteáricas	Bujías decimales	Candles	Bujías alemanas
Mechero Carcel. . .	1	6·5	9·62	8·91	7·89
Bujía esteárica . . .	0·154	1	1·48	1·372	1·215
» decimal . . .	0·104	0·676	1	0·927	0·82

Para establecer comparación entre el gas y la electricidad, puede considerarse el brillo de un mechero Carcel igual al que dá un mechero de gas Bengel, que consume 105 litros por hora.

Una lámpara incandescente de 16 bujías alumbrá casi tanto como un mechero Bengel que consuma 180 litros por hora.

Si dos lámparas ó focos presentan notable diferencia en su intensidad, fácil es sin ningún aparato decir

cual de ellas suministra mayor cantidad de luz pero si esta diferencia no es sensible á primera vista y quiere, sin embargo, apreciarse ó medirse, se emplea para ello un instrumento llamado **fotómetro**.

57.—P.—¿Qué diámetro deberán tener los carbones en las lámparas, con relación á la intensidad de la corriente?

R.—En la práctica del alumbrado, es conveniente adoptar las condiciones medias que se indican en la siguiente tabla.

Intensidad de la corriente. (<i>Ampères</i>)	Diámetro del carbón. (<i>Milímetros</i>)	Intensidad de la corriente. (<i>Ampères</i>)	Diámetro del carbón. (<i>Milímetros</i>)
2 á 3	2	15 á 24	13
3 á 5	4	16 á 25	14
4 á 6	5	25 á 30	15
7 á 10	7	30 á 45	17
10 á 11	9	35 á 60	18
11 á 15	10	40 á 80	20
12 á 16	11	50 á 120	25
13 á 20	12	80 á 180	30

58.—P.—¿Cuáles son los tipos de lámparas de arco más generalmente empleados?

R.—Son muy numerosos é imposible, por tanto, citarlos y describirlos todos.

Para corrientes continuas: Bardon, Brianne, Cauce, Herion, Siemens, Japy, Pieper, Pilser, Sauter-Harlé, Gramme, Thomson-Rice, etc., etc.

Para corrientes alternativas: Brockie-Pell, Brianne, Herion, Siemens, Alioth, Pilsen, etc., etc.

Unas se diferencian de las otras, en el procedimiento

y mecanismo para automáticamente conservar el arco luminoso en las mejores condiciones de funcionamiento.

Ya que no podemos describirlas, daremos algunos datos generales que por igual les afectan.

En la práctica hay necesidad de conocer la diferencia de potencial que precisa en los bornes de la lámpara. Esta diferencia de potencial depende evidentemente de la naturaleza y longitud de los carbones, así como del sistema de construcción de la misma.

Se admiten las cifras siguientes:

Lámparas de	7 ampéres		44 volts
—	10 —		46 —
—	13 —		48 —
—	24 —		50 —
—	65 —		52 —
—	100 —		55 —

ó bien, 50 volts como promedio.

En cuanto al poder luminoso del arco, bien puede decirse que casi solamente depende de la intensidad de la corriente que absorbe.

Las siguientes cifras muestran los valores aproximados de la potencia lumínica del arco en relación con los ampéres que consume:

Número de ampéres.	Intensidad luminosa en carcel.
4	30
7	60
10	100
13	150
15	200
24	500
45	1.600
65	2.500
75	3.000
90	4.000

Terminaremos diciendo que la temperatura del arco voltaico es extremadamente elevada y puede en determinados casos llegar á estar representada por 4.000 grados centígrados. Frecuentemente se vén aparecer en las puntas de los carbones, glóbulos incandescentes que provienen de sustancias minerales fundidas.

59.—P.—¿Cómo se fabrican los carbones para las lámparas de arco?

R.—Actualmente se emplean para la producción del arco luminoso, barras obtenidas comprimiendo una pasta de coke pulverizado y aglomerado con la ayuda del alquitrán de gas. La sustancia así formada, se deposita en recipientes ó moldes *ad hoc*, y bajo esta nueva forma de lápices ó barras, se recuecen al rojo cereza, secándolas después lentamente en una estufa.

Es frecuente fabricar carbones cuyo eje es un hueco cilíndrico que se rellena con un carbón especial, mejor conductor. Los carbones así confeccionados se llaman de *mecha*. El objeto que se persigue, no es otro, sino el de mantener mejor por este medio el foco luminoso entre las puntas de ellos. Generalmente los carbones de mecha se emplean como positivos.

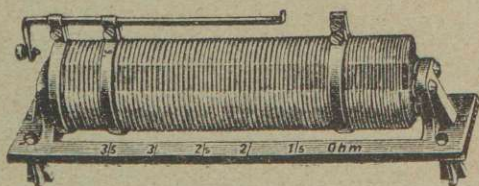
Otros carbones ván recubiertos de una capa de cobre, con lo que se consigue aumentar en un 30 por 100 su duración. Pero este beneficio se alcanza á costa de oscilaciones en la luz, como consecuencia de la fusión irregular de la capa cobreada.

La rapidez con que los carbones se gastan, varía mucho, según su composición y la intensidad de la corriente. Por término medio, se consumen ambos en la hora entre 35 y 50 milímetros; una tercera parte de esta cantidad el carbón negativo y dos terceras partes

el positivo, tratándose de corrientes continuas.

60.—P.—Las lámparas de arco, ¿qué **reostatos** emplean?

R.—La figura 36 representa el reostato más generalizado. El hilo es de una composición de maillecor, y una corredera permite colocar en actividad mayor ó



(Fig. 36)

menor número de vueltas del mismo, haciendo así la resistencia más grande ó pequeña.

Se instala aislándolo bien de la pared y colocándolo cercano á la lámpara. Como se calienta fácilmente debe montarse sobre materia incombustible y cubrirlo con una caja de protección, no representada en la figura.

El cálculo de los reostatos no puede ser más sencillo, y en ellos se parte del supuesto de que la fuerza electro-motriz necesaria para el funcionamiento del mismo, es cuando menos de 45 volts.

Supongamos que se desea conocer la resistencia que necesita un arco consumiendo 10 ampéres en un circuito de 100 volts.

La resistencia debe absorber la diferencia entre 100, voltaje del circuito, y 45, voltaje de la lámpara, ó sean 55 volts.

Conociendo, pues, los volts y los ampéres, el valor de R se obtiene por la ley de Ohm, dividiendo $\frac{E}{I}$ luego:

$$\frac{55 \text{ volts}}{10 \text{ ampéres}} = 5.5 \text{ ohms.}$$

En el caso considerado, sería mejor colocar dos arcos en série con un solo reostato, pues como los dos arcos solo necesitan 90 volts, el reostato solo tendrá que consumir 10 volts, y

$$R = \frac{10 \text{ volts}}{10 \text{ ampéres}} = 1 \text{ ohm.}$$

61.—P.—¿Qué cuidados deben observarse con las lámparas de arco?

R.—Siendo los reguladores aparatos sumamente delicados y sensibles, bien se comprende lo necesitado que han de estar de un cuidado extremado, para evitar entorpecimientos y tropiezos en la marcha.

El momento más oportuno para andar con ellos, es aquel en que por necesidad deben mudársele los carbones. Se aprovechará, pues, para quitarle todo el polvo que puede haberse introducido, cerciorándose al mismo tiempo de que no hay adherencias entre las piezas, que pudieran ser motivo de detenciones en sus movimientos.

Debe asegurarse asimismo, de si los movimientos de relojería y de subida y bajada de los carbones están corrientes. Los contactos todos serán inspeccionados, cuidando mucho al dar por terminado su trabajo y dejar la lámpara lista para funcionar, el que los ejes de los carbones colocados se correspondan en tales términos, que solo formen una línea recta.

La suspensión de la lámpara será asimismo examinada, porque toda causa originaria de movimiento debe cuidadosamente evitarse, si es posible, como genera-

dora que es de irregularidad en la emisión de la luz.

Los globos, reflectores y ceniceros, se conservarán en buen estado, limpiándolos por dentro y por fuera con trapos bien secos, y una piel de gamuza si los reflectores están plateados.

En cuanto un globo se raje debe cambiarse, y en todo momento tener seguridad de que el enrejado de alambre de los mismos, cuyo objeto no es otro sino evitar la caída de los cristales caso de rotura, está en buen estado.

62.—P.—¿Se puede con las lámparas de arco obtener una duración continuada de alumbrado superior á las 16 horas, que como máximo se le señala á los carbones mejor fabricados y de mayor longitud que se pueden instalar?

R.—Sí, empleando la lámpara Jandus, ya bastante generalizada en los Estados-Unidos y bien poco todavía entre nosotros.

El Dr. L. B. Marks, de los Estados-Unidos, es el inventor de esta nueva lámpara, cuya ventaja más esencial consiste, en que como consecuencia de evitar el libre acceso del aire á los carbones, éstos adquieren con los ordinarios tamaños una duración comprendida entre 150 y 200 horas.

Los carbones, como lo evidencia la figura 37, están encerrados en una bombilla de vidrio, dispuesta de modo que el aire penetre en cantidad limitada, al mismo tiempo que se combina su escape para los gases.

Son rasgos característicos de estos arcos, necesitar de 80 á 85 volts para funcionar, y consumir 1·17 watts por bujía. Los arcos al aire libre trabajan con 45 á 50

volts y gastan 0'953 watts por la misma unidad. No necesitan globo opaco.

Mr. Marks resume sus ventajas en las siguientes palabras:

1.º El coste de los carbones es solo una veinteava parte.

2.º El coste de la conservación de las lámparas una décima parte.

3.º Desaparece la molestia de la atención diaria que exigen las lámparas de arco abierto.

4.º Distribución uniforme de la luz sin las sombras que producen las puntas de los carbones.

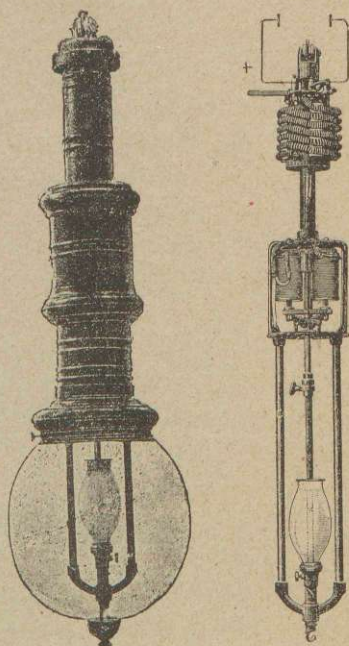
5.º Se pueden poner una ó más lámparas de poca intensidad en la corriente.

6.º Limpieza, porque no hay polvos de carbón sin consumo.

7.º Se evita la formación y escape de las chispas.

8.º Mecanismo sencillo.

Los carbones se gastan apenas, pues con barras de 12 á 13 milímetros de diámetro el gasto en una lámpara de 5 ampéres no llega en la hora á 0'5 milímetros en



(Fig. 37)

el negativo inferior y es de 1'4 milímetros en el positivo. En estas condiciones, el punto luminoso queda prácticamente fijo en el espacio y el carbón negativo después de haber sufrido una campaña de 150 ó 200 horas como negativo, pasa á ser positivo para sufrir otra nueva.

En los Estados Unidos hay actualmente en uso 25.000 lámparas de este sistema para el alumbrado de las calles, cuyo hecho parece conceder al nuevo invento la sanción práctica necesaria.

63.—P.—¿Qué es un **disyuntor automático para batería de acumuladores?**

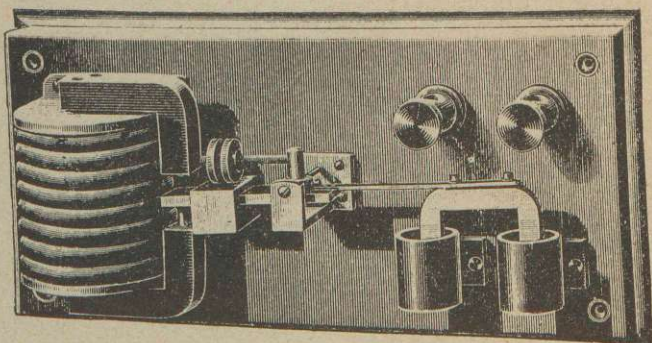
R.—Cuando se utilizan las dinamos para cargar batería de acumuladores, hay necesidad de tomar alguna precaución que garantice, el que si por circunstancias fortuitas la diferencia de potencial de la batería se hace superior á la de la dinamo, no descargue aquélla sobre ésta.

La descomposición de una máquina, una reducción grande en el número de revoluciones, la falta de una trasmisión ú otra causa de índole análoga, motivo puede ser para que la tensión de la dinamo se haga inferior á la de la batería, presentándose el peligro apuntado de la inversión de la corriente, efecto contrario al deseado y origen ciertamente de graves y trascendentales averías.

El disyuntor automático que representa la (*fig. 38*), es uno de los diversos tipos en la industria empleados para llenar el importante papel de interrumpir ó cortar la corriente desde el momento en que la tensión de la batería no es inferior á la de la dinamo. Dicho se está que este pequeño cuanto útil aparato debe intercalarse

en el **circuito de carga** de los acumuladores, y solo puede, por tanto, ejercer su misión cuando la función de carga se practica por la dinamo.

Con él ciérrase el circuito de carga, colocándolo á mano en la posición más conveniente, es decir, estando introducido el tenedor de cobre en los dos pe-



(Fig. 38)

queños depósitos ó copas de mercurio que el grabado muestra.

En tanto que la carga se efectúa y la corriente lleva una dirección determinada, mántiéndose el circuito cerrado. Pero como no puede invertirse aquélla sin pasar antes por un valor cero ó sea anularse, al llegar á éste el electro-imán se hace inerte, obra en su consecuencia el contrapeso, saliendo el tenedor de los depósitos y quedando abierto el circuito de carga de los acumuladores, en el cual el disyuntor está instalado.

CAPÍTULO III

MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Inducción.—Leyes porque se rige.—Corriente monofásica, bifásica y polifásica.—Máquinas magneto-eléctricas y dinamo-eléctricas.—Corrientes de Foucault.—Self-Inducción.—Teoría del anillo Gramme.—Escobillas.—Colector.—Leyes porque se rigen las máquinas.—Diversas formas de excitación. Rendimiento eléctrico é industrial de las dinamos.—Dinamo Gramme.—Dinamo Sauter y Lemonier.—Dinamo Desroziers.—Dinamo Thury.—Dinamo Alioth.—Teoría de las máquinas de corrientes alternativas.—Diversos tipos de alternadores.—Agrupamiento de máquinas.—Cuidados que exigen las escobillas, colector é inducido y manejo de las dinamos.—Resumen de los desarreglos que se presentan en las dinamos y causas que los originan.

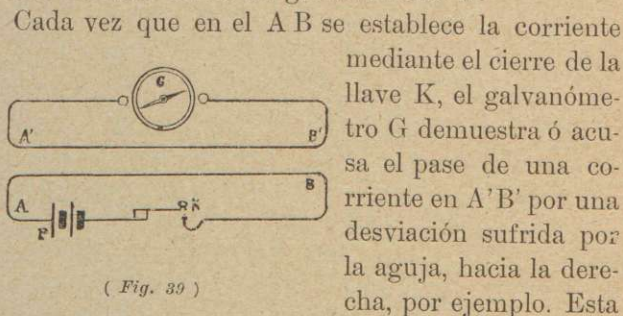
64.—P.—¿Qué se entiende por **inducción**?

- R.—Cuando en las proximidades de un conductor formando un circuito cerrado, se hace mover, bien sea un imán ó ya otro conductor en el cual circula una corriente, éstos últimos obran por influencia sobre el primero y desarrollan en aquéllos corrientes instantáneas.

Este fenómeno ha recibido el nombre de **inducción**, y las corrientes así producidas á distancia, el de **corrientes inducidas**.

65.—P.—¿Explicar la inducción con un ejemplo?

R.—Supongamos dos conductores colocados paralelamente el uno al otro (*fig. 39*). El primero A B formando parte de un circuito A B P K, provisto de una pila P y un interruptor K, el segundo A' B' G, en el cual se ha intercalado un galvanómetro G.



mediante el cierre de la llave K, el galvanómetro G demuestra ó acusa el pase de una corriente en A' B' por una desviación sufrida por la aguja, hacia la derecha, por ejemplo. Esta

desviación no es más que momentánea: la aguja vuelve inmediatamente al cero, y en esa posición permanece mientras que la corriente circula por A B.

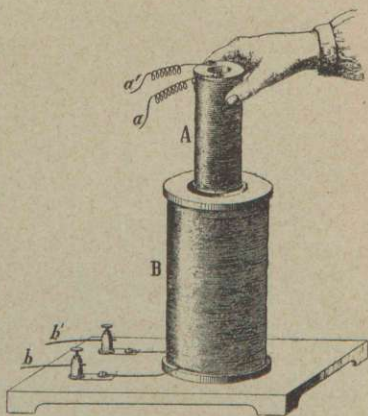
En el momento en que se abre K, es decir, se interrumpe la corriente, la aguja del galvanómetro G se desvía de nuevo, pero esta vez hacia la izquierda. El circuito A' B' es recorrido por una corriente del mismo sentido que la que circula en el B A. Esta corriente, como la anteriormente originada, es instantánea.

Así, pues, cada vez que se cierra el circuito A B, llamado **circuito inductor ó primario**, se produce en el conductor próximo A' B' llamado **inducido ó secundario**, una corriente instantánea inducida é inversa. Y cada vez que se abre, otra inducida en el mismo sentido que la primaria.

66.—P.—¿Cómo pueden aumentarse los efectos de inducción?

R.—Supongamos dos bobinas A y B (*fig. 40*). La A está formada con hilo grueso y la B con fino. Si las extremidades *a* y *a'* se ligan á una pila y *b* *b'* á un galvanómetro, veremos producidos los mismos efectos que en el ejemplo de la pregunta 65, cada vez que se introduzca ó saque la bobina A en la B.

Ahora bien: una barra de acero ó hierro se imanta cuando está envuelta por un circuito metálico por el cual circula una corriente; y recíprocamente el imán hace nacer corrientes de inducción en un circuito cerrado que lo envuelve, siendo los efectos que produce sobre este circuito, idénticos á los que hemos evidenciado en la bobina secundaria.



(Fig. 40)

Es, pues, fácil comprender, que añadiendo un núcleo de hierro dulce en la bobina inductriz, se obtendrán en la bobina inducida corrientes más poderosas. Los efectos de inducción resultarán así sensiblemente aumentados, si se coloca en el hueco central de la bobina primaria una barra de hierro dulce, ó todavía mejor un haz de hilos, que se imantarán bajo la influencia de las corrientes circulantes en la bobina.

En este principio es en el que está basada la cons-

trucción de las máquinas, tanto dinamos como magneto-eléctricas, destinadas á transformar la energía mecánica en energía eléctrica.

Una bobina de hilo de cobre convenientemente aislado y cuyas extremidades están unidas formando un circuito cerrado, constituye lo que se llama el **inducido**, en el que se generan las corrientes á que dá nacimiento el desplazamiento ó giro del mismo, dentro de los polos de un imán ó electro-imán llamado **inductor** y que crea el campo magnético necesario para la producción de la energía eléctrica.

67.—P.—¿Los fenómenos de la inducción á qué ley están sujetos?

R.—1.º *En toda porción de circuito cerrado sometido á la acción de un campo eléctrico ó magnético variable, se produce á cada variación del campo, una corriente inducida instantánea, que cesa al mismo tiempo que la variación.*

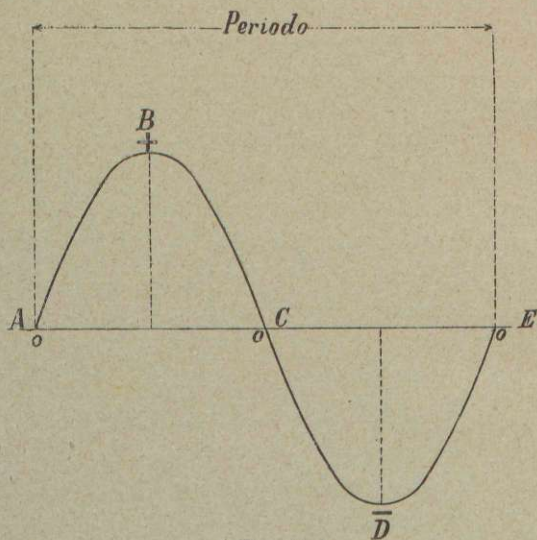
2.º *La fuerza electromotriz de la corriente inducida, es proporcional á la intensidad del campo eléctrico ó magnético, á la rapidez de la variación y á la longitud del circuito inducido sometido á su acción.*

3.º *La corriente inducida es directa, cuando la anterior del campo disminuye; é inversa, es decir, de sentido contrario, cuando aquélla aumenta.*

68.—P.—¿De qué naturaleza es la corriente inducida que se produce por el procedimiento anteriormente expuesto?

R.—Importa mucho conocer este particular, y lo explicaremos, si no con exactitud rigurosa, por modo, al menos, que sea fácil formarse concepto claro de ello.

En el experimento que como ejemplo se muestra en las preguntas 65 y 66, hemos visto que la corriente de ser nula pasa á tener un valor máximo, se anula otra vez, vuelve al máximo pero con sentido contrario, y retorna á convertirse en cero. Este movimiento sucesivo de aproximación y alejamiento del circuito cerrado, engendra en cada evolución completa una corriente



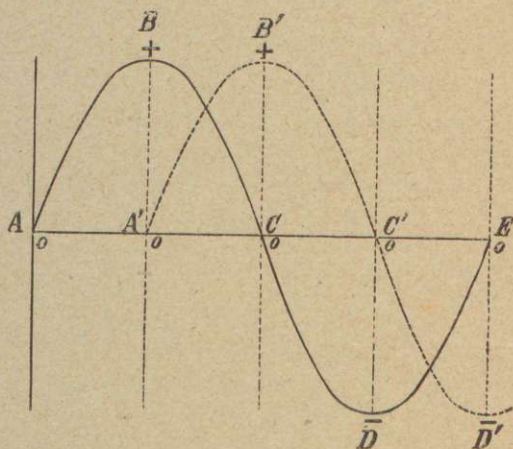
(Fig. 41)

total con dos mitades de igual valor y contrario signo, á la cual se llama **corriente alternativa simple ó monofásica** (de una sola fase).

Se puede ayudar á formar idea de una corriente alternativa de este género, por una curva en la cual las ordenadas son los diversos valores que alcanza la fuerza electromotriz, y las abscisas el tiempo.

Esta curva está representada por la línea A B C D de la fig. 41.

Un **período** es el tiempo que media desde que la fuerza electromotriz tiene cero de valor hasta que vuelve á tomarlo después de haber pasado por un máximo B, un valor nulo C y otro máximo de sentido contrario en E. Si este tiempo fuera posible representarlo gráficamente con una línea recta, la A E de la fig. 41 lo caracterizaría con toda propiedad.



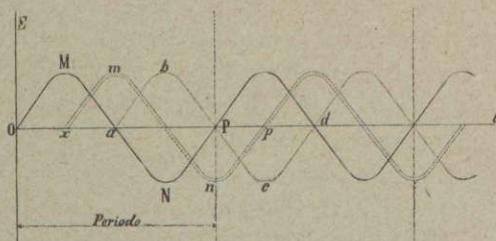
(Fig. 42)

Se llama **fase**, una variación completa de corriente A B C D E.

Si dos corrientes semejantes pasan en el mismo instante por idénticos valores, se dice que tienen el mismo período y la misma fase. Pero si estas dos corrientes semejantes y que por tanto emplean el mismo tiempo en efectuar un ciclo completo, es decir, que

tienen igual período, no pasan simultáneamente por los mismos valores, se dice que son **discordantes** (decalés): si son dos sus fases distintas y la discordancia es un cuarto de período, nómbrense **bifásicas** (fig. 42).

Si en lugar de dos corrientes considéranse tres, discordantes las unas con relación á las otras en un



(Fig. 43)

tercio de período, se obtienen corrientes llamadas **trifásicas** (figura 43). Y en general, varias co-

rrientes discordantes las unas de las otras, pero siempre con igual período, forman las corrientes **polifásicas**.

La **frecuencia** es el número de períodos por segundo.

69.—P.—Siendo **alternativa** la corriente engendrada en el inducido, ¿cómo se convierte en **continua**?

R.—Por un sencillo aparato especial llamado **conmutador** ó **colector**, de que se proveen las dinamos y con el que se consigue ó alcanza que las corrientes que recorren el circuito exterior lo efectúen siempre en la misma dirección ó sentido.

70.—P.—¿En cuántos grupos esenciales se dividen las **máquinas**?

R.—En dos: **magneto-eléctricas** y **dinamo-eléctricas**.

El campo magnético, en el cual el inducido se des-
plaza, puede ser producido, bien por un imán permanente ó ya por un electro-imán.

Las máquinas en las cuales se emplea el imán permanente, se llaman magneto-eléctricas; aquellas otras en las que el campo magnético es producido por un electro-imán, denominanse dinamo-eléctricas.

Los imanes permanentes parecen á primera vista más ventajosos, porque el entretenimiento del campo magnético que crean, no exige ningún gasto; pero como la fuerza electro-motriz de inducción es proporcional al campo magnético y éste con los electro-imanés es mucho más poderoso que el formado por los imanes artificiales, resulta que á igualdad de potencia la excitación electro-magnética permite reducir en proporciones verdaderamente notables la cantidad de hilo de la armadura, y por tanto, disminuir su resistencia, así como las diversas pérdidas de la máquina.

Así, pues, á igualdad de potencia, las máquinas magneto-eléctricas son más voluminosas y caras que las dinamos-eléctricas, razones ambas en que se apoya la justa preferencia que á éstas últimas se les dispensa para las aplicaciones industriales.

71.—P.—¿Cuáles son las **corrientes de Foucault**?

R.—Las corrientes inducidas que se desarrollan en los hilos de los electro-imanés, en los núcleos de los mismos y en las masas magnéticas desplazadas en los campos magnéticos.

Estas corrientes calientan la masa metálica que recorren y absorben así una cierta cantidad de energía.

72.—P.—¿Qué se entiende por **self-inducción**?

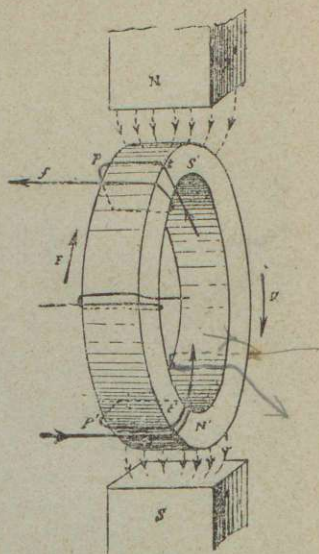
R.—Las corrientes inducidas que se desarrollan en los hilos de las bobinas de inducción cada vez que la corriente que recorre el circuito inductor, comienza,

cesa ó cambia de intensidad por una causa cualquiera.

Estas corrientes inducidas secundarias de sentido variable, debilitan ó refuerzan la corriente de inducción creada.

73.—P.—¿Dar una idea de la **teoría del anillo de Gramme?**

R.—Se compone de un anillo de hierro dulce, alrededor del cual se enrollan las bobinas. Gira en el sentido de las flechas (*fig. 44*) enfrente de los polos de un imán N S. Bajo la acción de este imán, el hierro dulce se imantará con signo contrario al del que ejerce la acción, y se obtienen otros dos polos N'S'. Quedan, pues, formados dos campos magnéticos: el superior N S' con las líneas de fuerza en la dirección del exterior al interior; y el inferior N' S, con las líneas de fuerza en la dirección del interior al exterior.



(Fig. 44)

Fijémonos en una sola bobina de las muchas que el anillo lleva, y no demos al olvido que los dos campos magnéticos quedan fijos y que entre ellos pasan las bobinas en su giro.

Supongamos un observador colocado sobre el hilo de ella, los pies en *p* y la cabeza en *t* y girando con la bobina de manera que el movimiento tenga lugar hacia

su derecha y mirando al exterior. La corriente entrará por su cabeza según la dirección f .

Admitamos que la misma espira efectúe una semi-revolución acompañándola el imaginario observador: tendrá éste los pies en p' y mirará siempre al exterior. Pero en esta posición la dirección de las líneas de fuerza es contraria al caso anterior con respecto al observador. La corriente, entrará, pues, por sus pies según la dirección f .

Así se evidencia, que las corrientes en las dos posiciones diametrales que hemos analizado, son contrarias.

En un diámetro perpendicular á la posición considerada, la **variación** del número de líneas de fuerza que atraviesan la sección de la bobina, es la mínima y cambia de signo pasando por 0; por consiguiente la fuerza electro-motriz producida exclusivamente por dicha variación, se anula y cambia también de signo, y las corrientes, por tanto, de dirección.

Resumiendo: en las dos semi-circunferencias se tienen dos corrientes de sentido contrario, y en el plano diametral horizontal dos **zonas neutras**, en las cuales no hay corriente. El máximo de la intensidad de las mismas, pertenece al hallarse en la línea de los polos, y el cero al encontrarse 90° separadas de aquella situación.

El fenómeno explicado se produce en cada revolución de la bobina, y resulta multiplicado por el número de vueltas que tiene el hilo.

Este mismo razonamiento presentado para una bobina, es á todas aplicable. Las que se encuentran enfrente del polo N, son á la vez recorridas por una

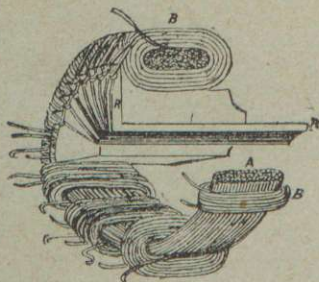
corriente directa. Y las de la otra mitad por una corriente inversa.

Si las bobinas todas se ligan entre sí, de modo que el extremo del hilo en que una concluye se une al del hilo en que la inmediata empieza, se totalizarán las corrientes producidas en cada mitad del anillo. Y si además á las dos zonas neutras hacemos llegar las extremidades de un circuito exterior, las dos corrientes se suman en cantidad en el conductor.

Este último resultado es análogo al que se obtiene con dos elementos de pila. Si se ligan los polos positivos entre sí y lo mismo se hace con los negativos, nada ocurre. Pero si el positivo y negativo resultante se unen con un circuito exterior, se totaliza en este circuito las acciones de cada elemento.

74.—P.—¿Qué son las **escobillas** y **colector**?

R.—La (fig. 45) nos muestra el anillo Gramme, en



(Fig. 45)

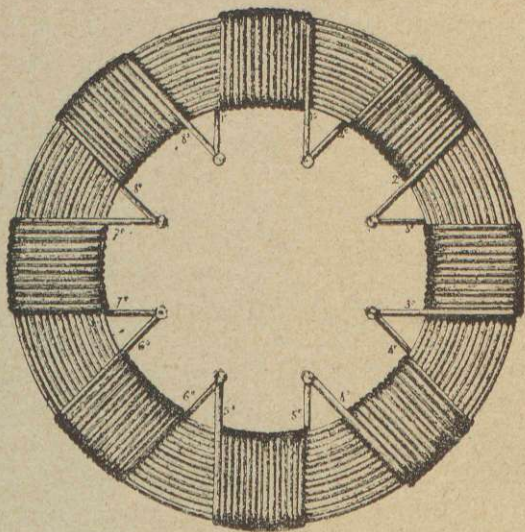
la disposición más clara para que pueda ser analizado, es decir, en corte. A, es el anillo de hierro dulce, generalmente formado por haces de hilo. B, las bobinas situadas las unas al lado de las otras, y cuyo enrollamiento alrededor del anillo de

hierro se percibe en el grabado. R, las láminas que forman el **colector**, y á las cuales se unen el extremo del hilo de una bobina y el principio del de la inme-

diata, como enseña la (*fig. 46*), solo para este objeto dibujada. Estas láminas están las unas separadas de las otras, y todas rodeando al árbol ó eje del anillo, que en la figura no está representado.

Cada placa del colector sirve de ligazón á dos bobinas consecutivas.

De manera, que si se establecen dos contactos sobre



(Fig. 46)

las generatrices situadas en la zona neutra, se recoje en estos puntos la corriente total del anillo. Este es el papel que desempeñan las **escobillas**, las cuales vienen á ser una série de láminas ó hilos de cobre, que se apoyan sobre el colector y que están ligados á los terminales que forman los polos de la máquina.

Las escobillas destinadas á recoger la corriente producida en el inducido ó armadura, están constituidas en general por un haz de hilos de cobre desnudo. Estos hilos justapuestos y formando dos ó tres capas, son soldados en reunión en una de las extremidades, y fijados en una especie de estuche ó vaina por el intermedio de un tornillo de presión. Un resorte las mantiene apoyadas sobre el colector.

El gran número de puntos de contacto que con esta disposición se establece, presenta la ventaja de disminuir las chispas, que es uno de los principales cuidados exigidos para el buen entretenimiento de las escobillas.

La extensión del contacto debe ser suficiente, para que cada escobilla toque á la vez dos láminas del colector: de no suceder esto, podría ocurrir interrupción en la corriente, cada vez que la escobilla se frotase sobre la materia aisladora que separa las láminas.

Desde hace algunos años empiezan á usarse las escobillas de tela metálica. Presentan la ventaja, de su fácil confección y gastar poco los colectores. Pero tienen el inconveniente de que su desgaste es rápido y que produciendo mucho polvo metálico que se deposita en el colector, se originan derivaciones peligrosas, á menos de sostenerlo constantemente limpio.

Se utilizan también aunque en menos escala, escobillas formadas por un bloque prismático de carbón aglomerado. La ventaja estriba, en que el colector puede indiferentemente girar en uno ú otro sentido, lo cual es muy beneficioso para los electro-motores. El inconveniente es, llenar de polvillo de carbón (que es materia conductora) el colector, y producir algunas veces chispas bastante fuertes.

Cuando se trata de máquinas destinadas á producir corrientes intensas, debe procurarse sea suficientemente amplia la superficie de escobillas que está en contacto con el colector. Pudieran, ó mejor dicho, debieran aquéllas ser lo suficientemente anchas para evitar el recalentamiento de la misma; pero como en este caso su buena colocación sobre el colector se dificultaría, resuélvese la cuestión fraccionando la escobilla en varias, colocadas unas al lado de las otras.

Cualquiera sea el sistema de escobillas que se emplee, se le debe dar notoria importancia á la posición que ocupen con respecto á la vertical.

Una vez buscada la situación en que se produce la menor cantidad de chispas, y la cual solo por tanteo es fácil determinar, deberá tenerse en cuenta, que si la intensidad de la corriente aumentase y como consecuencia de ello se produjesen, es necesario para evitarlas, correr las escobillas hacia la derecha hasta encontrar la favorable posición de las mismas.

75.—P.—¿Porqué **leyes** se rigen las **máquinas eléctricas**?

R.—Son las mismas que los fenómenos de inducción que anteriormente hemos descrito, y que más condensadas así podemos definir:

1.^a *La fuerza electro-motriz inducida, es proporcional á la intensidad del campo magnético.*

2.^a *Es también proporcional á la longitud del hilo de las bobinas.*

3.^a *Aumenta con la velocidad de rotación.*

76.—P.—¿Qué disposición tienen las máquinas de corrientes continuas?

R.—Un colector como el anteriormente descrito, el cual permite recojer en las escobillas una corriente cuyo sentido es siempre el mismo. La dinamo, es pues, de corriente continua.

77.—P.—¿Qué disposición tienen las máquinas de **corrientes alternas**?

R.—Las corrientes inducidas que se originan en el anillo, son recogidas y utilizadas tal como se producen en las bobinas. Como cambian de sentido en cada bobina á consecuencia de pasar de un campo magnético á otro en su revolución ó giro, la corriente resultante se modifica así en el mismo tiempo. Estas son las dinamos de corrientes alternativas.

78.—P.—¿De cuántos modos pueden ser **excitadas** las máquinas?

R.—De cuatro:

1.^a—**Excitación independiente.**

2.^a—**Excitación en série.**

3.^a—**Excitación en derivación.**

4.^a—**Excitación en doble circuito ó compound.**

79.—P.—¿Es de **necesidad** la excitación de las dinamos?

R.—Sí, porque en la teoría anteriormente explicada sobre el anillo Gramme, hemos partido del supuesto de un campo magnético inductor; sin decir cómo se produce. Y siendo los inductores en las dinamos electroimanes, hay necesidad de excitarlos.

80.—P.—¿En qué consiste la **excitación independiente**?

R.—Como la misma pregunta lo expresa, en que ésta se obtiene con absoluta independencia de la dina-

mo. En este sistema como con las magnetos, la fuerza electro-motriz no está afectada por los cambios de resistencia del circuito exterior. La intensidad del campo

magnético depende únicamente de la corriente excitadora, la cual se regula á voluntad (*fig. 47*).

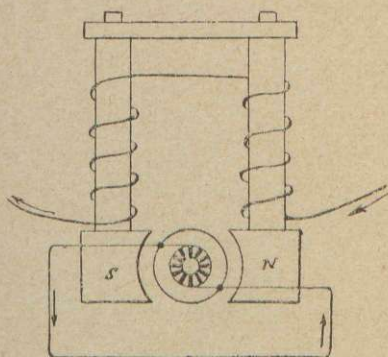
El inconveniente de este sistema está en exigir una máquina excitativa, además de la dinamo.

Las dinamos de corrientes alternativas tienen necesidad

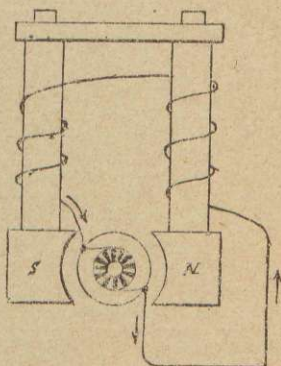
de aplicar este sistema de excitación, á menos que no se sirvan de un comutador especial, que haga continua la corriente que vaya á los inductores.

81.—P.—¿En qué consiste la **excitación en serie**?

R.—La excitación de los electro-imanes está producida en este caso por la corriente misma (*fig. 48*). El hilo de los inductores forma parte del circuito total.



(Fig. 47)



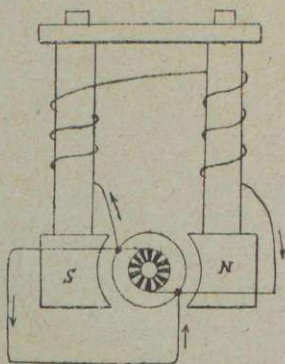
(Fig. 48)

Por esta razón y en el supuesto de ser constante la velocidad, un aumento en la resistencia del circuito exterior, se traduce en una disminución de la fuerza electro-motriz, toda vez que para vencer el aumento de resistencia hay que gastar más intensidad y con la disminución de ésta el campo magnético se debilita.

El inconveniente señalado á esta disposición, se suma con otros más de orden inferior que presenta.

82.—P.—¿En qué consiste la **excitación en derivación**?

R.—En este sistema, los electro-imanés (*fig. 49*), están alimentados por una derivación, tomada del circuito principal sobre las escobillas.



(Fig. 49)

Con esta dinamo, un aumento de resistencia en el circuito exterior, produce un crecimiento en la fuerza electro-motriz, toda vez que aumenta la intensidad en la derivación y con ella el campo magnético.

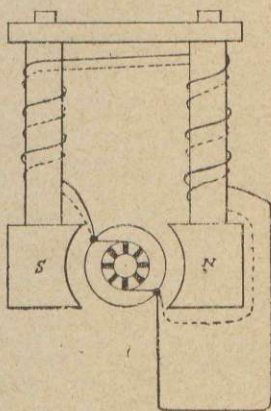
Las dinamos de este género se emplean para el alumbrado mixto, ó sea el compuesto de lámparas de arco é incandescencia, para la galvanoplastia, carga de acumuladores y otros usos.

83.—P.—¿En qué consiste la **excitación en doble circuito ó compound**?

R.—Hemos visto ya que con la excitación en série,

la fuerza electro-motriz se disminuye cuando la resistencia se aumenta, y que crece por el contrario con la excitación en derivación. Se concibe fácilmente que con un sistema que represente la combinación de ambos, se anulen estas variaciones, permaneciendo constante en dos puntos la diferencia de potencial. Este es el objeto de la **excitación en doble circuito ó compcund**, que representa la (*fig. 50*).

Los electro-imanes son excitados en parte por la corriente principal, y en parte por una derivación tomada desde los terminales de la máquina. El primer circuito en hilo grueso, el segundo en hilo fino.



(Fig. 50)

Suponiendo constante la velocidad de giro, la diferencia de potencial en los terminales de la máquina ó en un punto del circuito, permanece la misma cualquiera sean las variaciones de intensidad de la corriente que recorre el circuito exterior.

Este sistema se emplea ventajosamente para el alumbrado por incandescencia, en el cual el número de lámparas en función debe variar según las necesidades. Permaneciendo constante la fuerza-electromotriz, no hay temor de ver aumentar la intensidad luminosa de las lámparas que queden funcionando, después de apagar un número cualquiera de las que forman la instalación.

Conviene advertir que para obtener este resultado, precisa que la velocidad de la dinamo sea absolutamente la misma, á pesar de las variaciones que se produzcan en el número de lámparas encendidas ó apagadas.

84.—P.—¿Antes de poner en movimiento una dinamo, el campo magnético que tiene á qué es debido?

R.—**Al magnetismo remanente.**

La primera excitación de la dinamo se efectúa en los talleres de construcción, en los cuales ensayan las máquinas antes de enviarlas á sus destinos. A consecuencia de este primer trabajo, los electro-imaness quedan cebados, digámoslo así, conservando una imantación suficiente para excitarse la máquina por sí misma.

Si llegara á hacerse muy débil, bastará al ponerla en movimiento, cerrarla en corto-circuito, en el supuesto de que la dinamo está excitada en série.

85.—P.—¿Qué se entiende por **reversibilidad de las máquinas eléctricas**?

R.—La propiedad de que gozan, en poder transformar indiferentemente el trabajo mecánico en energía eléctrica, ó la energía eléctrica en trabajo mecánico. Al estudiar la teoría del anillo Gramme, hemos visto, que el movimiento de rotación produce una corriente. Recíprocamente, si se envía una corriente al anillo, se pone éste á girar espontáneamente.

Si se utiliza una corriente bastante enérgica y el anillo se liga á una herramienta ó utensilio cualquiera, podrá producirse un trabajo mecánico.

De esta experiencia se ha deducido la **transmisión eléctrica de la fuerza.**

86.—P.—¿Qué rasgo caracteriza las **máquinas multipolares**?

R.—Estas máquinas se diferencian de la Gramme anteriormente descrita, en que en lugar de adoptar dos polos magnéticos, se puede disponer un número mayor de ellos, situándolos dos á dos en las extremidades de un mismo diámetro.

Se forman, por lo tanto, tantos campos magnéticos como dobles polos tiene el inductor total, y las bobinas inducidas al recorrerlo, originan en cada uno de ellos una acción análoga á la que se explicó en la teoría del anillo.

Podemos condensar la explicación sobre estas máquinas, diciendo que tienen varios campos magnéticos.

Comparada con la Gramme de análogas dimensiones, estriba su ventaja, en que para una misma velocidad ó número de revoluciones, se obtiene una corriente más enérgica.

Hay necesidad de colocar tantas escobillas como campos magnéticos, si bien hay disposiciones especiales que permiten reducir á dos las escobillas.

87.—P.—¿Qué se entiende por **rendimiento eléctrico** de una dinamo?

R.—La relación entre la *potencia eléctrica útil* y la *potencia eléctrica total* de la máquina.

A que la potencia eléctrica útil sea más pequeña que la total desarrollada en la dinamo, contribuyen causas que no es posible hacer desaparecer por completo.

Las resistencias pasivas, el paso de la corriente en el hilo inducido y la histeresis, son las más importantes y no pueden suprimirse por cuidadosa que sea la construcción de la dinamo.

Puede decirse que solo estas causas enunciadas y que tanto debilitan la corriente producida, forman los $\frac{2}{3}$ de la pérdida total, la cual varía de 4 á 15 por 100 de la potencia eléctrica en conjunto generada por la máquina.

Dicho por modo más claro: el rendimiento eléctrico de las dinamos de corriente continua, no es en ningún caso inferior á 85 por 100 y puede elevarse hasta 96 por 100.

88.—P.—¿Qué se entiende por **rendimiento industrial** de una dinamo?

R.—La relación entre la *potencia útil* y la potencia suministrada á la dinamo, si ella está movida por correas: en el caso de acoplamiento directo la relación entre la *potencia eléctrica útil* y la *potencia indicada por el diagrama*.

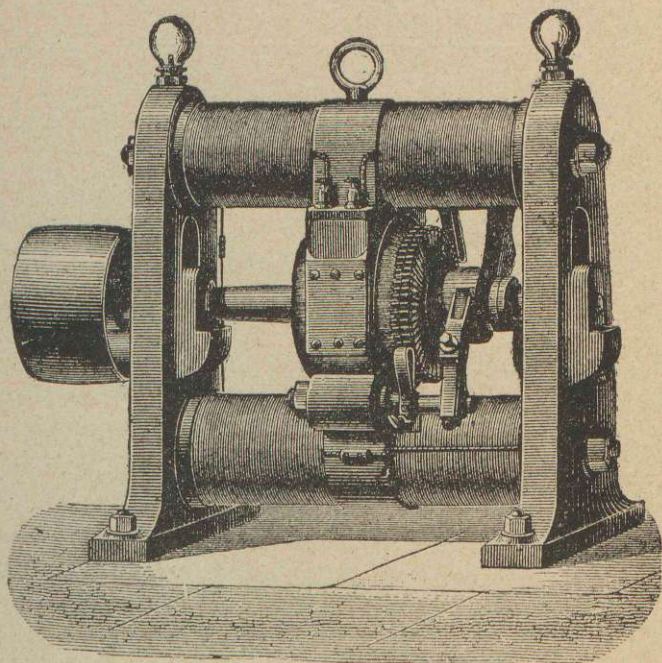
La potencia utilizable de la dinamo, puede expresarse, como ya se sabe, en caballos de vapor, bastando para ello dividir por 736 el producto de los volts por los amperes. El cociente de dividir esta cantidad así expresada por el número de caballos que el motor suministra á la dinamo, ó los que el diagrama acusa (caso de acoplamiento directo), ese será el rendimiento industrial, que es el que interesa conocer en las aplicaciones.

89.—P.—¿Describir la **dinamo Gramme, tipo de taller** de corriente continua?

R.—Por lo que al anillo respecta, es innecesario, después de lo expuesto en la pregunta 73.

Esta máquina que representamos en la (*fig. 51*) está constituida por un poderoso electro-imán de fundición,

provisto de dos piezas polares que envuelven á la armadura ó inducido en sus tres cuartas partes. El electroimán está unido al basamento también fundido, y el cual lleva los dos soportes verticales destinados á recibir el eje de la armadura y la polea.



(Fig. 51)

Así, pues, la placa que sirve de base á la dinamo, los núcleos de los electros, las piezas polares y los soportes, todos estos elementos forman una sola pieza de fundición, siendo este uno de los rasgos característicos de esta máquina.

La tabla siguiente presenta las características correspondientes á los diferentes modelos de este tipo que se construyen.

Número de las máquinas	Número de revoluciones por minuto	Intensidad en amperes	Diferencia de potencial en los bornes en volts	Peso de las máquinas en kilogramos	Precio en pesetas
1	600	550	70	4,300	6,500
>	>	375	110	>	>
>	>	187	210	>	>
2 bis	725	470	70	3,335	5,400
>	>	300	110	>	>
>	>	150	210	>	>
2	800	350	70	2,320	4,200
>	>	225	110	>	>
>	>	112	210	>	>
3	1,000	230	70	1,250	3,000
>	>	150	110	>	>
>	>	75	210	>	>
4 bis	1,100	220	55	1,100	2,400
>	>	170	70	>	>
>	>	110	110	>	>
>	>	55	210	>	>
4	1,200	150	55	710	1,700
>	>	115	70	>	>
>	>	75	110	>	>
>	>	40	210	>	>
5	1,400	80	55	445	900
>	>	60	70	>	>
>	>	40	110	>	>
6	1,500	40	55	260	600
>	>	30	70	>	>
>	>	20	110	>	>
7	1,500	20	55	170	500
>	>	14	70	>	>
8	1,600	10	55	108	400
9	2,000	10	25	45	300

90.—¿Describir la **máquina Siemens?**

R.—En esta dinamo, la armadura está de tal modo dispuesta, que el hilo que forman las bobinas inducidas

apenas si presenta partes internas, no sometidas á la acción de los electros.

En la armadura Gramme, la parte exterior de los hilos de las bobinas está sometida á la acción de los electros, pero la interior viene á ser una resistencia inútil. Este inconveniente lo salva la armadura Siemens.

El inducido se compone de un núcleo cilíndrico formado de discos de hierro aislados los unos de los otros y rodeado de hilo; pero éste está enrollado en el sentido longitudinal y solamente sobre la parte exterior. La porción de hilo que se crüza sobre las bases del cilindro queda sin acción útil. Pero este inconveniente se compensa en parte con darle al cilindro más longitud, pues, generalmente esta es 1'5 veces el diámetro.

Los demás elementos de la máquina son análogos á la Gramme.

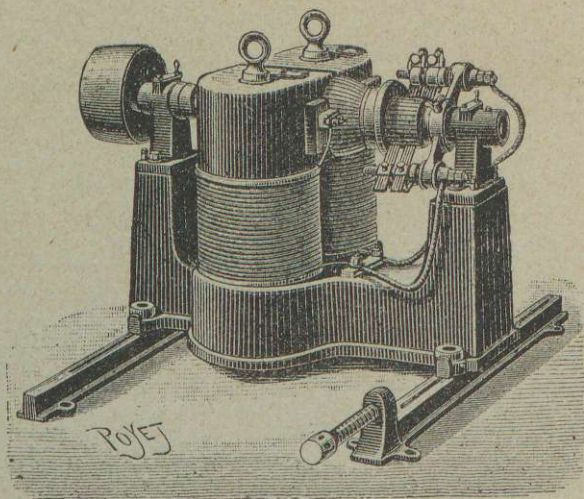
Las características de los diferentes tipos están señalos en la tabla siguiente:

TIPOS	Intensidad en ampéres	Diferencia de potencial en volts	Número de revoluciones por minuto	Fuerza motriz necesaria en caballos
D ²	40	»	600	4
D ⁷	25	»	950	3
D ⁶	20	»	1,300	2
S D ⁸	12	»	950	6
S D ⁷	12	»	950	3
S D ²	40	110	1,100	7
S D ³	30	110	1,300	5 $\frac{1}{2}$
S D ⁷	24	110	1,500	4 $\frac{1}{2}$
S D ⁶	20	66	1,600	2 $\frac{1}{2}$
S D ⁵	16	50	1,500	1 $\frac{1}{2}$

91.—P.—¿Describir la máquina Edison?

R.—En la construcción de esta máquina representada por la (*fig. 52*), no se observa ningún principio particular. Participa de la Gramme y de la Siemens, constituyendo únicamente novedad en ella, las crecidas dimensiones dadas al inductor.

Este se compone de dos bobinas verticales de mucha



(Fig. 52)

altura, reunidas en sus extremidades inferiores por un blok de hierro de grandes dimensiones, con lo que se forma un poderoso electro-ímán. Terminan por su parte alta en dos piezas macizas de hierro que constituyen los polos magnéticos, entre los cuales gira la armadura.

Las bobinas que forman el anillo inducido están en número impar, contrario á lo que ocurre en las otras máquinas. Esta disposición presenta la ventaja de que nunca se encuentran dos en situación diametralmente

opuesta, y las escobillas, por tanto, no pueden poner á la vez más que una en corto circuito.

La principal aplicación de la máquina Edison, es al alumbrado por incandescencia. Sus inductores están excitados, bien por una derivación de la corriente de la dinamo ó ya por el sistema compound.

La tabla siguiente indica los tipos más generalizados en la industria:

Dinamos con excitación derivada ó compound y masas polares inferiores

Tipos	Potencia en watts	Capacidad en lámparas de 10 bujías de 4 watts	Intensidad normal en ampéres. Bobinas para			Peso Kilog.	Número de revoluciones	Diámetro de la polea mm.	PRECIO PESETAS	
			55 volts	75 volts	110 volts				Excita- ción derivada	Excita- ción com- pound
1	2,200	55	40	30	20	330	1,400	180	800	825
2	4,400	110	80	60	40	490	1,400	220	1,200	1,250
3	8,800	220	160	120	80	1,045	1,150	350	2,000	2,075
4	17,600	440	320	240	160	1,520	1,000	280	3,000	3,100
5	26,400	680	480	376	240	2,670	900	350	3,000	4,000
6	35,000	880	640	504	320	3,370	800	400	5,400	5,500
7	55,000	1,375	1,000	733	500	4,675	650	450	7,500	7,650
8	98,000	2,220	1,600	1,200	800	11,750	379	800	14,000	

92.—P.—¿Describir las dinamos **multiplex Sauter et Lemonier**?

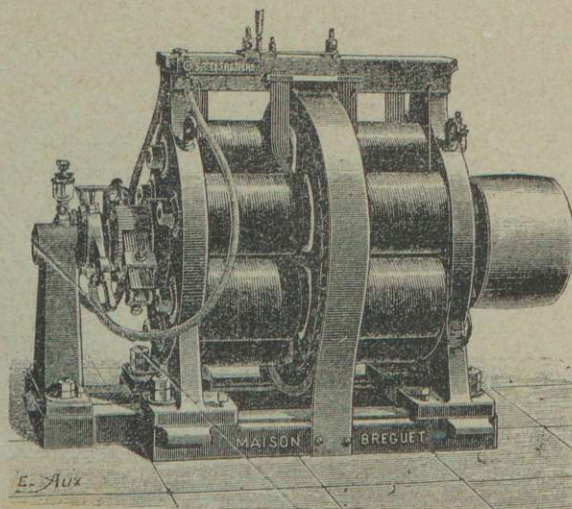
R.—En la pregunta 86 hemos expuesto lo necesario para apreciar en qué estriba la especialidad de estas máquinas.

Solo agregaremos aquí sus características, que pone de manifiesto la siguiente tabla:

Tipos	Revoluciones por minuto	Intensidad ampères	Fuerza electromotriz volts	Peso kilogramos	Fuerza motriz caballos
Duplex	900			1,500	
Z b		500	75		44
Z c		400	70		44
Z d		250	105		52
Triplex	600			2,000	
S b		600	55		43
S c		500	50		56
S d		400	105		68
Cuadruplex	400			4,800	
R b		1,900	55		150
R c		1,500	70		
R d		1,000	105		

93.—P.—¿Describir la **dinamo Desroziers?**

R.—Esta máquina (*fig. 53*) que construye la casa Bréguet, se distingue de las dinamos precedentes en lo siguiente:



(Fig. 53)

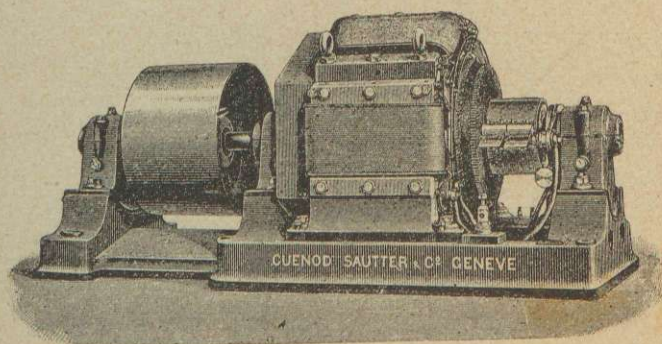
- 1.º El inducido tiene la forma de disco.
- 2.º El anillo ó tambor de hierro, que en todas constituye el núcleo del inducido, está en ésta eliminado.
- 3.º El sistema inductor es multipolar.

En los buques de la marina francesa tiene mucha aplicación este tipo.

A continuación presentamos algunas características:

TIPOS	AMPÉRES	VOLTS	Número de revoluciones por minuto	PRECIO
M $\frac{435}{175}$	125	70	350	4,200
M $\frac{550}{220}$	200	70	350	5,550
M $\frac{550}{260}$	300	70	350	6,500
M $\frac{550}{560}$	150	100	350	6,500
M $\frac{650}{240}$	300	100	350	8,000

94.—P.—¿Describir las máquinas **Thury**?



(Fig. 54)

R.—Estas máquinas (*fig. 54*) según su potencia, tienen 2, 4, 6, 8 ó 12 polos.

Los tipos bipolares no presentan ninguna novedad importante. El inducido es de tambor y con un número impar de secciones.

Se construyen estas máquinas para todos los voltajes é igualmente se aplican á la electro-química, electro-metalurgia, alumbrado, tracción, transporte de fuerza y distribución de trabajo.

Las escobillas se reemplazan por frotadores de carbón cobreado de forma trapezoidal, que mantienen al colector sin polvo y suprimen las chispas.

95.—P.—¿Describir la **dinamo Alioth**?

R.—Las máquinas de corriente continua construídas por la *Société d'électricité Alioth*, son generalmente conocidas con el nombre de dinamos Helvetia.

El inductor y la armazón de la dinamo, son dos piezas de fundición. Se ligan por bridas horizontales y tornillos, cuyas cabezas quedan al exterior. La pieza inferior vá además unida á la placa de asiento, de la que forma parte, la cual á su vez conlleva los soportes con sus correspondientes cojinetes de bronce para descanso del inducido.

Los núcleos de los electro-imanés son también de fundición y están colocados á 45 grados de la vertical, fijados con tornillos exteriores. El hilo de los electros está enrollado directamente sobre el núcleo, sin interposición de ningún carrete ó bobina de madera ó metal.

Tanto por el lado de la polea como por el del colector, el inducido queda cerrado con una plancha bombeada y agujereada.

El inducido es de tambor y constituye su núcleo una serie de discos de planchas de 5 milímetros de grueso, unidos por grupos de veinte y aislados eléctricamente los unos de los otros. Los grupos de los discos están separados por intervalos de 3 milímetros. Los demás detalles de la disposición anterior aseguran una circulación de aire muy activa, objetivo altamente beneficioso y á cuyo logro tiende esta disposición.

Las demás secciones del enrollamiento están formadas por marcos con 3, 4, ó 6 hilos aislados y recubiertos con cinta, ó bien por barras de sección rectangular fabricadas *ad hoc* y cubiertas también con la misma cinta.

Para fijar estos diversos marcos que constituyen las secciones, tienen las planchas del núcleo unos rebajos, en los que ajustan exactamente. Diversas ligaduras de hilo de bronce, impiden que bajo la acción de la fuerza centrífuga desarrollada con el giro, tengan movimiento las secciones diversas.

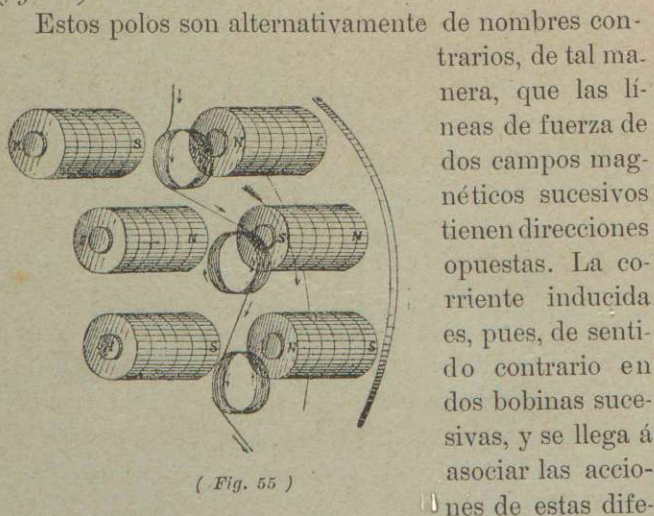
El porta-escobillas está formado por una pieza de fundición que se ajusta en la envuelta esférica. La regulación de las escobillas puede hacerse, bien por un tornillo tanjente ó ya por un piñón con volante á mano como se verifica en las de gran potencia.

Las dinamos Helvetia están todas provistas de engrasadores automáticos de anillo.

Se construyen para potencias que varían desde 1 hasta 340 kilowatts y con una diferencia de potencial en las bornas de 100 á 1,000 volts.

96.—P. —¿Dar una lijera idea sobre la **teoría de las máquinas de corrientes alternativas?**

R.—Las bobinas inducidas están colocadas sobre el contorno de una circunferencia ó disco, y se mueven entre los polos opuestos de dos series de electro-imanés (fig. 55.)



Estos polos son alternativamente de nombres contrarios, de tal manera, que las líneas de fuerza de dos campos magnéticos sucesivos tienen direcciones opuestas. La corriente inducida es, pues, de sentido contrario en dos bobinas sucesivas, y se llega á asociar las acciones de estas diferentes corrientes, reuniendo las bobinas en la forma que la figura enseña; es decir, con hilo continuo y cambiando el sentido de enrollamiento en cada bobina.

Además como el sentido de la corriente se modifica en cada bobina, cuando ésta pasa de un campo magnético á otro, se cambia á la vez en todas las bobinas y por consiguiente en el circuito exterior, entre las escobillas, en las cuales la corriente se reasume.

Como la velocidad de rotación es considerable, los pasos de las bobinas de los electros se suceden á intervalos sumamente pequeños. Se obtiene, pues, una serie no interrumpida de corrientes instantáneas y alterna-

tivas, que es posible utilizar recogiénolas por medio de un colector, para distribuirlas en un circuito exterior.

El colector de la dinamo de corrientes alternativas, difiere bastante del de las de corriente continua.

El procedimiento que se sigue para recoger las corrientes generadas en un alternador ordinario es, ligar las extremidades del enrollamiento cuando las diversas secciones están agrupadas en serie ó las extremidades de los diversos circuitos si lo forman secciones agrupadas en cantidad, á dos anillos metálicos aislados montados sobre el eje y en cada uno de los cuales se apoya una escobilla.

Si el inducido no es movable, como en algunas máquinas ocurre, entonces bastan dos bornas á las cuales se unen las extremidades del circuito inducido y ellas aseguran la comunicación con el circuito de utilización.

En los alternadores polifásicos, la disposición para recoger la corriente es análoga á la descrita para las máquinas alternativas simples; solo varía el número de anillos.

Explicada la teoría de las máquinas de corrientes alternas y antes de describir los diversos tipos de éstas más generalmente aceptados, parécenos oportuno en este lugar exponer brevísimas y compendiadas consideraciones, que sirvan para dar una idea al lector, de la comparación que sobre ventajas é inconvenientes de las dinamos de corrientes continuas y las alternas, puede formularse.

1.º Corrientes continuas.—Presentan las ventajas siguientes:

Al emplearlas con tensiones bajas, se aleja todo género de peligro en su utilización. La canalización es, por tanto, sumamente sencilla. Como su empleo no requiere aparatos intermediarios, se ahorra en ellas las pérdidas de energía que toda transformación en sí lleva. Se las puede utilizar en la carga de acumuladores y en la trasmisión de fuerza. Las dinamos para esta clase de corrientes son fáciles de agrupar y poner en circuito, lo que simplifica la instalación en las fábricas.

Pero tienen el inconveniente de exigir un gasto subido de cobre, limitando á zona pequeña su acción.

Así, pues, el sistema de dos conductores, casi no tolera un radio de acción superior á 500 metros. Este hecho obliga á que las fábricas ó estaciones de electricidad tengan necesidad de implantarse en los puntos más céntricos, es decir, en aquellos en que siempre el terreno es más caro.

2.º Corrientes alternativas.—El empleo de las corrientes alternativas y los transformadores, permiten hacer uso de conductores de pequeño diámetro, ensanchando así la zona de aplicación; no es necesario, por tanto, establecer la fábrica en los centros de población; lo cual, además de originar economías en los gastos de instalación, permite poder utilizar cualquier salto de agua que existiera en las afueras.

Pero este sistema necesita de las altas tensiones. Si el conductor puede ser de pequeño diámetro, en cambio se requiere que su aislamiento sea perfecto, y la economía realizada en el costo del cobre quizás quede compensada, por los conductores subterráneos y los importantes gastos de canalización que se hacen necesarios.

Las altas tensiones pueden producir accidentes é incendios.

Las dinamos de corrientes alternativas tienen menos rendimiento que las de corriente continua. En las primeras se estima en un 75 á 80 por 100, mientras que las últimas dan de un 90 á 95 por 100.

Las dinamos de corrientes alternativas presentan dificultad para su acoplamiento.

Los transformadores, que son indispensables para el empleo de las corrientes alternas, absorben en pura pérdida una cierta cantidad de energía, sobre todo si ellos no producen el trabajo para el cual han sido contruidos.

Las corrientes alternativas destruyen las lámparas más rápidamente que las continuas.

Las lámparas de arco dan una luz más débil proporcionalmente á la energía consumida, con las corrientes alternativas. Obedece esto, á que con las corrientes continuas, en el carbón superior que es siempre el positivo, se forma un hueco ó cráter, que llevado á la incandescencia, envía rayos luminosos muy intensos que se reparten en forma de cono y producen una gran cantidad de luz en la dirección más conveniente.

Ultimamente las corrientes alternativas no pueden, al menos hasta ahora, emplearse en la carga de acumuladores.

97.—P.—¿Describir la **dinamo Siemens de corrientes alternativas**?

R.—Sobre el principio explicado en preguntas anteriores, está basada la construcción de la máquina de Siemens.

Se compone de dos órdenes fijos de electro-ímanes, dispuestos de manera que dos campos magnéticos sucesivos estén inversamente orientados.

Las bobinas inducidas giran entre estos electros, que se excitan por medio de una máquina independiente de corriente continúa. El número de bobinas es igual al de campos magnéticos.

El núcleo de los electros está formado por barras cilíndricas de hierro dulce, sobre las cuales se enrolla el hilo inductor.

La armadura se compone de dos placas metálicas, cuya separación se sostiene mediante unos trozos de madera, alrededor de los cuales se enrolla el hilo inducido. Los extremos de este hilo vienen á morir á dos anillos metálicos constituyendo el colector, y sobre los cuales se apoyan las escobillas.

Los tipos más usuales de máquinas Siemens de corrientes alternativas para alumbrado por incandescencia, son los siguientes:

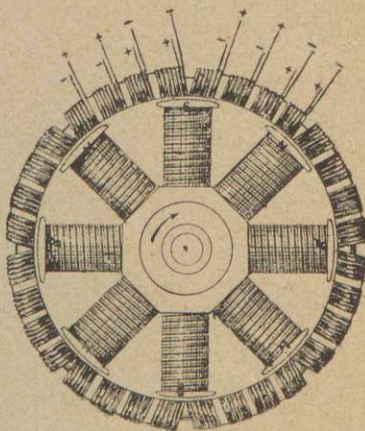
Tipos	Número de lámparas de 16 á 20 bujías	Revoluciones por minuto	Fuerza motriz necesaria en caballos	Tipo de la máquina excitadora
W ₁₁	500	1,100	55	D ₇
W ₁₂	325	1,200	35	D ₆
W ₁₆	250	1,300	28	D ₆
W ₁₃	150	1,450	17	D ₅

98.—P.—¿Describir la **dinamo Gramme de corrientes alternativas?**

R.—En la máquina Gramme de corrientes alternativas, el inducido es fijo y los inductores son los que giran.

Examinando el diagrama de la (*fig. 56*), se vé que el inducido ó armadura está formado de una série de bobinas de hilo de cobre, enrollado sobre un núcleo anular de hierro dulce.

Los inductores los constituyen, electro-ímanes fijados radialmente alrededor del eje central y provisto de masas polares, que quedan muy próximas á las bobinas inducidas.



(Fig. 56)

Los polos de los inductores están alternados. De manera que á un polo S siga siempre uno N.

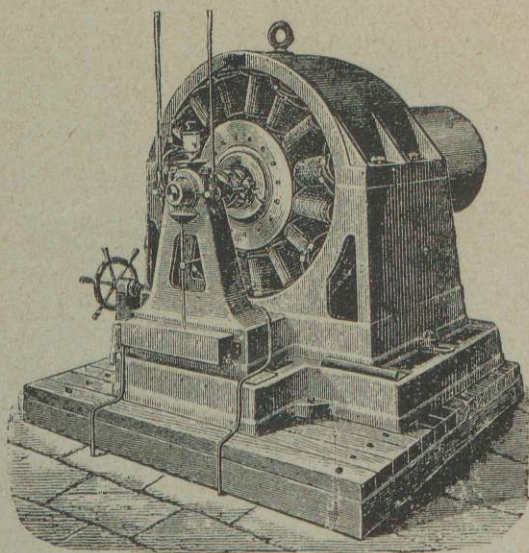
En el giro de los inductores, las piezas polares pasando delante de las bobinas, dán nacimiento en estas últimas á una corriente; y como los polos de los inductores son alternativamente **norte** y **sur**, las corrientes inducidas en cada bobina cambian de sentido á cada instante.

La corriente excitadora de los inductores, proviene de una máquina separada de corrientes continuas. Pero para más sencillez, facilidad y economía en el conjunto,

las máquinas Gramme, últimos modelos, aunque se componen en realidad de dos máquinas distintas, están ambas montadas sobre el mismo eje y puestas simultáneamente en movimiento. Una es una dinamo de corrientes alternativas; la otra sirve de excitatriz y es de corriente continua.

99.—P.—¿Características de la **dinamo Westinghouse de corrientes alternas?**

R.—Estas dinamos (*fig. 57*)-se emplean para la



(*Fig. 57*)

distribución por transformadores, según los tipos siguientes:

	Tipos		
	1	2	3
Número de lámparas . . .	650	1,300	2,600
Corrientes en amperes . . .	35	65	180
Volts	1,050	1,050	1,050
Número de revoluciones. . .	1,000	1,000	1,000

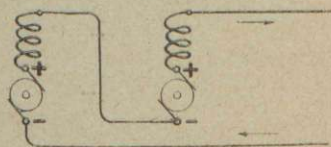
100.—P.—¿Características de la **dinamo Zipernowsky de corrientes alternas?**

R.—Esta dinamo destinada á la distribución por transformadores, comprende los modelos siguientes.

TIPO	1	2	3	5	6	7	8
Volts á los bornes	1,100	2,000	2,000	3,010	5,000	5,000	5,000
Potencia en watts	10,000	20,000	30,000	50,000	80,000	160,000	380,000
Revoluciones. . .	830	830	625	500	500	170	125
Número de polos	6	6	8	10	14	33	40
Peso en kilogs. .	5	5	1,700	3,700	6,000	11,000	23,000

101.—P.—¿Cómo se **agrupan en série ó tensión** las dinamos de corrientes continuas?

R.—Lo mismo que los elementos de pila, las dinamos de corrientes continuas pueden ser acopladas en tensión y en cantidad; pero el diferente modo de excitación de éstas, es un nuevo factor del problema que lo hace algo más complicado.



(Fig. 58)

Explicaremos la manera de proceder en cada caso.

1.º Si los inductores están excitados en **série** (fig. 58), se reúne el terminal — de una dinamo al + de la otra; el circuito

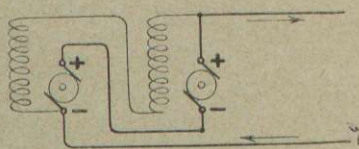
exterior se liga con el terminal $+$ de la primera y con el $-$ de la segunda.

Las máquinas que así se asocien, deben estar construidas para producir la misma intensidad. De no ser esto, existe gran exposición en quemar los hilos.

2.º Si los inductores están excitados en **derivación** (fig. 59), no es posible reunir las dinamos en **série**, quedando cada una con su

excitación propia.

Se liga el terminal $-$ de una máquina al $+$ de la otra, el circuito exterior se forma uniendo el terminal $+$ de la

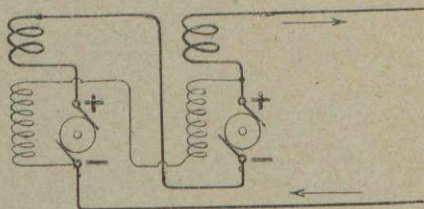


(Fig. 59)

primera con el $-$ de la segunda; y después se une el hilo derivado de los inductores, á el terminal $+$ de la primera y al $-$ de la segunda.

3.º Si el enrollamiento de los inductores es **compound**, que es el caso más general (fig. 60), se reúnen los hilos gruesos como en el caso 1.º y los finos como en el 2.º

Como cuando las máquinas están excitadas en derivación, es conveniente colocar

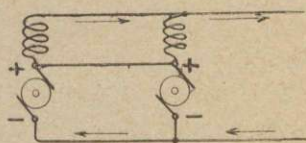


(Fig. 60)

un regulador de corriente en el hilo derivado. Si el número de revoluciones se altera, este aparato permite regular la corriente.

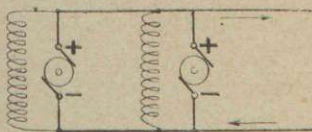
102.—P.—¿Cómo se acoplan en **cantidad ó paralelo** las dinamos de corrientes continuas?

R.—1.º Si los conductores están excitados en **série** (fig. 61), se unen los dos terminales + de las máquinas y los dos —; entre los terminales + se coloca también un hilo fino que toma el nombre de **hilo de equilibrio**.



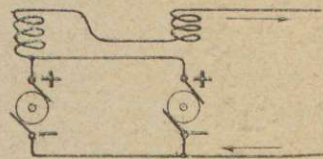
(Fig. 61)

2.º Si los inductores están en **derivación** (fig. 62), se ligan los dos terminales del mismo nombre de la máquina y las extremidades correspondientes de dos circuitos inductores.



(Fig. 62)

tienen enrollamiento **compound** (fig. 63), se procede como en el caso de los inductores en **série**: además se ligan los extremos de los hilos finos, al hilo de equilibrio por un lado y por otro á los terminales negativos.



(Fig. 63)

103.—P.—¿Cómo se **asocian** las dinamos de **corrientes alternativas**?

R.—Desde luego no cabe acoplarlas en tensión, porque las fases de las dos máquinas llegarán á quedar en oposición, en cuyo caso el sistema estará en equilibrio estable y las fuerzas electro-motrices quedarán también en oposición.

La única forma de hacerlo es en **cantidad**, y para ello se necesita llenar dos condiciones esenciales:

1.^a Que las dos dinamos produzcan en cada segundo, el mismo número de alternaciones en la corriente.

2.^a Que el mismo período ó fase de la corriente, se produzca en el mismo tiempo para cada dinamo.

104.—P.—Para la **instalación** de las **dinamos** ¿qué precauciones deben observarse?

R.—*a*).—Se instalarán las máquinas en locales secos, ventilados y frescos para no estropear el aislador.

b).—El sitio que se elija debe permitir fácil acceso á todos los órganos, para que puedan ser registrados.

c).—La dinamo debe fijarse en tales condiciones de rigidez, que preste suficiente garantía contra toda especie de vibraciones. Echando esto al olvido, el colector se estropea rápidamente.

d).—En las instalaciones abordo, se recomienda no solo la solidez de los asientos, sino también que el eje del inducido esté en dirección paralela al plano longitudinal del buque.

e).—El sitio más económico en los vapores mercantes para la instalación de las dinamos, es la cámara de máquinas, pero no es el más conveniente para su conservación.

f).—Al montar la armadura debe cuidarse no se estropee el devanado, para lo cual se le apoya ó hace descansar en almohadillas de paño.

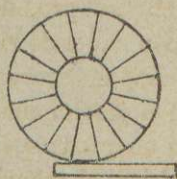
g).—Es interesante que el zócalo ó almacén de la dinamo, se adapte bien á la placa de asiento. De no guardarse esta precaución, la situación de la máquina

queda falseada cuando se aprietan los pernos de sujeción.

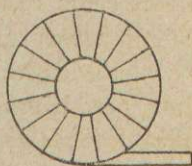
105.—P.—¿Qué **cuidados** deben observarse con las **escobillas**?

R.—Evitar á toda costa las causas que puedan originar las chispas que se producen entre las escobillas y el colector, las cuales deterioran rápidamente á éste.

Como el contacto entre estas partes se establece por frotamiento, debe procurarse que sin dejar de ser aquél perfecto, no sea muy grande la presión que la escobilla ejerce, porque gastaría las láminas del colector.



(Fig. 64)



(Fig. 65)

Las escobillas deben limpiarse de tiempo en tiempo, con alcohol ó petróleo. Pero para ello se sacan de su sitio, y solo se colocan después de bien secas.

Nunca debe levantarse una escobilla estando la máquina en movimiento. La chispa de ruptura que se produce, es la más peligrosa.

Para las escobillas que se aplican tangencialmente (*fig. 64*), debe procurarse no rebasen de 4 á 5 milímetros el punto de contacto. Las que se utilizan en cuña (*fig. 65*), deben tocar al colector en toda su superficie oblicua.

Mientras que están en contacto, evítese dar movimiento á la máquina hacia atrás.

Siempre que la dinamo esté en reposo, las escobillas estarán levantadas.

Procúrese con el mayor esmero no exista polvo ni aceite en los soportes, tornillos y demás elementos de estos aparatos.

106.—P.—¿Qué **cuidados** deben observarse con el **colector**?

R.—*a*).—Debe procurarse mantenerlo en un perfecto estado de limpieza. Ni polvo ni humedad de ningún género, debe contener su superficie.

b).—Si como consecuencia de chispas producidas, sufre algún deterioro, puliméntese con papel de vidrio. Si las irregularidades no desaparecen, puede recurrirse á la lima, pero hágase uso de ella con mucho cuidado, porque si después de esta operación no queda la superficie perfectamente circular y cilíndrica, el remedio se convertirá en daño.

c).—Después de cada parada, conviene pasar por la superficie del colector un paño seco, ó mejor todavía, emplear un fuelle de mano. El polvo que se produce con el frotamiento de las escobillas sobre aquél, es sumamente perjudicial y debe hacérsele desaparecer.

d).—La reparación del colector por sencilla que parezca, es práctico no confiarla sino á obreros muy experimentados.

e).—Si durante la marcha y por el efecto rotatorio de la armadura, algunas gotas de aceite caen sobre el colector, se le debe secar cuidadosamente con un lienzo, procurando no emplear en la operación más que una

sola mano. Esta precaución es general para toda faena que se practique con la dinamo en movimiento.

f).—La desaparición de chispas entre el colector y las escobillas debe procurarse, variando el emplazamiento de estas últimas entre los límites razonables, graduando su contacto, ó utilizando los medios que para este objeto poseen algunas dinamos.

107.—P.—¿Qué **cuidados** requiere el **inducido**?

R.—Generalmente, las averías que con más frecuencia suelen presentarse en la armadura consisten, en falta de aislamiento en el hilo de alguna bobina, en la rotura del mismo, y también en una comunicación entre las extremidades de la misma sección, en cuyo caso se quema el aislador, lo mismo que cuando el polvillo comunica dos láminas; unión defectuosa con el colector de aquellas extremidades; y por último, falta de aislamiento.

Es defecto este que generalmente se manifiesta por chispas en el colector, y que cabe remediarlo con los recursos de á bordo, sin enviar la dinamo al taller.

Reconocido que la bobina es la defectuosa, y si se trata de un inducido Gramme, en el cual aquéllas están situadas en líneas paralelas é independientes, se procede á desenrollar el hilo de la misma, fijándose mucho en el número de vueltas que tiene en el sentido del enrollamiento.

Lo más radical, si existe á bordo hilo apropiado, es reemplazar el defectuoso por otro nuevo; pero si no lo hubiese, se le quita al antiguo la parte que esté dañada, se le empalma convenientemente, se recubre con materia aisladora, procediéndose después á enrollarlo de nuevo.

Como consecuencia del empalme, soldaduras y recubierto, fácil es que la bobina adquiera mayor diámetro del conveniente, si el número de vueltas es el mismo. Se remedia esto disminuyendo algunas de éstas; el único perjuicio es que se reduce, aunque de una manera apenas sensible, el trabajo de la dinamo.

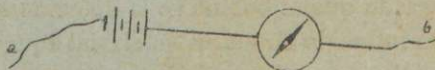
Las soldaduras deben siempre hacerse, valiéndose de la resina y no empleando ácidos.

Con inducidos del género Siemens, en que las bobinas unas á otras se recubren, ya es más difícil atender debidamente á la vigilancia y reparación de tan importante órgano. La remisión al taller de la armadura es lo más recomendado.

108.—P.—¿Qué precauciones y cuidados deben tenerse en el **manejo de las dinamos?**

R.—a).—El primero y más esencial consiste en asegurarse que todos los elementos en los cuales el aislamiento es una necesidad, la llenen debidamente.

Los porta-escobillas y los terminales deben estar aislados del resto de la máquina; la dinamo es neces-



(Fig. 66)

rio que lo esté de la tierra; y últimamente no debe existir ninguna comunicación entre el enrollamiento y las masas metálicas.

Cerciorarse de estos extremos, es asegurar el buen funcionamiento de la dinamo, y puede tal seguridad obtenerse empleando el siguiente procedimiento: Se coloca un galvanómetro (*fig. 66*) en el mismo circuito

que una pila; y si ahora se toca simultáneamente con los dos extremos del hilo *a b* en puntos que deben estar aislados el uno del otro, el galvanómetro no debe acusar ninguna desviación de su aguja.

Para cerciorarse, por ejemplo, si un terminal está aislado del batiente de la máquina, no hay más que tocar con el extremo *a* á éste y con el *b* al terminal; si el aislamiento es perfecto, no debe pasar corriente.

De la misma manera pueden ensayarse las diferentes bobinas de la máquina. Un extremo del hilo de una de ellas se liga en *a* el otro en *b*. Si hay solución de continuidad, es decir, si el hilo no está interrumpido, la aguja del galvanómetro debe desviarse. Lo contrario, indicará un defecto en la bobina.

En la práctica y para reconocer los defectos de aislamiento, se hace uso de unas cajas de pequeñas dimensiones provistas de timbres y pilas, que sustituyen con ventaja al galvanómetro, que para dar solamente idea de la manera de proceder, hemos presentado.

b).—Debe tenerse cuidado, si se llega á percibir olor á cosa quemada, cuando la dinamo funciona.

Ocorre esto á veces, como consecuencia de que el polvillo metálico que sobre el colector se deposita, dá lugar á que se establezca un corto-circuito entre dos láminas del mismo, ocasionando que la materia aisladora que las separa sufra una elevación grande de temperatura. Limpiándolo convenientemente queda remediado el defecto:

c).—Puede ocurrir al tratar de poner en movimiento la máquina, que ésta no suministre corriente.

Este caso suele presentarse como consecuencia de

ser muy débil el magnetismo remanente de la misma. El remedio es cebarla de nuevo.

También la ausencia de corriente puede ser debida á defectos de aislamiento en los terminales, porta-escobillas, bobinas de los inductores ó aislante entre el colector y el eje. Se comprueban estos defectos con el galvanómetro, como anteriormente hemos visto.

d).—Se recomienda que en las proximidades de los polos de la máquina, no se coloquen objetos de hierro. Las aceiteras para la lubricación, deben ser de zinc.

e).—En las máquinas de alta tensión, 2,000 volts, por ejemplo, si hay necesidad de tocar algún órgano estando en movimiento, debe el operador ir provisto de guantes de cautchouc. La recomendación hecha en otro lugar de no servirse nunca de las dos manos, en este caso adquiere mayor fuerza.

Resumen de los desarreglos que más frecuentemente se producen en las dinamos y causas que los originan.

1.—*La dinamo no dá corriente.*

Puede esto obedecer á las siguientes causas:

a).—Ser muy débil el magnetismo remanente de los inductores.

b).—Existir algún contacto defectuoso.

c).—Algún corto circuito ó mal aislamiento en los organismos de la dinamo ó en el circuito exterior.

d).—Circuito abierto en los órganos de la dinamo ó en el circuito exterior.

e).—Inversión de las bobinas de los inductores, es decir, haber sido colocadas sobre los núcleos en sentido

opuesto al normal en que sus conexiones deben establecerse.

2.—*Grandes chispas en las escobillas.*

Puede esto obedecer á las siguientes causas:

- a).—Demasiada carga en la dinamo.
- b).—Mala colocación de las escobillas.
- c).—Mal estado del colector.
- d).—Mal estado de las escobillas y porta-escobillas.
- e).—Interrupción en el circuito del inducido, la cual generalmente se verifica en el lugar en que los hilos del inducido se ligan con las láminas del colector.
- f).—Corto-circuito en el inducido.
- g).—Aislamiento defectuoso de una de las bobinas de los inductores.

h).—Debilidad del campo magnético inductor.

3.—*Una elevación anormal de temperatura en los órganos de la dinamo.*

Puede esto obedecer á las siguientes causas:

a).—Recalentamiento del inducido como consecuencia de:

- Corriente demasiado intensa en el circuito exterior.
- Corto-circuito en el enrollamiento del inducido.
- Corrientes de Foucault en el núcleo del inducido.
- Humedad en las bobinas del inducido.

b).—Recalentamiento de los inductores, como consecuencia de una de estas tres causas:

- Corriente de excitación demasiado intensa.
- Humedad de las bobinas de los inductores.
- Corrientes de Foucault en las piezas polares.

c).—Recalentamiento de los soportes, como consecuencia de cualesquiera de las causas que siguen:

Lubrificación defectuosa.

Cuerpos extraños en los cojinetes.

Eje del inducido mal torneado.

Cojinetes demasiado cerrados ó defectuosos en su construcción.

Inducido colocado demasiado cerca de las piezas polares.

Correa demasiado tirante.

4.—*La dinamo produce ruido ó una trepidación excesiva durante la marcha.*

Puede esto obedecer á las siguientes causas:

a).—Alguna tuerca aflojada.

b).—Inducido ó polea mal equilibrado.

c).—Choques del inducido contra las piezas polares.

d).—Mal hecha la junta de la correa.

e).—Mala colocación de las escobillas que dá origen á un ruido especial.

5.—*La dinamo no alcanza su velocidad normal.*

Puede esto obedecer á las siguientes causas:

a).—Demasiada carga.

b).—Corto-circuito en el inducido.

c).—Cojinetes demasiado apretados ó polvo ó cuerpos extraños en los soportes.

d).—Frotamiento del inducido contra las piezas polares.

CAPÍTULO IV

PILAS, ACUMULADORES, TIMBRES Y TELEFONÍA

Polarización.—Elementos Bunsen, Grenet, Leclanché, Daniel, Reina Regente.—Acoplamiento de pilas.—Constantes de las pilas.—Acumuladores.—Manera de instalarlos y prepararlos.—Ventajas é inconvenientes de los mismos.—Capacidad y potencia.—Carga y rendimiento.—Acumuladores Regnier, Philipparh, Tudor, Julien, Gadot.—Conservación de los acumuladores.—Timbres eléctricos y modo de instalarlos.—Telefonía.

109.—P.—¿Qué se entiende por **polarización**?

R.—En la pregunta 6, hemos explicado la manera de producir la electricidad en un elemento de pila. Agregaremos ahora, que en la labor química de que entonces hablamos, ván adhiriéndose á la lámina positiva burbujas ó ampollas de gas hidrógeno, las cuales al cabo de cierto tiempo llegan á cubrirla. Este gas actúa de dos maneras distintas. Por un lado presenta una débil conductibilidad al paso de la corriente, lo que se traduce en aumento de resistencia, y, por otro, los elementos descompuestos tienen una tendencia á combinarse, dando lugar á una corriente de sentido inverso á la creada por el elemento zinc. Cuando este

fenómeno se presenta, la corriente disminuye de su valor normal, y entonces se dice que **está polarizado**.

110.—P.—¿Cómo se impide en parte la polarización?

R.—Para esto bastará desembarazar la placa del hidrógeno á medida que éste se vá produciendo.

Esto puede lograrse por medios mecánicos, agitando el líquido, frotando la lámina positiva para facilitar el desprendimiento de las burbujas de gas, ó por otros procedimientos análogos.

Si los medios empleados son no mecánicos, sino químicos, se utilizan reactivos convenientemente elegidos, que absorben el hidrógeno á medida que se produce.

111.—P.—¿Qué aplicaciones tienen las pilas?

R.—Para el alumbrado doméstico ó para la telegrafía, telefonía, timbres, etc.

112.—P.—¿Tienen ventajas las pilas en la producción de la luz?

R.—Es la forma más costosa que puede tener el alumbrado. Sin embargo, en una pequeña instalación en la cual el número de lámparas no llegue á diez, resulta la producción de luz más económica que si se utiliza una dinamo para este solo objeto.

113.—P.—¿La energía producida por una pila, en qué relación de coste está con la que se obtiene con un generador de vapor?

R.—La pila eléctrica, puede compararse á un generador de vapor alimentado por carbón.

La pila consume el zinc para dar directamente la electricidad, como el generador gasta carbón para pro-

ducir vapor. Pero el zinc es catorce veces más caro que el carbón, y suministra dos veces menos calor en su oxidación. Por consiguiente, la pila no produce electricidad sino á un precio elevadísimo.

La pila, no solo produce electricidad á un precio elevadísimo, sino en cantidades insuficientes.

Su empleo, pues, solo está indicado de una manera ventajosa, para corrientes de débil intensidad y de funcionamiento interrumpido, como sucede en la telegrafía y análogas aplicaciones.

114.—P.—¿Cuántas clases distintas de elementos de pila existen?

R.—Son éstos muy numerosos en el día, y á cada paso se imaginan nuevos modelos. Los más generalizados son los de **Bunsen**, **Grenet**, **Leclanché**, **Daniel** y **Reina Regente**.

115.—P.—¿Explicar el elemento **Bunsen**?

R.—Está compuesto de cuatro piezas, y son: un vaso de arcilla vidriado por dentro, un cilindro de zinc abierto por un lado y por las extremidades, un vaso poroso y una placa de carbón de retorta, preparada para este objeto.

Se emplean dos líquidos. En el vaso de arcilla vidriado, se echan 9 partes de agua y una de ácido sulfúrico. En el vaso poroso, ácido nítrico del comercio.

Los polos están en el zinc y en el carbón.

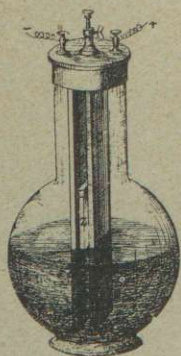
Esta pila produce una corriente de mucha intensidad, pero elabora abundantes vapores nitrosos malsanos, de olor muy desagradable. Por esta razón debe estar montada al aire libre.

El elemento Bunsen consume 1'30 gramos de zinc por ampére y hora.

El modelo de 20 centímetros de altura, tiene una resistencia interior de 0'08 á 0'11 ohms. Su fuerza electro-motriz es de 1'8 volt.

116.—P.—¿Explicar el elemento **Grenet ó de bicromato de potasa?**

R.—Consiste en un recipiente de cristal, afectando la forma de una botella (*fig. 67*). En la parte superior del cuello lleva un aro metálico, en el que se afirma una tapa de ebonita ó cautchouc endurecido. Esta tapa lleva dos placas de carbón, preparado de un modo especial, sostenidas bastante próximas una de otra, y entre ellas vá colocada una ó varias placas de zinc provistas de una varilla de latón y que puede elevarse ó descender á voluntad. El contacto entre el zinc y los carbones está evitado, mediante dos placas de ebonita que lleva aquél en el sitio en que se afirma la varilla.



(Fig. 67)

El líquido excitador es una mezcla de 100 partes de agua, 25 de ácido sulfúrico y 12 de bicromato de potasa. Con ella debe casi llenarse toda la esfera.

La preparación de esta disolución se efectúa del siguiente modo:

Se reduce á polvo el bicromato, teniendo la precaución de no aspirar el polvillo que se desprende por ser venenoso. Se le disuelve en agua y se vá añadiendo poco á poco el ácido sulfúrico.

Si la habitación en que la preparación ó mezcla se efectúa tiene una temperatura inferior á 15 grados cen-

tígrado, las sales se cristalizan, por lo cual es necesario buscar temperaturas superiores.

El zinc debe estar suspendido, siempre que el elemento no esté en actividad. De no tomar esta precaución, se consumiría el zinc, sin provecho útil.

Se fabrican tres modelos, cuya cabida es respectivamente de $1/2$, 1 y 2 litros.

La fuerza electro-motriz es de 2 volts; la resistencia sumamente débil; algunos céntimos de ohm, y varía según las dimensiones del elemento.

La principal aplicación de esta pila es, para obtener efectos intensos por poco tiempo. Para gabinetes de experiencias, usos medicales, etc., etc., está muy indicada.

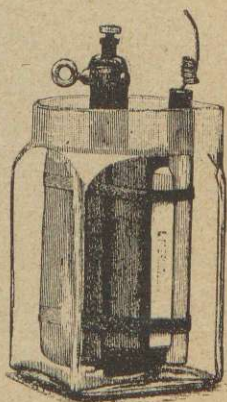
Cuando el líquido llega á tomar un color azul oscuro, es señal de que el bicromato de potasa está agotado.

Si la pila se debilita sin que el color cambie, debe inferirse está falta de ácido sulfúrico y debe añadirsele.

No estará de más advertir, que el bicromato de potasa, además de ser una sustancia nociva, es sumamente caro.

117.—P.—¿Explicar el elemento **Leclanché**?

R.—De tres partes se compone el elemento. Vaso exterior de vidrio, cuya forma especial enseña la (fig. 68). Vaso poroso, que tiene dentro una placa de



(Fig. 68)

carbón de retorta, rodeada de una mezcla á partes iguales de peróxido de manganeso y carbón en pedacitos pequeños. Y últimamente una barrita de zinc que forma el polo negativo.

Como líquido excitador, se emplea una solución saturada de sal de amoníaco. La cantidad de esta sal varía de 100 á 200 gramos, según las dimensiones del elemento.

En el elemento descrito, la fuerza electro-motriz es próximamente de 1'46 volt; su resistencia interior, muy cercana á 2 ohms.

Esta crecida resistencia cabe ser disminuida, mediante algunas variantes. En lugar de la barrita redonda de zinc, se emplea un cilindro del mismo metal abierto por sus bases y en sentido de la generatriz. El vaso poroso se reemplaza por unos aglomerados en forma de ladrillos, y en los cuales debe observarse si el aislamiento con el zinc es perfecto.

Como el peróxido de manganeso no cede sino muy lentamente su oxígeno, este elemento no puede servir para suministrar corrientes continuas de alguna intensidad.

Por esta razón, se aplica especialmente á los timbres y aparatos telegráficos Morse, de corrientes interrumpidas.

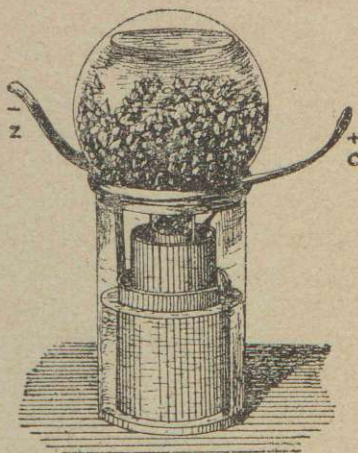
En circuito abierto, la solución no ataca al zinc, haciéndose innecesario el levantarlo.

118.—P.—¿Explicar el elemento **Daniel**?

R.—El elemento **Daniel** es el más generalmente empleado para la telegrafía y aparatos de señales, cuando hay necesidad de obtener corrientes continuas y constantes.

Se compone de vaso exterior de arcilla vidriado, con agua ligeramente acidulada con ácido sulfúrico. En él se sumerge el cilindro de zinc abierto, que es el polo negativo.

El polo positivo está generalmente formado, por una lámina de cobre sumergida en una disolución saturada de sulfato de cobre, encerrada en un vaso poroso.



(Fig. 69)

Para mantener la solución de sulfato de cobre saturada, se coloca sobre el vaso poroso una esfera de cristal con cuello abierto, llena de cristales de sulfato de cobre y agua. Cuando la concentración del líquido contenido en el vaso poroso disminuye,

como la disolución de la esfera de cristal es más densa, se establece una corriente. De esta manera la concentración del líquido queda siempre la misma.

La fuerza electro-motriz es de 1'06 volt. La resistencia interior del modelo ordinario, unos 10 ohms.

119.—P.—¿Explicar el elemento **Reina Regente**?

R.—Es de bicromato de sosa y muy adecuado para el alumbrado doméstico.

La casa constructora facilita instrucciones para la carga y manejo de los tres tipos ó modelos que construye.

En el vaso de cristal colócase la disolución de bicromato de sosa ó sal americana, y se sumerjen los carbones, que generalmente son tres y de gran superficie. En el vaso poroso, agua acidulada, mercurio en pequeña cantidad y lámina de zinc. Las láminas de carbón ván ligadas á un aro de cobre que las mantiene en posición vertical y en el cual está el tornillo terminal.

La experiencia que tenemos de esta pila nos aconseja decir:

1.º Que es condición indispensable sea zinc laminado y no fundido, el que se utilice.

2.º Que aunque las instrucciones que dán los fabricantes, advierten que en circuito abierto los zincs pueden quedar sumerjidos, la práctica nos ha hecho ver que lo conveniente es sacarlos.

3.º Que el valor de esta pila es inapreciable como manantial eléctrico para la enseñanza en una clase, pues sobre contar con una intensidad crecida, la duración de la misma es muy superior á las demás.

Las características de los tres tipos son:

Pequeño modelo.	2 volts,	1 ampére,	8'50 ptas.
Mediano	2	5	15'00
Grande	2	10	30'50

Para cargar acumuladores, usos medicales, galvanoplastia, y motores domésticos, su uso parece recomendarse, pues, en duración, fuerza y economía, aventaja á los tipos similares.

La Sociedad Anglo-Española de Electricidad (Pelayo 10, Barcelona), suministra todos los datos que sean precisos sobre la especialidad de estos elementos.

120.—P.—¿Qué clase de **zinc** se emplea en los elementos descritos?

R.—Ya hemos visto que en todos los elementos, el polo negativo es el zinc. El que mejor resultado dá para la producción de la corriente, es el zinc puro, pero su elevado coste por un lado, y por otro la dificultad de encontrarlo en este estado, ha dado lugar á que se utilice el que fabrica el comercio, mediante una preparación á que se le sujeta y que se llama **amalgamar el zinc**.

El físico Kemp ha reconocido, que el zinc amalgamado, ó sea el ligado con mercurio, obra en el elemento como el zinc puro; es decir, que se disuelve difícilmente en el agua acidulada, de modo que su desgaste es casi nulo en circuito abierto.

Esta operación de que nos ocupamos, consiste en sumergir el zinc en una mezcla de agua y una décima parte de ácido sulfúrico, á la que se habrá agregado una cantidad conveniente de mercurio; este último se precipita sobre el zinc cubriéndolo enteramente, y entonces se dice que el **zinc está amalgamado**.

El mercurio metálico, como en el zinc del elemento se encuentra, no toma parte alguna en las acciones químicas que se originan en la pila, y se manifiesta en forma de glóbulos en el fondo de los elementos.

Cuando la capa de amalgama del zinc se disuelve, es necesario repetir la operación antes de volver á emplearlo.

121.—P.—¿Qué condiciones deben reunir las pilas para producción de luz?

R.—1.^a Tener una gran fuerza electro-motriz.

2.^a Su resistencia interior pequeña.

3.^a Poseer una gran fuerza electro-motriz constante, cualquiera sea el gasto de la pila.

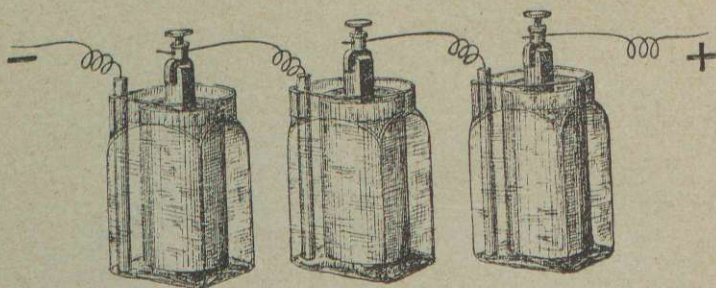
4.^a Que los elementos que entran en la carga sean de un precio económico.

5.^a La acción química debe ser proporcional al trabajo suministrado, y por consiguiente, nulo en circuito abierto.

6.^a Ser fácil y cómodo su entretenimiento.

122.—P.—¿Cómo se **asocian los elementos**?

R.—Cuando se desea producir efectos intensos por medio de las pilas, se reúnen ó acoplan varios elementos para formar lo que se llama **batería** ó simplemente pila. Los elementos pueden disponerse de diferentes modos,



(Fig. 70)

y los resultados obtenidos según el procedimiento que se utilice, difieren completamente.

123.—P.—¿Cómo se **acoplan en tensión**?

R.—Se une el polo positivo del primer elemento al negativo del segundo; el polo positivo del segundo al negativo del tercero, y así se continúa.

En estas condiciones, si se consideran dos elementos, sus *f*, *e*, *m* y sus resistencias se suman, permaneciendo su intensidad la misma. Equivale á formar una pila con esas características duplicadas.

Si un tercer elemento se asocia en la misma forma, por la razón dicha se triplicará la tensión, y así sucesivamente. De manera, que para hacer crecer la fuerza electro-motriz, deben agruparse los elementos en la forma expresada, á la que se llama en **tensión** y representa la (*fig. 70*).

Es lo mismo que si varios vasos cilíndricos de agua los colocásemos los unos sobre los otros, y fuésemos dueños en un momento determinado de suprimir los fondos de todos. La velocidad de caída del líquido sería la suma de todas las alturas ó altura total.

Conviene no olvidar, que si por este artificio se logra aumentar la tensión, también se suman las resistencias interiores.

De manera que la fuerza electro-motriz y la resistencia interior de la batería, es igual al producto de la fuerza electro-motriz y la resistencia interior de un solo elemento, por el número de ellos.

Ejemplo: Deseamos asociar en tensión 20 elementos, tipo mediano **Reina Regente**, cuyas características son:

Volts = 2, Ampéres = 5, Resistencia = 0'6 ohms.

La *f*, *e*, *m*, resultante será de 40 volts, producto de la *f*, *e*, *m*, de un elemento multiplicado por 20, número de ellos.

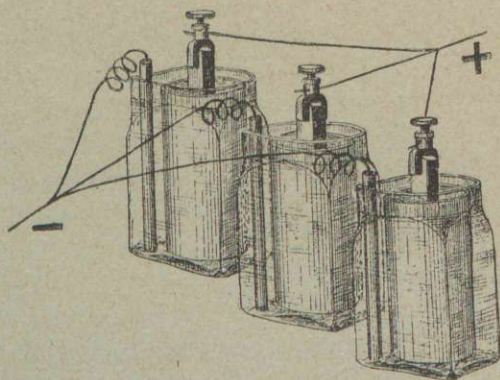
La intensidad, por la Ley de Ohm.

Y la resistencia interior de la batería, el producto de 20, número de los elementos, por 0'6 resistencia de uno, ó sean 12 ohms.

124.—P.—¿Cómo se asocian en **cantidad**?

R.—Se reunen todos los polos positivos de los diferentes elementos en uno, y otro tanto se practica con los negativos (*fig. 71*).

Si considero dos elementos con igual fuerza electro-motriz y uno sus polos negativos y sus polos positivos, es claro que la corriente en cada hilo estará equilibrada y no se habrá producido



(*Fig. 71*) .

ninguna alteración ni movimiento. Pero si ligo el positivo y negativo de la pila resultante, habré conservado la misma fuerza electro-motriz y duplicado la intensidad de la corriente.

Lo hecho con esta forma ó manera de acoplar, equivaldría á operar con un solo elemento cuyas dimensiones fueran iguales á la suma de los elementos acoplados.

Ejemplo: Deseamos acoplar en cantidad 20 elementos, tipo mediano **Reina Regente**, cuyas características son:

$$\text{Volts} = 2, \quad \text{Ampéres} = 5, \quad \text{Resistencia} = 0.6 \text{ ohms.}$$

La *f*, *e*, *m*, resultante será de 2 volts.

La intensidad, se calcularía como en el caso anterior, apoyándose en la Ley de Ohm.

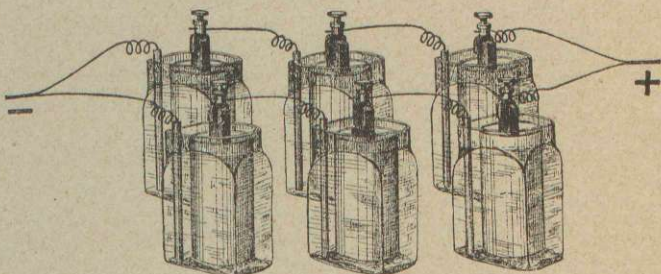
Y la resistencia interior, el cociente de dividir la de uno por el número total de ellos, ó sea $\frac{0.6}{20} = 0.03 \text{ ohms}$.

125.—P.—¿Cómo se asocian en **séries paralelas**?

R.—De las dos formas anteriormente descritas, resulta una tercera que participa de ambas.

Una parte de los elementos se acopla en tensión y otra parte en cantidad, de manera que queden formadas **séries paralelas** como representa la (fig. 72).

Suponiendo que todos los elementos que formen la



(Fig. 72)

pila sean idénticos, la fuerza electro-motriz total será igual á la fuerza electro-motriz de un elemento multiplicada por el número de elementos de que se compone ó forme cada **série**. La resistencia interior es igual á la resistencia de una **série** dividida por el número de ellas. En el caso de la figura, la fuerza electro-motriz es igual á tres veces la de un elemento, y la resistencia interior es igual á tres veces la de un elemento dividido por 2.

Ejemplo: Deseamos acoplar en 4 séries paralelas de á 5, los 20 elementos, tipo mediano **Reina Regente**, cuyas características son:

Volts, = 2, Ampéres = 5, Resistencia = 0'6 ohms.

La *f, e, m*, será la correspondiente á una série ó sean 10 volts, producto de la de un elemento por 5, número de los que la componen.

La intensidad, la suma de las intensidades de cada série, ó sea un total de 20 ampéres.

Y en cuanto á la resistencia interior, dividiremos la de una série por el número de ellas, ó sea $\frac{0'6 \times 5}{4} = \frac{3}{4} = 0'7$ ohm.

En los ejemplos anteriores, se ha prescindido de la resistencia del circuito exterior, y solo hemos tenido en consideración, la interior de los elementos.

Esto solo puede ocurrir en la práctica cuando se trabaja en corto circuito, ó sea con un conductor cuya resistencia es despreciable. Pero en los demás casos, precisa tener muy en cuenta el valor de este factor, para saber qué intensidad se obtiene, según que se emplee una ú otra forma de acoplamiento.

Ejemplo: Con 20 elementos, tipo mediano **Reina Regente**, calcular la intensidad de la corriente que recorre el conductor en los diversos casos de acoplamiento que hemos expuesto, con las mismas características anteriores, y sabiendo que la resistencia del circuito exterior es de 7 ohms.

Los datos son:

$F = 2$, $r = 7$, $R = 0'6$. Número de elementos = 20.

Agrupamiento en tensión.

$$\text{Ley de Ohm } Y = \frac{E}{R + r}$$

$$Y = \frac{2 \times 20}{0.6 \times 20 + 7} = \frac{40}{19} = 2.1 \text{ ampéres.}$$

Agrupamiento en cantidad.

$$\text{Ley de Ohm } Y = \frac{E}{R + r}$$

$$Y = \frac{2}{\frac{0.6}{20} + 7} = \frac{2}{\frac{140.6}{20}} = \frac{2}{7.03} = 0.2 \text{ ampéres.}$$

Agrupamiento en 4 series paralelas:

$$\text{Ley de Ohm } Y = \frac{E}{R + r}$$

$$Y = \frac{10}{\frac{0.6 \times 5}{4} + 7} = 1.29 \text{ ampéres.}$$

Vemos, pues, que de las diferentes formas de acoplamiento que hemos empleado, la que arroja mayor intensidad de corriente para el circuito exterior es la primera, en la cual la resistencia interior de los elementos, es cuando más se aproxima á la exterior del circuito.

Debe, pues, no olvidarse como principio general, que para obtener el mayor rendimiento de una batería de pilas ó acumuladores, bajo el punto de vista de la intensidad, la forma de acoplamiento más aceptable es aquella **en que las resistencias interior y exterior se igualan.**

126.—P.—¿Cuáles son las **constantes** de las pilas más generalmente empleadas.

R.—Por constantes de un elemento de pila se entiende, su fuerza electro-motriz y su resistencia interior.

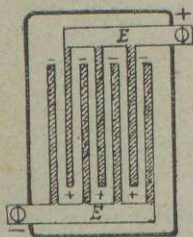
A continuación el resumen de estos datos:

Nombre de la pila.	F. E. M. — Volts	Resistencia en ohms
Bunsen	1'08	0'08
Grenet	2'00	0'05
Leclanché (vaso poroso)	1'48	6'00
» (aglomerado)	1'48	1'50
Daniel	1'06	10'00
Callaud	1'07	10'00
Lalande y Chaperon	0'00	1'02
Trouvé	1'90	0'80
Germain	1'50	3'00

127.—P.—¿Para qué sirven los **acumuladores**?

R.—Los acumuladores ó pilas secundarias sirven para almacenar energía eléctrica.

La corriente eléctrica que se utiliza para cargar el aparato, produce en los elementos que forman el acumulador, una transformación química; cuando se descarga el elemento, el fenómeno químico inverso origina una corriente eléctrica.



(Fig. 73)

En un acumulador deben distinguirse tres partes principales: los **electrodos**, **recipiente** y **líquido**.

Los electrodos, que en la (figura 73) están representados por E, se componen de varias placas positivas unas y negativas otras, colocadas en forma de peine, pero con perfecto aislamiento unas de otras. El líquido en que se sumergen, ácido sulfúrico diluido conteniendo próximamente 27 por 100 en peso de ácido sulfúrico concentrado á 66° Beaumé.

El peso específico del electrólito debe ser próximamente de 1'18 en estado de descarga y de 1'21 en estado de carga.

La utilización más frecuente de los acumuladores, es para el alumbrado y tracción eléctrica.

Con las anteriores explicaciones fácilmente se comprende, que con un número crecido de acumuladores cargados de electricidad y agrupados en tensión ó cantidad, como se hace con las pilas ordinarias, se pueden obtener corrientes muy intensas.

128.—P.—¿Qué **condiciones** debe tener un acumulador para su aplicación industrial?

R.—Las siguientes:

1.^a Almacenar la mayor cantidad de energía con el menor peso y volumen, sin que por esto se afecte la solidez de las placas, y por consiguiente, su duración.

2.^a Tener un buen rendimiento, es decir, restituir en su mayor grado el trabajo que fué necesario emplear para cargarlo.

3.^a Que su condición sea tal, que la diferencia de potencial en los terminales de la batería se conserve sensiblemente constante.

129.—P.—¿Qué cuidados deben tenerse al **cargar** los acumuladores?

R.—Se tendrá cuidado de no empezar la carga sino cuando la diferencia de potencial en los terminales de la dinamo, exceda un poco la de la batería. Se cerrará entonces el circuito de carga y se aumentará progresivamente la fuerza electro-motriz de la dinamo, aumentando la excitación ó la velocidad, hasta que se consiga la intensidad deseada para la corriente de carga. Durante

ésta se cuidará que esa intensidad no sufra variación.

Todas las instalaciones bien establecidas están provistas de un **disyuntor automático**, cuya misión, como queda explicado en la pregunta 63, no es otra, sino impedir que la batería se descargue sobre la máquina, bien en caso de accidente de esta última, ó desde el momento en que la diferencia de potencial de aquélla deja de ser inferior á la de ésta.

Cuando se trabaja con la corriente normal de carga, la diferencia de potencial en los terminales de un elemento varía de 2'1 volts próximamente al principio de la carga, hasta 2'65 volts al final de la misma. Es preciso, por tanto, que la diferencia de potencial en los terminales de la dinamo pueda alcanzar un número de volts igual al número de elementos acoplados en tensión, multiplicados por 2'65.

Con los sistemas de acumuladores hoy empleados, la duración de la carga con corriente normal no excede de 4 á 5 horas en las instalaciones de alumbrado.

Puede ser mucho más corta en ciertos casos, principalmente en las instalaciones de tranvías, en las cuales la carga se efectúa algunas veces en 10 ó 15 minutos.

La intensidad de la corriente de carga es variable de 0'5 á 1'5 amperes por kilogramo de placa.

El **fin de la carga** lo indica el estado especial del líquido, en el cual se producen muchas burbujas.

Pero es bueno no fiar á un solo indicio la determinación de este momento.

Bueno es, por tanto, saber, que la densidad del electrólito aumenta durante la carga y disminuye mientras subsiste el estado de descarga. Los límites de

variación en la densidad son próximamente 1,220 al fin de la primera y 1,185 al terminar la segunda.

La característica del final de la carga en un elemento, determinada por la diferencia de potencial en sus terminales, es de 2'65 volts.

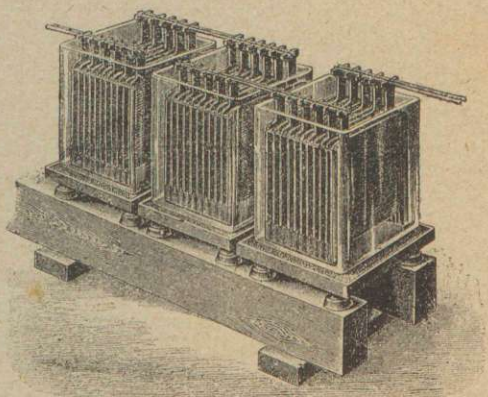
130.—P.—¿Cómo deben instalarse los acumuladores?

R.—El lugar en que se coloque la batería ó baterías debe reunir las condiciones siguientes:

- a).—Seco.
- b).—Bien ventilado.
- c).—Temperatura uniforme.
- d).—Cerca de las dinamos aunque en departamento independiente.
- e).—Amplitud para las manipulaciones.

Los elementos se colocarán sobre un banco (*figura 74*) sólido, cuyas dimensiones se subordinan al número de elementos y á su volumen.

Si el local permite la colocación en una



(Fig. 74)

fila, esa es la mejor disposición; si no se establecen en

varias paralelas ó superpuestas. De todos modos, cada elemento debe quedar en forma de ser fácilmente visitado.

Con las filas superpuestas debe tenerse cuidado, quede entre ellas luz suficiente para poder retirar los electrodos.

Los elementos se colocan sobre los bancos, los unos al lado de los otros: deben hallarse separados entre sí por un espacio de 2 á 3 centímetros, no solo para asegurar un buen aislamiento, sino también á fin de poder quitar fácilmente algún elemento que no funcionase convenientemente y poner otro en su lugar.

Al colocar cada elemento en su recipiente debe cuidarse de disponer las barras colectoras de tal suerte, que el polo positivo de un elemento se halle próximo al negativo del precedente. Los constructores marcan los polos, bien con signos ó ya pintando de rojo el positivo y de negro el negativo. Deben colocarse además las cuñas aisladoras necesarias para separar las placas, mantener la conveniente distancia y asegurar de una manera perfecta su aislamiento.

Se enlazan entre sí los elementos, ya por medio de hilos de cobre de conveniente diámetro, bien soldando las barras colectoras, y en algunos casos por medio de pasadores que se deben apretar fuertemente de manera que se obtenga un contacto perfecto.

Salvo casos muy excepcionales, lo práctico y lo conveniente es, que los fabricantes se encarguen siempre del montaje.

Una vez terminada la instalación, es útil numerar cada uno de los elementos.

131.—P.—¿Cómo se preparan los acumuladores?

R.—El líquido que se emplea está compuesto de

Agua destilada.	8 á 9 partes en volumen
Acido sulfúrico.	1 á 2 — — —

Esta mezcla debe prepararse en un recipiente aparte y para ello se vierte primeramente el agua, después se añade poco á poco el ácido sulfúrico, agitando continuamente el líquido con una varilla de vidrio.

Una vez enfriado se llenan con él los elementos, hasta que el líquido queda 3 centímetros próximamente por encima del borde superior del electrodo.

Cuando no sea posible procurarse ácido sulfúrico *puro*, y sea preciso utilizar el ácido sulfúrico ordinario del comercio, es indispensable purificarle antes de emplearlo, porque este ácido contiene siempre impurezas precipitables por el hidrógeno sulfurado.

Puede usarse este reactivo. Se le obtiene, proyectando en el líquido un poco de sulfuro de bario. El hidrógeno sulfurado que se desprende precipita las impurezas, formándose al mismo tiempo sulfato de bario, que se deposita en el fondo del vaso que contiene el ácido. Se le deja reposar veinticuatro horas y decanta la parte clara, obteniendo así ácido sulfúrico en condiciones aceptables para emplearlo en los acumuladores.

Como en la respuesta anterior, en ésta volvemos á decir, es lo más conveniente no preparar el ácido, sino pedirlo á los constructores, que lo remiten muy bien dispuesto y con la densidad apetecida.

132.—P.—¿Qué precauciones conviene tomar en el montaje de los acumuladores?

R.—El agua acidulada daña los vestidos y la piel.

Los vestidos deben ser de lana y con lana cosidos, quedando así inatacables por los ácidos.

Sin embargo, téngase á mano un tarro con amoníaco en previsión de que caiga alguna gota, bastando entonces destapar el frasco y apoyar el tapón humedecido sobre el lugar atacado para neutralizar el efecto perjudicial é impedir se haga un agujero.

Las quemaduras tan frecuentes en las manos, originadas por el agua acidulada, se combaten teniendo siempre en el local un barreño lleno de agua muy alcalinizada por el carbonato de sodio; se introducen en él las manos de tiempo en tiempo á fin de protegerlas.

133.—P.—¿Cuáles son las ventajas é inconvenientes de los acumuladores:

R.—Las ventajas:

1.º Almacenan grandes cantidades de electricidad.

2.º Hacen muy cómoda la distribución, pues basta mover un interruptor para tener luz.

3.º Sirven de reguladores de la corriente.

4.º Aseguran el funcionamiento de las lámparas, aun en el caso de ocurrir algún accidente á las máquinas y calderas.

5.º Dán á la luz una fijeza verdaderamente notable.

6.º Cuando el consumo no corresponde á la producción, su empleo es mercantilmente indispensable.

7.º Cuando se quiere aumentar la potencia de una estación sin poder ampliar el número de máquinas, nos dán el medio de conseguirlo, bastando hacer funcionar el motor ó motores existentes durante las horas necesarias para cargar la baterías y por la noche los acu-

muladores ayudan á las máquinas y dán el complemento de alumbrado necesario.

8.º En el alumbrado constante ó sea de día y noche, permiten con su empleo que durante el día pueda toda la maquinaria estar parada y apagadas las calderas. Con el de crepúsculo á crepúsculo, quedan ellos funcionando desde determinada hora hasta el amanecer, consintiendo, por tanto, una mejor utilización de la explotación.

Los inconvenientes:

Único.—Que son caros en su adquisición, en su entretenimiento y en su conservación. Y caros también, porque aún con todos los cuidados, su duración no puede garantizarse por más de 10 años.

Este concepto que acabamos de exponer sobre el alto precio alcanzado por el acumulador, vá perdiendo mucho de su fuerza en estos últimos años, en atención á lo que se abarata la fabricación de los mismos y se prolonga su duración, debido más principalmente esto último, á que los fabricantes toman hoy á su cuenta la conservación de las baterías en módicas condiciones.

134.—P.—¿Qué se entiende por **capacidad útil** de un acumulador?

R.—La cantidad de electricidad expresada en amperes-hora que puede suministrar durante la parte de la descarga correspondiente á una diferencia de potencial casi constante.

Esta variación es mayor cuando la descarga es más rápida, menor cuando la descarga es más lenta.

Para los elementos con descarga rápida de una duración inferior á tres horas, empleados principalmente

para la tracción, la descarga se termina cuando la diferencia de potencial en los terminales llega á 1'80 volts: para los elementos con descarga más lenta de 3 á 10 horas, en las instalaciones del alumbrado, la diferencia de potencial en los terminales al fin de la descarga, es de 1'83 volts: y en fin, en las baterías con descarga sumamente lenta, como por ejemplo, los destinados al alumbrado de los trenes que descargan en 20 ó 30 horas, la diferencia de potencial desciende á 1'90 volts solamente.

La capacidad útil por kilogramo de electrodo, varía mucho, según los sistemas y el objeto de los acumuladores.

La capacidad media, es próximamente de 7 ampéres-hora por kilogramo.

135.—P.—¿Qué se entiende por **potencial útil** de un acumulador?

R.—Es la cantidad de energía eléctrica que puede restituir en la descarga, hasta el momento en que la diferencia de potencial desciende dentro de los límites de 1'80 á 1'90 volts por elemento, según el sistema y aplicación del acumulador.

Se obtiene en watts-hora, multiplicando la capacidad útil expresada en ampéres-hora por la diferencia de potencial en los terminales, medida naturalmente en volts.

Por término medio, la potencia útil de un acumulador es de 20 watts-hora por kilogramo de electrodos contenido en un elemento, cuando la descarga se efectúa al regimen de un ampére por kilogramo de placas.

136.—P.—¿Cuál es el **rendimiento** de los acumuladores?

R.—Por rendimiento de un elemento debe entenderse, la relación entre la energía que él puede suministrar y la que ha sido necesaria gastar para cargarlo.

En cifras exactas es difícil prefijarlo, pero se aproxima bastante á la realidad la estimación de un 70 á 75 por 100 del trabajo gastado para cargarlo.

137.—P.—Presentar las características de algunos acumuladores.

R.—**Acumulador Regnier.**

Los diferentes modelos no se diferencian más que en el número de placas, el cual es siempre impar, para que la primera y última sean negativas.

Tipos	Núm. de placas	Peso de las placas	Peso bruto total	CORRIENTE NORMAL		Capaci- dad total	Resis- tencia interior	Precio
				A la carga	A la descarga			
		Kilogs.	Kilog.	Ampéres	Ampéres	Amp.h.	Ohms	Ptas.
N.º III	9	22'15	20	8 á 12	1 á 18	72	0'010	40
> IV	13	16'35	25	14 á 18	1 á 24	108	0'006	50
> V	19	25'65	45	20 á 25	1 á 40	160	0'004	70
> VI	27	36'45	54	30 á 40	1 á 60	240	0'003	90

La capacidad es próximamente de 6 ampéres-hora por kilogramo de placa, ó por 4 kilogramos de peso total.

Acumuladores Philippart.

La capacidad de estos elementos es próximamente de 10 ampéres-hora por kilogramo de placa, y 6'6 por kilogramo de peso total.

La tabla siguiente enseña las características de los diferentes tipos adoptados por los constructores:

TIPOS	CORRIENTE NORMAL		Peso total	Capacidad total	PRECIO
	A la carga	A la descarga			
	<i>Ampères</i>	<i>Amperes</i>	<i>Kilogs.</i>	<i>Amp.-horas</i>	<i>Pesetas</i>
00	5	10	7	50	25
0	10	20	13	100	40
1	15	25	20	150	60
2	20	30	30	200	70
3	30	45	45	300	90
4	40	60	60	400	105
5	60	90	85	600	150
6	80	120	110	800	190
7	100	150	130	1,000	235
8	150	200	200	1,500	350
0	200	300	360	2,000	470

Acumulador Tudor.

En su forma primitiva los electrodos se componían de placas de plomo, surcadas de numerosas ranuras horizontales.

Sobre la placa positiva se formaba primero una capa de peróxido de plomo por el procedimiento Gastón-Planté. Se cubría después con una pasta de minio preparada con ácido sulfúrico diluido, que se transformaba en peróxido de plomo por vía de formación ordinaria.

La placa negativa iba revestida de una mezcla de minio y litargirio.

En su forma actual, la placa positiva está provista de ranuras verticales muy delgadas y profundas y en gran número, á fin de conseguir una superficie total considerable. Se recubre de una capa de peróxido de plomo por un procedimiento electrolítico particular, que es suficiente para producir la capacidad deseada. De manera, que se ha suprimido el empleo de la materia activa colocada exteriormente.

La nueva placa negativa difiere poco de la antigua.

Los recipientes en los acumuladores, tipos mediano y pequeño, son de vidrio: en los grandes, de madera forrada de plomo.

El regimen normal es próximamente de 1'8 ampéres por kilogramo de electrodo para la carga; puede llegar hasta 3'5 ampéres para la descarga.

La capacidad útil es de 7 ampéres-horas por kilogramo.

Los acumuladores Tudor son los más generalmente empleados, tanto para el alumbrado como para la tracción y regularización de la producción de energía en las centrales de tranvías.

En Alemania, de 100 centrales alimentadas por corriente continua, 91 tienen batería de acumuladores, siendo el preferido el Tudor.

Tal vez los acumuladores de este tipo no resulten los más ligeros; pero son sin duda alguna los de más duración y los que en la práctica presentan las mayores garantías de buen funcionamiento.

De la importancia que como negocio mercantil tiene su construcción, bastará decir, que según reciente estadística, llega á importar 15 millones de pesetas al año los pedidos de la casa Tudor.

Acumulador Julien.

El armazón de los electrodos está formado de placas con una especie de enrejado, constituido por una aleación hecha con los elementos siguientes:

Plomo	95 $\frac{0}{0}$
Antimonio	3'5 $\frac{0}{0}$
Mercurio.	1'5 $\frac{0}{0}$

Con las pastillas de óxido de plomo se llenan los

huecos de la lámina. Cada placa está provista de una especie de saliente de plomo que se suelda á la barra de acoplamiento. Se aíslan las placas unas de otras por medio de anillos de cautchouc.

En los modelos más recientes, las diferentes celdas después de cubiertas con el óxido de plomo, se les hace un agujero en su centro. Se consigue así aumentar la superficie activa. El recipiente es de vidrio y en su fondo tiene dos salientes, sobre los cuales descansan las placas.

La capacidad útil es de 15 á 18 ampéres-hora, cuando el regimen de descarga no pasa de 2 ampéres por kilogramo; para 3 ampéres por kilogramo, solo llega á 9 ó 10 ampéres hora.

Acumulador Gadot.

Son muy parecidos á los Julien. La diferencia estriba más principalmente, en la construcción de la placa, que en lugar de ser fundida de una sola pieza, está formada por dos placas simétricas superpuesta la una á la otra y ribeteadas con plomo. Esta disposición permite obtener alveolos formados de dos troncos de pirámide unidos por su base mayor. La parte de óxido de plomo queda por este medio aprisionado y se hace difícil pueda caer.

El regimen normal es de 0·8 ampére para la carga y 1·6 para la descarga. En estas condiciones, la capacidad utilizable es de 6 á 8 ampéres-hora por kilogramo.

138.—P.—¿Tienen los acumuladores **empleo en los buques?**

R.—En los buques submarinos y en los torpederos

su ventajosa utilización ha sido ya evidenciada. En los paquetes, pueden establecerse en lugar de las pilas para las instalaciones de timbres.

Pueden reportar también beneficio en aquellos buques en que los servicios auxiliares no exigen tener encendida permanentemente una caldera, pues entonces cabe servirse de la batería para las señales de noche ú otras aplicaciones.

139.—P.—¿Qué prescripciones deben observarse para la **conservación de una batería?**

R.—En primer término, las instrucciones dadas por el constructor.

De carácter general, las siguientes:

1.º A ser posible, deben cargarse completamente todos los días los acumuladores. Si no puede ser á diario, todas las semanas; las placas positivas conservarán de este modo un color rojo tostado y las negativas el color gris de pizarra.

2.º Nunca deben quedar descargados, porque se produce sobre los dos electrodos sulfato de plomo que aumenta la resistencia de la batería.

3.º El líquido debe conservar siempre el mismo nivel, lo que se consigue adicionando agua destilada.

4.º De cuando en cuando debe averiguarse la densidad del líquido y devolverle si es preciso después de la carga, la indicada por el constructor.

Según los casos, se usa el agua destilada ó el ácido sulfúrico diluido para devolver al electrólito la densidad normal.

5.º El líquido debe mantenerse siempre elevado algunos centímetros sobre el borde superior de los electrodos.

6.º Las conexiones todas deben conservarse en el mejor estado.

Las que se hallen expuestas á las proyecciones del electrólito, deben cubrirse con una capa de barniz.

7.º Cuando se reconozca algo anormal en la batería ó en algún elemento, debe medirse la diferencia de potencial al fin de la carga ó al fin de la descarga.

Dicha diferencia de potencial al fin de la carga debe llegar á 2'65 volts y al fin de la descarga no debe ser inferior á 1'83 volts.

Si tienen una fuerza electro-motriz inferior á las apuntadas, hay que examinarlos detenidamente.

140.—P.—Cuando una batería no ha de funcionar en algún tiempo, ¿cómo se conserva?

R.—Se dá á la batería una carga completa y se quitan las conexiones que la unen al cuadro y á la dinamo. Pero esto no puede hacerse sino cuando la interrupción no excede de algunas semanas.

Es preferible, en todo caso, informar al constructor, que dará las instrucciones necesarias.

141.—P.—¿Cuántos elementos serán necesarios para alimentar 100 lámparas de 16 bujías durante 6 horas en una distribución á 100 volts?

R.—Admitiendo una pérdida de 10 volts en la canalización, la batería de acumuladores deberá tener en los terminales una diferencia de potencial de 110 volts y exigirá una corriente de intensidad igual á 50 ampéres, consumo aproximado de las 100 lámparas, en la hipótesis de ser de 0'5 ampéres el de una.

Y como quiera que esta corriente se necesita durante 6 horas, la capacidad útil de los acumuladores que se

elijan debe ser cuando menos, de $50 \times 6 = 300$ amperes-hora.

Con estas premisas sentadas, véase el razonamiento que debe preceder para elegir el tipo de acumulador y el número de ellos necesarios.

La diferencia de potencial de un acumulador, que es de 2'2 á 2'5 al estar completamente cargado, baja á 2'0 al principio de la descarga, y muy lentamente en su descenso llega hasta 1'18, en cuyo momento la descarga se detiene para no sulfatar las láminas.

Así, pues, como la fuerza electro-motriz de cada elemento en el momento en que debe detenerse la descarga no es más que de 1'8 volts, se tendrá el número de elementos necesarios dividiendo 110 (fuerza electro-motriz deseada para la batería) por 1'8 (la de un elemento) $\frac{110}{1'8} = 61$ elementos, ó por mejor decir, 62 en números redondos.

Con respecto á la capacidad media de un elemento, puede admitirse es de 10 amperes-hora por kilogramo de electrodo, y debemos estimar nada más que 6, por cuanto al detener la descarga á los $\frac{2}{3}$ de su duración total, solamente las $\frac{2}{3}$ partes de la capacidad es la aprovechable. Y como necesitamos una capacidad útil de 300 amperes-hora, la del acumulador deberá ser una tercera parte más ó de 400 amperes-hora.

Se necesitarán, por tanto, elementos cuyos electrodos pesen 50 kilogramos, para que al regimen de descarga normal, admitido como más beneficiosa, ó sea el de un amperé por kilogramo de electrodo, obtengamos en la hora los 50 amperes necesarios para el consumo,

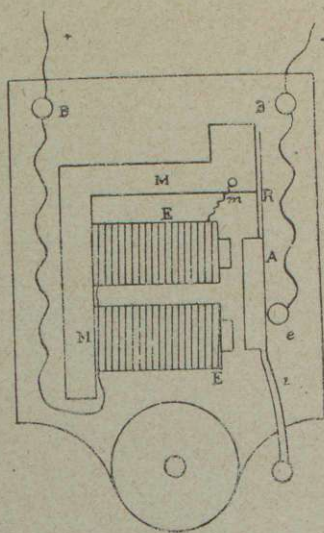
y en las 6 horas los 300, sin llegar á la descarga total del acumulador.

Una batería de 62 elementos con electrodos de 50 kilogramos, llenará suficientemente el objeto. Esta batería puede reemplazarse por otra de 124 elementos, cada uno de los cuales tenga 25 kilogramos de placas, agrupándolos en dos series de 62, montados en paralelo ó cantidad.

142. —P.—¿Explicar un **timbre eléctrico**?

R.—Se compone de un electro-imán EE; la arma-

dura A, en la cual está el martillo, vá unida á un resorte R. Este último se fija á una escuadra de hierro M M que sujeta los núcleos de las bobinas del electro. La armadura A está en contacto con el tornillo de contacto *e*, aislado de la placa que sujeta todo el aparato por un pequeño disco de ebonita. A las dos bornas B, B' se unen los hilos de la pila. B' comunica por un hilo con el contacto *e*. El hilo que parte de B viene á arrollarse so-



(Fig. 75)

bre el electro-imán, y termina en el tornillo *m* fijo á la escuadra.

Si la corriente se envía por medio de los pulsadores ó botones de llamada, ésta sigue el camino B, E, *m*, A, *e*, B'; las bobinas se imantan y atraen la armadura A. El contacto con *e* se interrumpe y la corriente cesa de pasar. Entonces el resorte R juega su papel, el contacto en *e* vuelve á establecerse y se reproduce el efecto anterior.

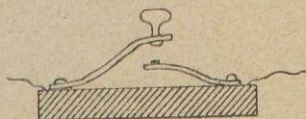
Por este medio se producen choques muy inmediatos entre la armadura y la campana, mientras que la corriente dura.

El único cuidado que precisa tener para garantir el funcionamiento de este aparato, es que el martillo en reposo no toque á la campana. Esta regulación se hace á mano.

143.—P.—¿Qué es un **botón de llamada ó pulsador**?

R.—Son unos aparatos que sirven para cerrar momentáneamente el circuito, haciendo sonar el timbre.

Su disposición no puede ser más sencilla. Dos láminas de resorte aleja-



(Fig. 76)

Su disposición no puede ser más sencilla. Dos láminas de resorte alejadas una de otra como enseña la (fig. 76), y las cuales se ponen en contacto por medio del botón que se aprieta ó comprime con los dedos. Cada lámina está ligada á uno de los extremos de los conductores de la línea. El todo se encierra en una especie de caja de madera.

La única precaución que debe observarse es, que en estado de no funcionamiento los resortes estén alejados convenientemente. Los botones de que antes

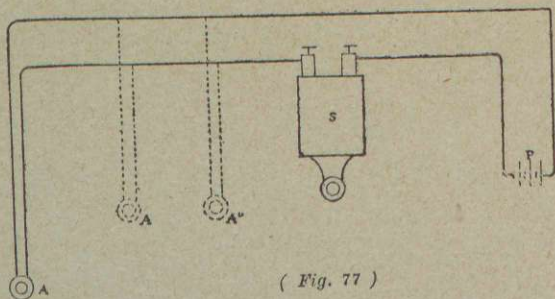
hemos hecho mención, se fabrican generalmente de hueso, marfil ó ebonita.

144.—P.—¿Cómo se instala un **timbre**?

R.—En la mayoría de los casos, el procedimiento no puede ser más sencillo. Pero cuando se trata de un número crecido de llamadores y timbres, y además con cuadro indicadores, ofrece ya alguna complicación el problema. Iremos, pues, señalando los diferentes casos que en la práctica ocurren.

145.—P.—¿Cómo se instala un timbre con **varios llamadores**?

R.—La (fig. 77) nos dá una clara idea de la marcha que debemos seguir. S es el timbre, P la pila, A, A' y A'' los botones de llamada.

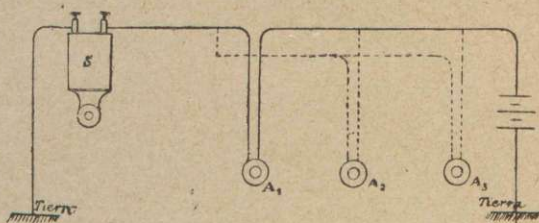


(Fig. 77)

Los llamadores, como si fueran lámparas en derivación. El timbre, lámpara instalada en série. No hacen falta más explicaciones.

Si deseáramos servirnos de un hilo único, lo cual bajo el punto de vista económico puede ofrecer ventajas, la instalación la realizaríamos bajo la forma que

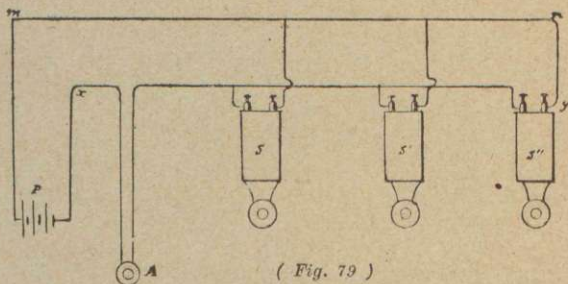
expresa la (fig. 78), en la cual se señalan bien claramente las diferencias con la anterior. El timbre y la pila están ligados con la tierra.



(Fig. 78)

146.—P.—¿Cómo se instalan varios **timbres accionados** por un solo llamador?

R.—La (fig. 79) muestra esta otra disposición. Los timbres S, S' y S'' están colocados en derivación y el



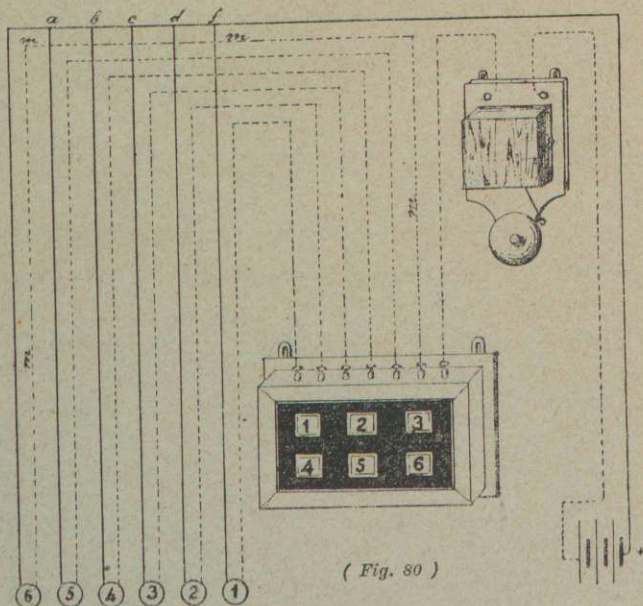
(Fig. 79)

llamador en série. Es preciso tener cuidado que los timbres sean de la misma resistencia.

147.—P.—¿Cómo se instala un timbre con **cuadro indicador**?

R.—Tomemos como ejemplo, la instalación en la cámara de un buque.

Los hilos de todos los camarotes vienen á morir al cuadro indicador, colocado en el departamento destinado á repostería ú oficio. Cuando el timbre suena, el camarero vé aparecer el número del camarote que ha



efectuado la llamada. Basta una ligera comprensión sobre un botón, para que el número desaparezca y quede el cuadro en las condiciones primitivas.

De la disposición que se adopta, dá clara idea la (fig. 80). Del llamador más lejano, que en este caso es el C, parte un hilo que vá á unirse al polo positivo de

la pila. Sobre este hilo se toman todas las derivaciones para los demás llamadores. De manera que de cada llamador parten dos hilos: uno que vá al conductor positivo y otro que muere en el cuadro. El polo negativo de la pila vá al timbre y de aquí al cuadro. Este tiene, pues, tantos terminales más uno como llamadores.

La aparición del número, es efecto de la corriente que pasa por el electro-imán correspondiente al mismo, y atrae la aguja en que aquél se coloca.

148.—P.—¿Qué otros **cuidados** hay que observar en la **instalación de timbres**?

R.—Los elementos para formar la batería deben ser Leclanché preferentemente. El número de ellos nunca inferior á 2.

Para el número de elementos, se computan como necesarios: 1 por cada 50 metros de hilo, y $1/4$ de elemento por cada número del cuadro. Una instalación con 200 metros de hilo y cuadro indicador de 8 números, deberá, por tanto, tener como minimum 6 elementos.

El grueso del hilo, de 1 á 2 milímetros, según que las distancias sean inferiores ó superiores á 50 metros. Los elementos siempre se asociarán en tensión.

Es conveniente que la batería esté en caja de madera cerrada.

Los hilos no deben estar en contacto con la pared.

Si atraviesan un muro, es indispensable recubrirlos con un tubo de plomo ó cautchouc, que sobresalga un poco por los dos lados, para evitar la influencia de la humedad.

Para encontrar los defectos de una instalación,

conviene siempre tener presente que ésta consta de tres partes: la **pila**, los **hilos** y los **aparatos**. Separadamente y con el auxilio de un galvanómetro, se procede hasta encontrar la parte defectuosa.

149.—P.—¿En qué principios está basada la construcción de **teléfonos**?

R.—En las leyes de las corrientes de inducción.

Hemos dicho en otro lugar, que cuando se mueve un imán en las proximidades de un hilo metálico cerrado sobre sí mismo, se determina una corriente cuyo sentido cambia según que el imán se acerca ó se aleja. El efecto se multiplica, según hemos visto, si en lugar de un hilo sencillo se toma una bobina presentando un número considerable de vueltas y provista de un núcleo interior de hierro dulce.

Los mismos efectos se alcanzarían, si suponiendo el imán fijo y colocado en el interior de la bobina, su imantación se modificase haciendo oscilar delante de sus polos una armadura de hierro dulce. De esta manera engendrariamos en la bobina corrientes inducidas, cuyo sentido variaría según que la armadura se acercase ó alejase, y cuya intensidad dependería de la amplitud y rapidez del movimiento.

Así, pues, si bajo la influencia de un sonido se hace vibrar una placa delgada de hierro enfrente del imán, se producirán en la bobina corrientes inducidas, que variarán de sentido é intensidad según las vibraciones de la placa. La voz actuando sobre esta última, debe por tanto traducirse en una serie de corrientes inducidas desarrolladas en la bobina.

Si en el circuito de esta bobina, colocamos una

segunda con su correspondiente imán y teniendo enfrente asimismo una placa metálica delgada de hierro, las corrientes engendradas en la primera bobina actuarán sobre esta otra, y la segunda placa metálica ejecutará vibraciones análogas. Ella reproducirá el sonido.

Tal es en sustancia el fundamento en que se apoya la construcción de los teléfonos.

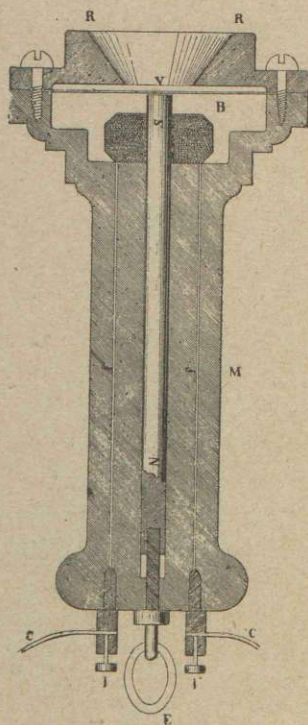
150.—P.—¿Cuántos tipos de teléfonos hay?

R.—Dos. Si se emplea un imán como hemos visto en la anterior explicación, se nombra **teléfono magnético**; pero si para producir las corrientes utilizamos las pilas, entonces llámanse **teléfono de pilas**.

Tanto en los unos como en los otros, el aparato delante del cual se habla es el **transmisor**, y aquel que al oído se aplica **receptor**.

151.—P.—¿Explicar el **teléfono magnético**?

R.—Este aparato (figura 81), consta de una barra imantada N S, al extremo de la cual y sirviéndole de eje, está enrollada una pequeña bobina B. Enfrente de ella, sitúa-



(Fig. 81)

se una lámina vibrante muy delgada de hierro dulce. El todo vá colocado en el interior de una caja de forma especialísima, que generalmente es de madera ó ebonita.

La extremidad superior de esta caja, tiene un vaciado en forma de embudo; y el resto de ella simula un mango, para que sea fácilmente sostenida en la mano.

El imán está regulado por el tornillo E, y la lámina vibrante se sitúa enfrente de la opuesta extremidad, muy próxima, pero sin llegar á tocarla.

El hilo de la primera bobina, como lo enseña la figura, viene á morir en los tornillos terminales I I', á los cuales también se afirman los conductores de la línea.

Por lo que al uso del aparato se refiere, el procedimiento no puede ser más sencillo.

La persona que ha de transmitir, comienza por prevenirlo á la que ha de recibir la comunicación, por medio de un timbre; después habla delante de la embocadura RR, teniendo el trasmisor en la mano.

El aparato análogo, que está en el otro extremo de la línea que consideramos, se aplica al oído del que recibe. Ambos forman un circuito completo, el cual cabe hacerlo económico con la supresión de uno de los hilos, mediante la precaución de hacer que tomen tierra uno de los terminales de cada uno de los aparatos.

El teléfono magnético descrito llámase de **Bell**.

La acción del imán sobre la armadura en este aparato, no es la máxima que puede obtenerse, pues para que esto último se logre, requiérese que las masas de ambos elementos sean próximamente iguales.

De aquí la reforma introducida por **Ader**, que en lo

más esencial consiste, en una segunda armadura anular colocada por encima de la lámina vibrante, en la supresión del tornillo de regulación que con la nueva disposición se hace innecesario, y últimamente en alguna otra pequeña variación de detalle, que no afecta al principio general de los teléfonos magnéticos, cuya estructura queda explicada.

152.—P.—¿Explicar los **teléfonos de pilas**?

R.—En los teléfonos magnéticos ya hemos visto, que las corrientes inducidas tienen su origen ó nacimiento en las vibraciones de la voz; pero la intensidad de aquéllas por esta causa, es sumamente débil y deficiente, por tanto, el aparato para emplearlo á largas distancias, que consigo llevan una pérdida importante por el aumento de resistensia.

De aquí el pensar en la aplicación de las pilas para la producción de la corriente, en lugar de obtenerla directamente.

A esta variación en los elementos constitutivos del teléfono, unirse debe la adición ó empleo del **micrófono**, que está basada en la siguiente curiosa observación, debida á Mr. Moncel:

«La intensidad de una corriente en un circuito completado por un interruptor, se modifica según el grado de presión ejercida en el punto de contacto por las piezas conductoras de éste.»

Este efecto, que se observa de una manera muy marcada en el carbón, es el hecho en que se apoya la construcción de los micrófonos.

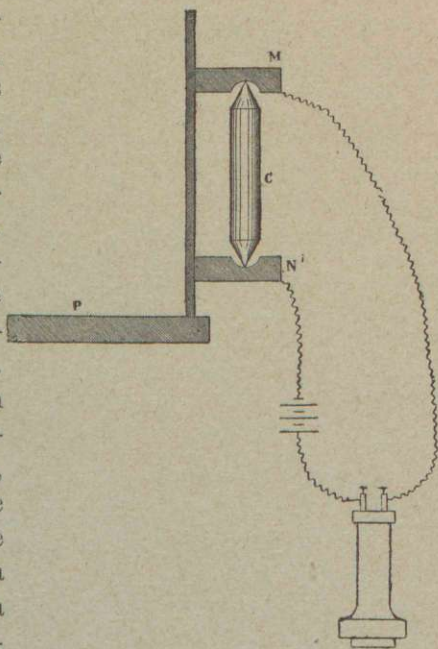
153.—P.—¿Explicar el **micrófono de Hughes**?

R.—Está compuesto este aparato (*fig. 82*), de un

pequeño lápiz de carbón de retorta C, con puntas en sus extremidades, y colocado verticalmente entre dos planchuelas M N de carbón, con sus rebajos correspondientes, fijas á una tabla armónica que descansa en un platillo P.

Las dos planchuelas dichas, están intercaladas en un circuito, que comprende una pila y un receptor telefónico.

La menor vibración de P, se trasmite á las extremidades del lápiz. La resistencia en los puntos de contacto, pasa, pues, por una serie de vibraciones, que influyendo en la intensidad de la corriente, producen los sonidos en el receptor.



(Fig. 82)

A tal extremo llega la sensibilidad de este aparato, que fácilmente puede escucharse en el receptor el vuelo de un insecto que pase inmediato á la placa P.

154.—P.—¿Explicar el **micrófono de Edison**?

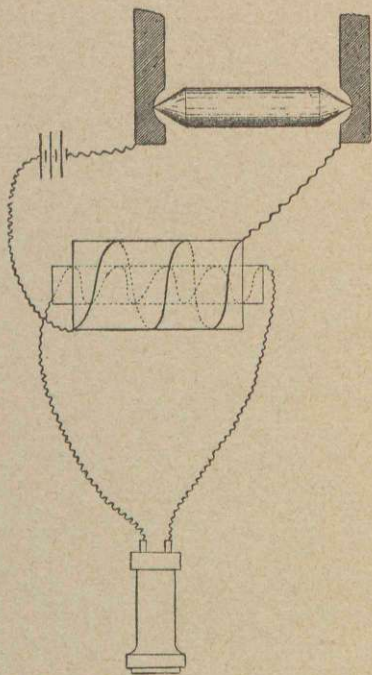
R.—A el micrófono ligeramente descrito en la ante-

rior pregunta, ha llevado Edison un perfeccionamiento que permite aumentar considerablemente la distancia de trasmisión:

A la línea telefónica no se envía la corriente direc-

tamente producida por la pila, sino que se la hace pasar por el hilo grueso de una bobina de inducción, y la corriente inducida ó secundaria es la que pasa á la línea (fig. 83).

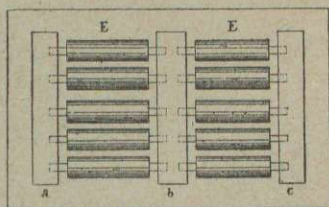
Como se vé por la figura, el circuito inductor que está directamente sometido á la acción del trasmisor, lo forman la pila, el carbón y la bobina de hilo grueso. El circuito secundario ó inducido, el hilo fino de la bobina, la línea y el receptor.



(Fig. 83)

Con esta especial disposición, el trasmisor obra sobre una resistencia muy débil que en poco perjudica su acción. En cambio, la corriente de la línea que tiene que vencer una resistencia grande, posee una tensión suficientemente elevada que le permite salvar esta dificultad.

155.—P.—¿En qué consiste la especialidad del **trasmisor Ader?**

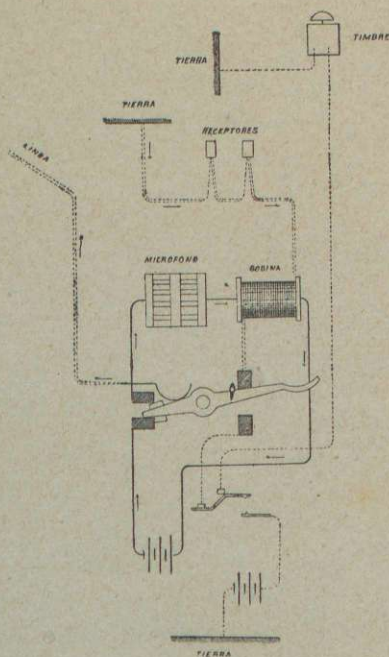


(Fig. 84)

R.—Este aparato (*figura 84*), está compuesto ó formado por tres placas de carbón *a*, *b* y *c*, que sirven como de soportes á diez barritas también de la misma sustancia, colocadas en la disposición que la figura enseña. Dicho se está que las placas tienen los agujeros necesarios para que los carbones se alojen en ellas con la conveniente holgura. Todo lo descrito es soportado ó vá sujeto á una hoja de madera muy delgada, que es la lámina vibrante, y la cual forma la tapa del pupitre ó caja que contiene la bobina de inducción.

156.—P.—¿Describir el **aparato telefónico Ader?**

R.—Se compone de un trasmisor tal



(Fig. 85)

como se acaba de presentar en la anterior pregunta, con su pila y bobina de inducción, un conmutador, dos receptores, (uno para cada oído), un timbre y una pila auxiliar para accionar el timbre del segundo aparato. Véase (*fig. 85*).

Las prescripciones que el aparato debe cumplir para llenar su cometido, son las siguientes:

1.^a Estando los dos aparatos reunidos por una línea, precisa que el timbre de cada uno esté en condiciones de funcionar á una simple llamada.

2.^a La persona que ha sido avisada debe, colocando los receptores en los oídos, romper la comunicación de la línea con su timbre y establecerla con sus receptores.

3.^a Cuando la conversación se dá por terminada, los receptores deben quedar fuera de circuito y entrar el timbre.

Véase porqué ingeniosos medios han sido satisfechas las condiciones de este programa.

Uno de los ganchos de los cuales se suspenden ó cuelgan los receptores, forma una palanca móvil y sirve de conmutador.

Cuando el receptor está colgado, su peso hace que la palanca baje, cerrando el circuito del timbre y abriendo el del receptor. De aquí la recomendación en el empleo de todos los teléfonos, de que siempre que el timbre quiera hacerse funcionar ó dejarlo en condiciones de que funcione, el primer cuidado que hay que cumplir, es colgar el receptor en su sitio designado.

Si el receptor se descuelga, la palanca basculiza bajo la acción de un resorte, cerrando el circuito del receptor y abriendo el del timbre.

Las figuras 85 y 86 que se refieren al mismo aparato, pero suspendido en un caso el receptor y en otro nó, enseñan bien claramente la marcha de la corriente.

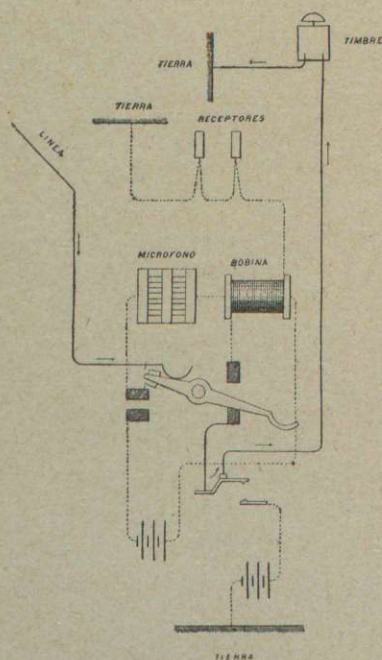
En la 86, el receptor está colgado de su gancho y la palanca cierra el circuito del timbre. Una corriente partiendo de la pila auxiliar del otro aparato, viene por la línea y sigue el trazado lleno ó línea gruesa en la dirección de las flechas: queda el timbre de éste en condicio-

de funcionar.

En la (fig. 85) el receptor está descolgado. La palanca, por tanto, levantada y cerrando el circuito que comprende el micrófono y su pila.

Para este objeto, existe por detrás de la palanca una pequeña placa de cobre, aislada del cuerpo de la palanca y que en la posición de báscula como en el presente caso ocupa, frota sobre dos contactos ligados al circuito.

La corriente inductora partiendo de la pila del micrófono número 1, por ejemplo, recorre el circuito



(Fig. 86)

indicado por trazos llenos, pasa por el micrófono é hilo inductor de la bobina y vuelve á la pila.

En cuanto á la corriente inducida, parte de la tierra y sigue el camino indicado en dobles trazos punteados: recorre el hilo inducido de la bobina, el cuerpo de la palanca, atraviesa la línea y vá á accionar los receptores del número 2, para morir en la tierra. Como en este momento el micrófono número 2 se encuentra en la misma disposición que el número 1, los receptores de este aparato están en el circuito, del mismo modo que los del número 1.

En esta disposición la voz se trasmite y los dos timbres están colocados fuera del circuito.

157.—P.—¿Cómo se hace **funcionar el teléfono**?

R.—La manera de servirse del aparato, es como sigue:

1.º Estando los dos receptores suspendidos de sus correspondientes ganchos, se empieza por tocar el botón de llamada en el número 1, para prevenir que se vá á telefonar al número 2; se espera á que este último conteste, accionando á su vez el timbre del número 1.

2.º Se descuelgan los dos receptores, aplicándolos á los oídos.

3.º Se habla delante del trasmisor, manteniendo la boca como á 5 centímetros de distancia del pupitre y sosteniendo el receptor.

4.º Cuando la conversación ha concluido, se cuelgan los receptores de sus ganchos respectivos y se comprime el botón de llamada, para que sonando el timbre, indique que la comunicación ha terminado.

158.—P.—¿A qué **distancias** puede emplearse satisfactoriamente el teléfono?

R.—No es esta cuestión que está resuelta de una manera perfecta y terminante.

Experiencias no muy antiguas verificadas en Francia, han puesto de manifiesto, que tratándose de líneas subterráneas, la conversación se hace imposible para distancias superiores á 200 kilómetros.

Se puede telefonear con una línea aérea de 1.000 kilómetros de hilo de bronce de 4'5 milímetros de diámetro, presentando una resistencia de 1'08 ohm por kilómetro, como lo prueba la línea existente entre París y Marsella.

Recientemente acaban de efectuarse experiencias telefónicas entre Chicago y Nueva York, que aumenta esta distancia de transmisión.

Como regla general puede decirse, que el límite de alcance depende:

- 1.º De la resistencia total de la línea.
- 2.º De su capacidad total.
- 3.º De su naturaleza.

La experiencia ha demostrado, que para las grandes distancias debe desde luego renunciarse á emplear hilo de hierro.

159.—P.—Dar una idea del **coste** de un aparato telefónico de Ader.

Un trasmisor	100 pesetas
2 receptores	100 »
Un timbre	15 »
4 elementos Leclanché.	10 »
	225 »

Si quisiéramos también valorar la línea, tendremos:

Precio de un kilómetro de línea en bronce de 1'1 milímetro de diámetro:

1.000 metros bronce (con un peso de 8'45 kilogramos y costando el kilogramo á 3'75 pesetas)	31'70 pesetas
10 postes á 8 pesetas	80 >
10 aisladores á 1'50 pesetas.	15 >
	126'70 >

Los precedentes datos de ilustración general, más bien tienen por objeto dar solo una idea aproximada del coste de las instalaciones telefónicas. Existen aparatos mucho más económicos que los de Ader, tales como los de Mildé, Brauvillle, Breguet, etc., etc.

CAPÍTULO V

CANALIZACIONES Y DIFERENTES SISTEMAS
DE DISTRIBUCIÓN

Conductores eléctricos.—Pérdida de tensión.—Colocación de conductores.—Accidentes en los conductores.—Disposición que afecta una canalización.—Cuadro de distribución.—Diferentes modos de montar las lámparas en la distribución bifilar. Sistema trifilar.—Radio de acción de la distribución directa á dos, tres y cinco hilos.—Distribución por feders.—Colocación de postes.—Aisladores.—Empalme de conductores.

160.—P.—¿Qué se entiende por **conductores eléctricos**?

R.—Bajo la denominación de conductores eléctricos se conocen, los hilos metálicos, aislados ó nó, que sirven para trasportar la energía eléctrica desde el elemento que la produce hasta los aparatos que la utilizan.

Pueden ser estos hilos de metales diferentes, toda vez que todos los metales son buenos conductores; pero se le dá preferencia al cobre, por ser el de mayor conductibilidad y el que menos fácilmente se oxida.

Los conductores para su aplicación al alumbrado se presentan en dos formas: aislados ó desnudos. En

esta última no tienen empleo en los buques. Los hilos desnudos son los que se utilizan para el establecimiento de líneas aéreas.

Los conductores aislados designados bajo el nombre de cables ó hilos cubiertos, están formados por una alma metálica rodeada de una materia aisladora.

Además de este género de cable que se utiliza para los conductores principales de una instalación, se emplean además para los secundarios ó derivaciones, hilos de cobre recubiertos, bien sea con trencilla de algodón, seda, cinta de gutapercha, etc., etc., impregnadas en resina, barniz aislador ú otra sustancia análoga.

161.—P.—¿Qué **diámetro** deben tener los conductores?

R.—La resistencia que presenta un conductor al paso de la corriente, es directamente proporcional á la longitud del mismo é inversa con su sección ó diámetro. Así es, que cuanto más largo y de menos diámetro, mayor resistencia. Al contrario, diámetro crecido y corta longitud, resistencia pequeña.

Por lo tanto, para las instalaciones, lo conveniente sería emplear conductores de mucho diámetro y poca longitud, para que la pérdida de energía eléctrica que la resistencia representa, desapareciese ó se aminorase. Pero como con el diámetro crece el precio y como la longitud se subordina á las necesidades, estos dos nuevos factores del problema hacen que su solución esté basada en determinados cálculos, que en su forma más práctica expondremos.

Conviene tener muy en cuenta, que la temperatura que el cable puede alcanzar, no solo depende de la

intensidad de la corriente, sino de la naturaleza del aislamiento y de las condiciones de la instalación.

Un hilo desnudo con un milímetro cuadrado de sección, por ejemplo, deja pasar 10 ampéres sin que la temperatura llegue á ser anormal; en cambio, un cable de 70 milímetros cuadrados, *aislado con cautchouc*, apenas si permite 2 ampéres por milímetro cuadrado.

Y la razón es bien sencilla; el cable desnudo sufre por irradiación un enfriamiento rápido, que la envuelta de cautchouc en el no descubierto, dificulta.

Las cifras que generalmente se adoptan para la intensidad de las corrientes, según la naturaleza y clase de los conductores, son las siguientes:

	Ampéres por mm. ² de sección.
Hilo desnudo al aire libre	6
Hilo cubierto con algodón	4
Hilo aislado con cautchouc	2'5
Cables de gran aislamiento, con una sección comprendida entre 10 y 200 mm ²	1'5
Cables de gran aislamiento, con una sección superior á 200 mm. ²	1'0

El valor de estas cifras no es absoluto; solamente marcan límites prudentes, que no conviene pasar.

En la práctica y para conductores aislados, se adopta como cifra media, 2 ampéres por mm.² de sección.

162.—P.—¿Cómo se efectúa el cálculo para el diámetro de los conductores?

R.—La sección que es necesario dar á los conductores para una intensidad y longitud determinada, requiere cálculos bastantes complejos, que no se armonizan con la naturaleza de este libro. Para hacer á los

electricistas prácticos más fáciles este trabajo, algunos ingenieros han formado unas tablas, que suministran con bastante aproximación los resultados del problema. Nos parece entre ellas la de más sencillo empleo, la que en su obrita inserta **Mr. Charles Baye**, y que más adelante anotaremos.

163.—P.—¿Cómo se calcula la **pérdida de tensión** en los conductores?

R.—El límite máximo de esta pérdida, se puede valuar en un 10 por 100; es decir, que para 110 volts en los terminales de la dinamo deben llegar á la última lámpara 100. Esta proporción, solo es admisible para conductores de mucha longitud. En las instalaciones de los buques solo se llega á un 5 por 100, cantidad que pocas veces se alcanza.

La pérdida de tensión se calcula valiéndose de la ecuación.

$$E = I \times R$$

En la cual como hemos dicho, E representa la fuerza electro-motriz (que en este caso es la pérdida de tensión que se quiere determinar), I la intensidad y R la resistencia. El producto de estos dos últimos factores, nos dará su valor.

Para saber por cuantos ampéres está representada la intensidad, se basa uno en el número de lámparas que se intercalan y en la intensidad luminosa de éstas, partiendo del supuesto de que las lámparas de 100 volts y de 16 bujías necesitan una intensidad de 0·55 ampéres. Así, por ejemplo, 40 lámparas de esta clase necesitarán una intensidad de 22 ampéres.

Si la intensidad luminosa fuera diferente, pero igual

la fuerza electro-motriz, para saber el consumo por lámpara, se formará una proporción simple, basada en que la intensidad luminosa es casi proporcional á la de la corriente en las lámparas de la misma fabricación.

Así, por ejemplo: si queremos apreciar la intensidad necesaria para 40 lámparas de 100 volts y 10 bujías, empezaremos por determinar la intensidad que corresponde á una de estas lámparas, por medio de esta proporción:

$$\frac{x}{0.55} = \frac{10}{16}$$

de la cual obtendremos $x = 0.34$ ampére, que multiplicado por 40, número de lámparas de que se trata, se obtiene como valor para la intensidad 13.6 ampéres.

Para encontrar la resistencia R del conductor, se hace uso de la tabla que á continuación se inserta, y que es á la que hemos aludido en la pregunta anterior. Basta multiplicar los valores numéricos de la columna R , por la longitud del conductor expresada en metros.

Es conveniente tener siempre presente, que la intensidad de la corriente que pasa por los conductores aislados, no debe ser superior á 3 ampéres por milímetro cuadrado de sección; como intensidad normal se estima 2 ampéres por milímetro cuadrado.

La tabla dá directamente las intensidades correspondientes á los diversos diámetros, según que se trabaje á 1, á 2 ó á 3 ampéres por milímetro cuadrado.

Hilo de cobre

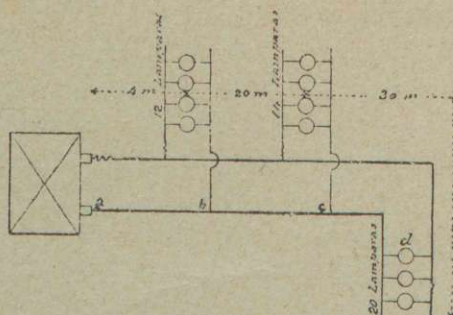
Resistencia para 1 metro de longitud y 1 milímetro cuadrado de sección = 0,0166 ohms

D Diámetro	S Sección	R Resistencia	INTENSIDAD ADMISIBLE					
			1 ampère por milímetro cuadrado		2 ampères por milímetro cuadrado		3 ampères por milímetro cuadrado	
			I Intensidad	E Pérdida de tensión por metro	I Intensidad	E Pérdida de tensión por metro	I Intensidad	E Pérdida de tensión por metro
<i>Milim.</i>	<i>Milim.</i>	<i>Por metro en ohms</i>	<i>Amp.</i>	<i>Volts.</i>	<i>Amp.</i>	<i>Volts.</i>	<i>Amp.</i>	<i>Volts.</i>
0'5	0'20	0'0845	0'2	0'017	0'4	0'033	0'6	0'05
1'0	0'79	0'0211	0'8		1'6		2'4	
1'5	1'77	0'00939	1'8		3'5		5'3	
2'0	3'14	0'00528	3'1		6'3		9'4	
2'5	4'91	0'00338	4'9		9'8		14'7	
3'0	7'07	0'00235	7'1		14'1		21'2	
3'5	9'62	0'00173	9'6		19'2		28'9	
4'0	12'57	0'00132	12'6		25'1		37'7	
4'5	15'90	0'00104	15'9		31'8		47'7	
5'0	19'64	0'000845	19'6		39'3		58'9	
5'5	23'76	0'000699	23'8		47'5		71'3	
6'0	28'27	0'000587	28'3		56'5		84'8	
6'5	33'18	0'000500	33'2		66'4		99'5	
7'0	38'49	0'000431	38'5		77'0		115'5	
7'5	44'18	0'000376	44'2		88'4		132'0	
8'0	50'27	0'000330	50'3		100'5		150'8	
8'5	56'75	0'000293	56'7		113'5		170'2	
9'0	63'62	0'000261	63'6		127'2		190'8	
9'5	70'88	0'000234	70'9		141'8		212'6	
10'0	78'54	0'000211	78'5		157'1		235'6	

La mejor manera de comprender el uso de la tabla, será poner un ejemplo.

Supongamos que se trata de determinar el cálculo de los conductores para una instalación que está representada por la esquema de la (fig. 87).

Empezaremos por calcular el diámetro que deberán tener los conductores principales en las tres partes en que los consideramos divididos, por razón del número



(Fig. 87)

de lámparas, á las cuales deben suministrar la intensidad.

Estas tres partes son *ab*, *bc* y *cd*. Por la primera debe pasar la intensidad para el total de la instalación; por la segunda, hecho el descuento de la que consume el primer circuito de 12; y por la tercera, solo la necesaria para el grupo de las 20. La intensidad de las lámparas la suponemos de 16 bujías, y 100 volts la fuerza electro-motriz.

a) Conductor *ab*:

$$46 \text{ lámparas: } I = 40 \times 0'55 = 22 \text{ ampéres.}$$

Bajo la hipótesis de que la intensidad normal que admitimos es de 2 ampéres por milímetro cuadrado de sección, entrando con los 22 ampéres en la columna correspondiente de la tabla, nos encontramos con 25'1 como número más próximo, al cual le corresponde de

diámetro 4.0 milímetros. Así es, que el diámetro del conductor será de 4 milímetros, y con él podremos bajar hasta la intensidad de 25 amperes, superior á la que se necesita.

En cuanto á la resistencia, y como quiera que el conductor es doble y su longitud en esta sección que consideramos de 40 metros, tendremos:

$$R = 80 \times 0.00132$$

factor este último, que en la tercera columna de la tabla representa la resistencia por metro, para el caso que nos ocupa, por lo tanto

$$R = 0.1056 \text{ ohms}$$

y conociendo como ya conocemos los valores de R ó I , tendremos:

$$\text{Pérdida de tensión ó } E = 22 \times 0.1056 = 2.322 \text{ volts}$$

b) Conductor bc:

$$34 \text{ lámparas: } I = 34 \times 0.55 = 18.70 \text{ amperes}$$

Diámetro del conductor para esta intensidad según la tabla,
3.5 milímetros

$$\text{Resistencia del conductor: } R = 40 \times 0.00173 = 0.0692 \text{ ohms}$$

$$\text{Pérdida de tensión ó } E'' = 18.7 \times 0.0692 = 1.294 \text{ volts}$$

c) Conductor cd:

$$20 \text{ lámparas: } I = 20 \times 0.55 = 11 \text{ amperes}$$

Diámetro del conductor para esta intensidad según la tabla,
3.0 milímetros

$$\text{Resistencia del conductor: } R = 60 \times 0.00235 = 0.141 \text{ ohms}$$

$$\text{Pérdida de tensión ó } E''' = 11 \times 0.141 = 1.551 \text{ volts.}$$

De una manera análoga, efectuaríamos el cálculo de la pérdida de tensión para los conductores secundarios, la cual puede ser despreciable si su longitud es corta.

Admitiendo esta última hipótesis, la pérdida de tensión E desde la dinamo hasta la última lámpara, será igual á la suma de las pérdidas de las secciones de los conductores que se han considerado, y por lo tanto,

$$E = E' + E'' + E''' = 2'323 + 1'294 + 1'551 = 5'168 \text{ volts.}$$

Si las lámparas son de 100 volts como hemos dicho, la dinamo deberá desarrollar en los terminales 106 volts, para que ellas tengan la intensidad luminosa marcada.

El ejemplo que acabamos de exponer basta para enseñar las útiles indicaciones que la tabla suministra, y lo rápidamente que se puede hacer el cálculo de una instalación con aproximación suficiente.

164.—P.—¿Qué cuidados deben observarse en la **colocación** de los conductores?

R.—Por regla general, el buen funcionamiento de una instalación de alumbrado, depende esencialmente del cuidado que se haya tenido en la colocación de los conductores. Si este trabajo se ha realizado en buenas condiciones, será fácil siempre encontrar la causa de cualquier desarreglo ó alteración que se produzca.

Tres casos esenciales debemos considerar:

- 1.º **Líneas aéreas.**
- 2.º **Líneas subterráneas.**
- 3.º **Instalaciones en buques y edificios.**

Para las **líneas aéreas**, poco utilizadas para corrientes de alta tensión, es lo más económico emplear cables desnudos de cobre, colocados sobre aisladores de porcelana ó cristal.

La separación entre los conductores paralelos no debe ser inferior á 40 centímetros.

La entrada de las derivaciones en las habitaciones se hará por medio de cables perfectamente aislados, teniendo cuidado de adoptar una disposición especial, para que la entrada del cable por el muro ó pared esté defendida de la lluvia.

Para las **líneas subterráneas**, se utilizan cables aislados, que pasan por la tubería de hierro provista de registros á distancia conveniente para poderlos reconocer, ó bien, estos mismos cables revestidos de envuelta de plomo y colocados directamente en las zanjas.

No se pueden fijar reglas á este propósito, porque son muy diferentes los sistemas que se siguen para este género de canalizaciones.

Para las **instalaciones en buques y edificios**, deben seguirse las siguientes prescripciones.

1.^a Para los conductores verticales, colocar los hilos positivos á la izquierda y los negativos á la derecha.

2.^a Para los hilos horizontales, siempre los positivos encima y los negativos debajo.

3.^a Si se hace uso de hilos cubiertos con trencilla de color, los hilos positivos serán de color rojo y negro ú oscuros los negativos.

Tanto en los buques como edificios, el hilo que se utiliza es aislado, y lo más seguro para protección mecánica del mismo, es que los conductores, así como las derivaciones, vayan por una vareta de madera con dos ranuras, convenientemente cerrada con su moldura atornillada, disposición ésta que además presenta las ventajas de la buena visualidad ú ornamentación, y ser fácil registrar los conductores cuando la necesidad lo requiere.

Es frecuente en los buques no emplear los dos conductores principales: el casco sustituye á uno de ellos. Tiene sus ventajas é inconvenientes este último sistema.

Para corrientes de débil intensidad, pueden utilizarse conductores simples ó de un solo hilo; pero desde el momento en que aquélla es crecida, el cable es lo indicado.

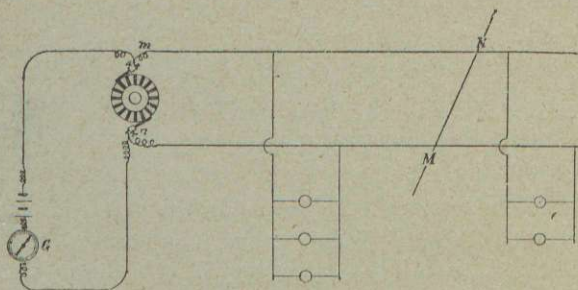
Si los conductores están colocados sobre vareta de madera, como anteriormente hemos dicho, la distancia entre ellos puede reducirse hasta 2 centímetros. De no ser esta su disposición, se situarán á 5.

165.—P.—¿En una canalización qué **accidentes** pueden ocurrir con los **conductores**?

R.—De dos clases son los que se pueden presentar: 1.º, los *corto-circuitos*, es decir, la comunicación entre el conductor positivo y negativo; 2.º, las *pérdidas á tierra*, debidas á mal aislamiento en un conductor.

Para comprobar la existencia de estas averías, se hace uso generalmente de un galvanómetro ó aparato de medir aislamiento y se procede como sigue:

1.º *Corto-circuito*.—Sobre un mismo hilo *mn* (figu-



(Fig. 88)

ra 88), se reúne en tensión un galvanómetro G y una pila P.

Demuestra la figura con suficiente claridad, cual es la verdadera disposición en que el galvanómetro y pila deben situarse para alcanzar el objetivo que se persigue, y dicho se está, que á este aparato puede sustituir otro cualesquiera de los que modernamente empleáanse para apreciar ó medir los aislamientos de las líneas.

Procédese á la investigación de la siguiente manera:

Se rompe la comunicación entre la dinamo y los dos conductores principales; se cierran todos los interruptores, á fin de que la corriente pueda circular en todas las derivaciones y se desmontan las lámparas; después se unen los dos extremos del hilo *m n* á las bornas de la dinamo.

Si la aguja del galvanómetro sufre desviación, es señal de que existe un corto-circuito por alguna parte. Es preciso, pues, proceder á su investigación, y para ello se debe seguir el mismo sistema que para la investigación de todos los defectos, es decir, empezar por seccionar y subdividir el campo que se ha de explorar.

Así, pues, para localizar la avería, interrumpimos la comunicación con todos los circuitos derivados; si la aguja no se mueve, será señal de que el defecto está en alguna derivación; entonces no se presenta otra solución más juiciosa que ensayarlas todas una á una, separándolas del conductor principal, hasta que se descubra cual de ellas es la que hace mover la aguja.

Además, cuando existe un corto-circuito M N, en una canalización, se hace notar este defecto por el mal funcionamiento de lámparas.

Un corto-circuito produce siempre una notable elevación de temperatura en el punto de contacto, y la aparición de fuertes chispas en la máquina, causadas por la disminución de resistencia en el circuito exterior, que es su consecuencia.

2.º *Pérdidas á tierra.*—Para descubrir las pérdidas á tierra, se rompe la comunicación entre los conductores principales y los polos de las dinamos levantando al efecto todas las escobillas, se desmontan las lámparas y se cierran los circuitos derivados; después se liga una de las bornas de la máquina con uno de los hilos del galvanómetro, el otro se lleva á la tierra. Si la aguja desvía, es señal de que existe un defecto.

Para localizarlos se interrumpen las comunicaciones con todos los circuitos derivados. Si se obtiene una desviación, es que el defecto está en el circuito principal. Se divide este circuito en varias secciones separadas, y se toca cada extremidad con el hilo del galvanómetro hasta que se obtenga el movimiento de la aguja, que nos indicará el trozo ó sección defectuosa.

166.—P.—¿Cuál es el alumbrado conveniente á bordo de los buques?

R.—El de **lámparas por incandescencia.**

Las lámparas de arco pueden funcionar á bordo, en los mismos términos que en tierra, pero su excesiva intensidad luminosa con relación á los múltiples y pequeños departamentos en que el buque se divide, las hacen perjudiciales en este caso concreto, tanto como beneficiosas son para las plazas, calles y talleres.

Aún en las desahogadas baterías de los mismos, tampoco está indicada su aplicación, á consecuencia del escaso puntal ó altura de estos espacios.

Las cámaras de máquinas á pesar de su mayor amplitud, resultan mejor alumbradas con focos pequeños de lámparas incandescentes; pues más que una luz intensa que abarque á la totalidad de la superficie, requiérese pequeños focos, que iluminen con perfecta claridad, los detalles particulares de los diferentes órganos que han de ser objeto de asidua vigilancia.

167.—P.—¿Qué **ventajas** ofrece el alumbrado por incandescencia sobre los demás conocidos?

R.—1.º Es más sano, menos caluroso y más manejable, que los sistemas hasta el día empleados.

Su producción no trae aparejada los olores desagradables que al alumbrado por gas acompañan, ni los productos de combustión que vician el aire que se ha de respirar, ni elevan en términos molestos la temperatura de las habitaciones ó departamentos, ni últimamente limitan la intensidad del manantial de luz, cuya magnitud puede con la electricidad fácilmente llevarse hasta el extremo que convenga.

2.º Los casos de incendio, tan peligrosos á bordo de los buques y en los que como es sabido tanta materia combustible se encierra, quedan atajados ó disminuidos.

Las lámparas se encienden sin el intermedio de fósforos, y ellas mismas preservan su luz del exterior en tales términos, que el solo contacto con el aire es suficiente para apagarlas, inutilizándolas.

3.º La preparación de las luces, faena esta tan enojosa en los barcos alumbrados por aceite ó bujías, queda por completo eliminada. Su entretenimiento es nulo, y á todas horas están listas para funcionar.

Hasta aventaja en esto al alumbrado por arco, toda vez que el reemplazo de los carbones se omite.

4.º Esos grandes repuestos de aceite, velas y hachotes que para las navegaciones se acopian, quedan suprimidos, y con ellos los peligros á que dá lugar el almacenaje de estas materias combustibles.

Y 5.º Si bien los gastos de instalación resultan crecidos y es notoria la disminución que por días sufren, hecho el cómputo para una decena de años ó período menos crecido, el costo del alumbrado por incandescencia no resulta excesivamente más caro que el representado por las otras formas de alumbrar, puestas en práctica.

168.—P.—Enumeradas las ventajas del alumbrado eléctrico, ¿qué **inconvenientes** se le imputan?

R.—1.º La necesidad de tener una máquina constantemente en movimiento y una caldera con presión expresamente para ellas, si se está en el fondeadero.

Inconveniente este que en la mar se aminora, utilizando el vapor de las calderas principales.

2.º Que dependiendo la utilización de las lámparas del aparato productor de la electricidad, una avería en éste, obliga á apagarlas todas.

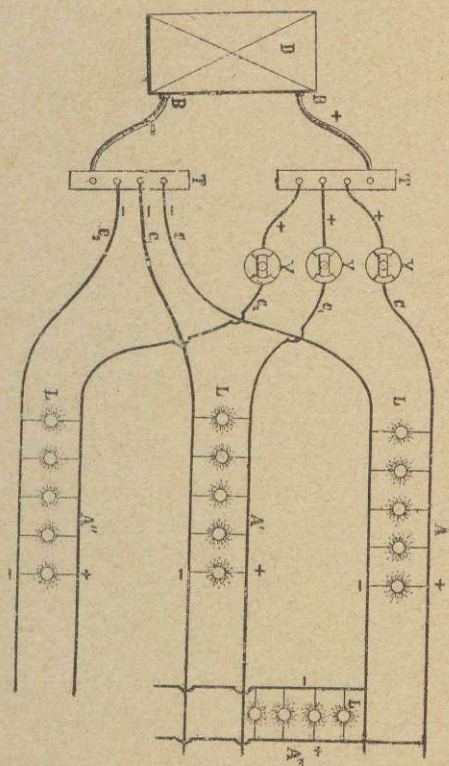
169.—P.—¿Qué **disposición general** afecta una instalación de alumbrado?

R.—La esquema de la (*fig. 89*), presenta la fisonomía de una instalación por incandescencia.

La sencillez y claridad del dibujo, debieran relevarnos de dar explicaciones. Describiremos, sin embargo, á grandes rasgos, los principales particulares.

De la dinamo D, ó por mejor decir, de los termina-

les B, arrancan los dos conductores principales que llevan el manantial eléctrico á las dos barras metálicas T, á partir de las cuales la electricidad se distribuye.



(Fig. 89)

Una de estas barras es punto de partida para la electricidad positiva, y la otra para la negativa. En ellas tienen su origen los **conductores secundarios**, y con

cada dos de signos opuestos, fórmanse los circuitos A, A' y A''.

Si tomando como punto de origen dos conductores secundarios, se establece otro circuito A''', suele denominársele **terciario**.

Estos diferentes circuitos son los que se dirigen á los departamentos que han de ser iluminados, y de ellos se sacan los **hilos de derivación**, que han de morir en las respectivas lámparas.

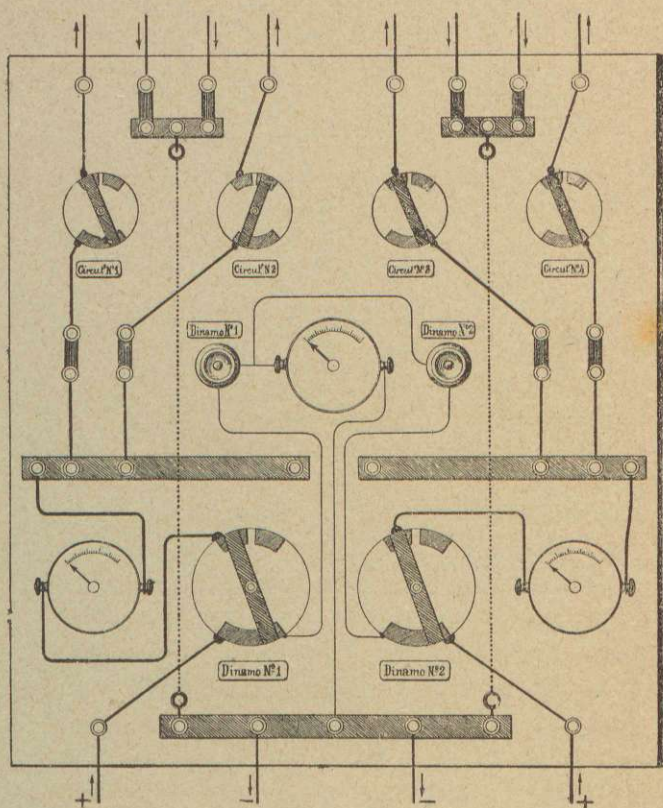
El recorrido de la electricidad resulta evidente. Del terminal positivo de la dinamo toma el **conductor principal** positivo ó de **ida**. De la barra metálica T nacen los conductores secundarios del mismo signo, que á voluntad pueden conducir ó dejar de hacerlo, mediante el uso que se haga de los interruptores Y intercalados en cada uno.

El retorno se efectúa por los conductores secundarios negativos, que vienen á morir á la otra barra T inferior, y de aquí por el principal del mismo signo, hasta el terminal B negativo de la dinamo.

Los interruptores Y, los instrumentos de medición ó sea el volmetro y el amperómetro, y las barras metálicas T, forman lo que se llama **cuadro de distribución**, y el cual en su conjunto representamos con la (*figura 90*), cuya notoria claridad nos revela de dar sobre él más extensas explicaciones.

El croquis (*fig. 91*), de la página contigua, se refiere á un **cuadro y conexiones para una instalación que puede ser alimentada por la dinamo sola ó por los acumuladores**.

La línea de trazos representa la corriente, cuya marcha



(Fig. 90)

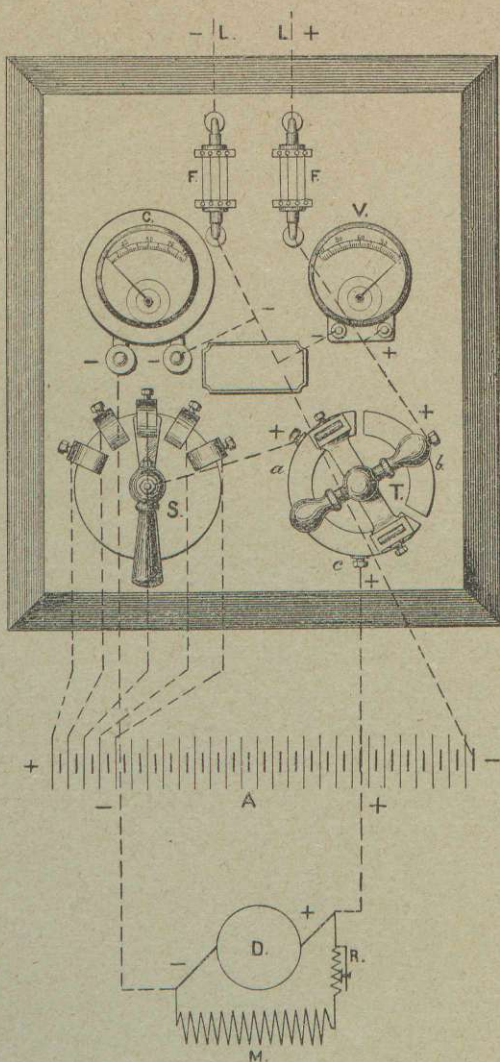
Dinamo núm. 1

Dinamo núm. 2

Cuadro de distribución para dos dinamos

fácilmente se aprecia con solo fijarse en los signos con que vá señalada en las diversas conexiones establecidas.

Es conveniente para los que empiezan sus prácticas en electricidad hacer ejercicios con este cuadro, suponiendo el conmutador en las tres posiciones que puede ocupar y en cada caso seguir la supuesta ó figurada circulación del fluido, des-



(Fig. 91)

de la escobilla que señalamos con el signo + hasta retornar al punto de origen ó —, pasando por los diversos aparatos receptores, de medida y de seguridad establecidos.

La explicación del cuadro es la que sigue:

A.—Batería de acumuladores.

B.—Dinamo con dos aplicaciones: una, alimentar directamente el circuito de las lámparas; la otra, cargar los acumuladores.

M.—Excitación de los inductores.

R.—Resistencia que se intercala en el circuito del campo magnético de los inductores para rebajar la fuerza electro-motriz de la dinamo, si con ella se alimentan directamente las lámparas.

F F.—Corta-circuitos, fusores ó **plomos** del circuito principal de las lámparas.

C.—Amperómetro.

V.—Volmetro.

S.—Reductor para comunicar ó incomunicar los cinco últimos elementos de la batería, aumentando ó disminuyendo gradualmente la tensión ó voltaje de la misma.

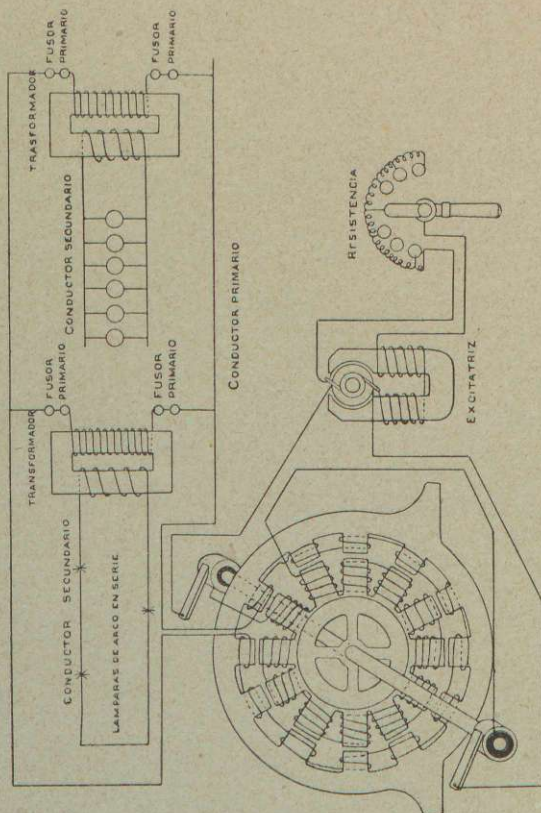
T.—Conmutador para las combinaciones á que la instalación se presta.

Está formado por tres secciones **a**, **b** y **c** iguales, con su correspondiente brazo de contacto para ligar las que convenga.

En la posición representada en la (*fig. 91*) se encuentra en comunicación la sección **a** con la **c**, y la simple inspección del grabado muestra, que con ella lo que se logra es la carga de los acumuladores.

Si el contacto es entre la **b** y la **c**, lo cual se alcanzaría moviéndola hacia la derecha, la dinamo alimenta directamente el circuito L L de las lámparas.

Y si por último, son las secciones **a** y **b** entre las



(Fig. 92)

que se establece el contacto, los acumuladores descargan en el circuito del alumbrado.

La (fig. 92) representa la fisonomía que afecta una distribución de corrientes alternativas con trasforma-

dores. Su simple exámen puede perfectamente imponer al menos enterado, del carácter de este sistema de distribución, frecuentemente empleado si los aparatos receptores están situados á distancia grande de la central que genera el fluido.

El **alternador** ó dinamo que produce la electricidad; la **excitatriz**; la resistencia ó **rehostato** de esta última, á quien se confía la misión de estimular los inductores que el campo magnético crean; los **transformadores**, cambiando las características de la corriente hasta hacerla más cómodamente adaptable al definitivo empleo á que se la destina; los **circuitos primarios y secundarios**, de **alta tensión** el primero para hacer barato el transporte de la energía y de **baja** el segundo, por ser ésta la que las lámparas exigen para su utilización ó empleo.

Toda esta interesante composición de elementos que la distribución de corrientes alternativas requiere, presentada queda en el grabado que nos ocupa y cuya claridad lo hace recomendable ciertamente.

Para mayor ilustración de los que principian á imponerse en estas diversas aplicaciones de la electricidad, colocamos en la figura un circuito de lámparas de arco y otro de incandescencia, facilitando así un ejemplo gráfico más para la mejor comprensión de estos interesantes extremos, que cuando prácticamente no se conocen, suelen ser para muchos de difícil inteligencia.

170.—P.—Antes de procederse á la instalación, ¿qué cálculo previo deberá hacerse?

R.—El del **número de lámparas** que se necesitan é intensidad de las mismas.

Siendo tan varios los casos que ocurrir pueden, presentamos á continuación los elementos que han de servir como guía para obtener resultados acertados.

Tratándose de la lámpara de arco que debe, por tanto, iluminar grandes espacios,

Lámparas de 10 ampéres	Altura	10 metros
» de 13 »	» 15 á 16 »	
» de 15 »	» 18 »	
» de 18 »	» 20 »	

Si el estudio se relaciona con alumbrado por incandescencia, pártase de la siguiente sencilla regla:

Cúbiquese la habitación ó departamento que se trata de iluminar y sáquese la mitad á la cifra que se obtenga. Esta cantidad resultante nos dirá el número de bujías que se necesitan. Compartidas en lámparas de 8, 10 ó 16 bujías, según convenga emplear, tendremos su número.

Ejemplo: Se quiere alumbrar el comedor de un buque con lámparas de 16 bujías, siendo las dimensiones de aquél,

Ancho, 14 m.—Puntal, 2'30 m.—Y largo, 30 m.

La cubicación del local arroja 966 m.³; son, pues, necesarias 483 bujías para que esté convenientemente iluminado. Y como cada lámpara representa 16, el cociente de 483 por 16, ó sea 30, nos dice el número de ellas que son precisas, en el caso de que se trata.

Prescindiendo de la altura que tenga la habitación, y tomando solo en cuenta su superficie, es también regla práctica juzgar como necesario, 1'5 bujías por cada metro cuadrado.

Este coeficiente de 1'5 toma valores comprendidos entre 1 y 2, según los casos.

Para cuando deban utilizarse lámparas de 10 bujías de intensidad, economiza los cálculos la siguiente tabla de J. A. Montpellier:

NÚMERO DE LÁMPARAS NECESARIAS DE 10 BUJÍAS

DIMENSIONES EN METROS			Número de lámparas	Altura en metros á que debe colocarse la lámpara
Largo	Ancho	Altura		
4'6	4'7	3'8	2 — 3	2 — 2'2
5'6	5'5	4'4	5 — 6	2'0 — 2'4
7'5	7'5	5'3	9 — 12	2'5 — 2'8
10'0	10'0	6'0	16 — 20	2'8 — 3'1
12'5	12'5	9'4	25 — 30	3'5 — 3'8
15'7	15'7	12'5	40 — 41	4'0 — 4'4
18'8	18'8	14'0	60 — 70	4'7 — 5'3
22'0	20'0	15'7	100 — 120	5'6 — 6'3

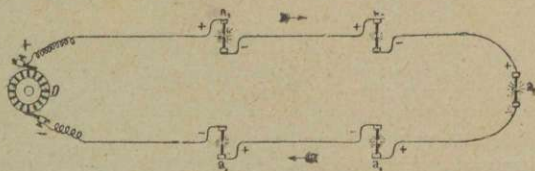
171.—P.—¿Qué **disposición** deberá darse á las lámparas?

R.—Es particular este muy interesante, y que sirve de base para obtener los datos necesarios á la elección de la dinamo y diámetro de los conductores.

Precisa, pues, señalar los casos más frecuentes que ocurrir pueden, presentando en forma condensada para cada uno de ellos, los valores que tendrán la intensidad y fuerza electro motriz necesaria para la instalación.

Sean I y E la intensidad y fuerza electro-motriz de la dinamo, y R_n la resistencia de todas las lámparas, hecha deducción de la pérdida de los conductores: i , e y r , los mismos elementos referentes á una sola lámpara.

1.º Lámparas en série: sistema aplicable á las lámparas de arco (*fig. 93*).



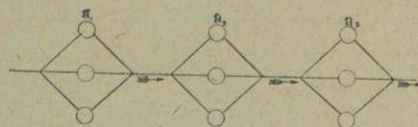
(*Fig. 93*)

La dinamo está representada por D. Las lámparas por a_1 , a_2 , etc., etc.

Para un número n de lámparas, se tiene:

$$I = i \quad E = n e \quad R_n = n r.$$

2.º Lámparas en n grupos de n_1 lámparas cada uno puestos en série: sistema aplicable al alumbrado mixto (*fig. 94*).

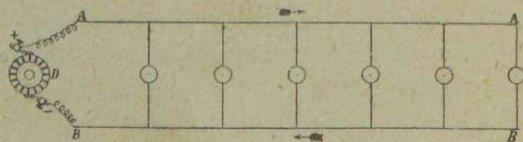


(*Fig. 94*)

Se tiene:

$$I = n_1 i \quad E = n. e \quad R_n = \frac{n r}{n_1}$$

3.º Lámparas en derivación: sistema aplicable al alumbrado por incandescencia (*fig. 95*).

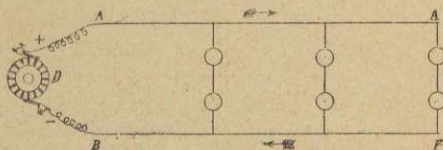


(*Fig. 95*)

Para n lámparas:

$$I = n i \quad E = e \quad R_n = \frac{r}{n}$$

Si las lámparas forman n grupos en derivación



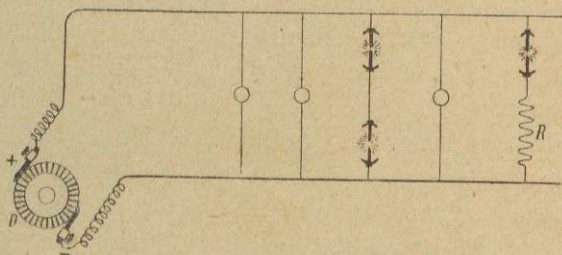
(Fig. 96)

teniendo cada grupo n_1 colocadas en série (fig. 96), entonces:

$$I = n i \quad E = n_1 e \quad R_n = \frac{n_1 r}{n}$$

4.º Lámparas de arco é incandescencia montadas en derivación (fig. 97).

Debiendo ser la diferencia de potencial la misma en cada derivación, se hace preciso colocar en cada una



(Fig. 67)

de ellas un número tal de lámparas de arco, que la suma de sus tensiones equivalga á la de una lámpara incandescente, ó bien completar la tensión con la adición de una resistencia.

Si, por ejemplo, se quiere instalar á un mismo tiempo una lámpara incandescente de 100 volts y un regulador de 65 volts y 4 ampéres, la resistencia R que se deberá añadir á la derivación del regulador estará dada por la ecuación:

$$65 + R \times 4 = 100$$

de donde,

$$R = \frac{100 - 65}{4} = 8.7 \text{ ohms.}$$

Si éstos 8.7 ohms, queremos representarlos por hilo de resistencia, razonaremos de la siguiente manera:

Un hilo de hierro-nikel de 1.5 mm. de diámetro y de un metro, tiene una resistencia de 0.443 ohm. La longitud, pues, que deberá dársele á la resistencia, la obtendremos por:

$$\frac{8.7}{0.443} = 19 \text{ metros.}$$

El montaje en derivación es el que generalmente se adopta, toda vez que con él se garantiza el funcionamiento independiente de cada uno de los grupos de lámparas.

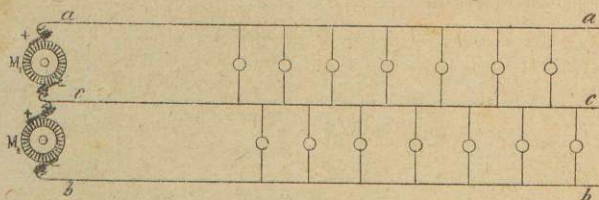
En una instalación de importancia, es preferible colocar los reguladores y lámparas de incandescencia en circuitos diferentes, alimentados por dinamos especiales; se alcanza así un funcionamiento más regular.

Cabe también establecer un circuito especial para las lámparas incandescentes, y montar los reguladores en derivación sobre otro circuito. De esta manera, las variaciones en las lámparas de arco, no ejercen influencia en el funcionamiento de las de incandescencia.

172.—P.—¿Cómo se montan las lámparas en las instalaciones de **tres hilos**?

R.—Generalízase más cada día para las instalaciones de tierra, el sistema de distribución por tres hilos, ideado por Edison.

Dos dinamos (*fig. 98*) M_1 , M_2 están acopladas en tensión. El circuito está formado por dos conductores



(Fig. 98)

aa, *bb*, y un tercero *cc*, llamado de *compensación* ó *hilo neutro*. Las lámparas se intercalan en derivación, pero en la forma precisamente que la figura 98 indica.

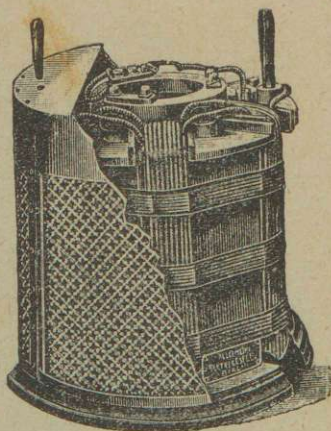
Hemos dicho que se emplean dos dinamos; pero hablando con más exactitud, debemos agregar, existen algunas instalaciones en las cuales el sistema de distribución á tres hilos hácese, no acoplando en tensión cada dos dinamos, sino con una solo, mediante el empleo para conseguirlo del elemento representado en la (*fig. 99*), al cual se liga el hilo de compensación.

Este tan útil aparato tiene la forma y disposición de un transformador de corrientes alternativas, y su misión es dividir en dos mitades exactamente iguales la tensión de la corriente de la dinamo á la cual se liga y con lo que evitado queda el empleo de los dos generadores de electricidad.

El peso de ellos varía entre 100 y 700 kilogramos, según la dinamo á que se han de aplicar: el precio entre 500 y 2.000 francos.

Para explicar la ventaja de este sistema de distribución á tres hilos, basta fijarse en lo siguiente:

Cuando el número de lámparas encendidas entre *aa* y *cc* es el mismo que entre *bb* y *cc*, ninguna corriente pasa por el hilo de compensación. Por el contrario, si uno de los circuitos tiene, por ejemplo, 10 lámparas encendidas más que el otro, *cc* lo recorre una corriente cuya intensidad es diez veces la de una lámpara.



(Fig. 99)

Es decir, que cada dinamo suministrará justamente la cantidad de corriente necesaria á su grupo de lámparas, y que por cada conductor exterior circulará la corriente requerida por el grupo de lámparas que lleva conectadas.

En cuanto al hilo de compensación, el valor numérico de la intensidad de la corriente estará representado por $C_1 - C_2$, suponiendo que estas dos cantidades nos expresan los valores de la corriente que alimentan las lámparas de arriba y abajo. En la práctica se encuentra, que la diferencia entre C_1 y C_2 en un circuito que abastezca un gran número de lámparas, no es nunca

mayor que la mitad de la corriente máxima y casi siempre mucho menor, de modo que la sección del conductor intermedio no necesita ser mayor de la mitad de la de cada uno de los exteriores.

Debe evitarse, pues, el que exista diferencia entre el número de lámparas de uno y otro circuito, procurando en las instalaciones que se verifiquen, llevar cuidado para que quede promediado el número total entre el hilo superior y el inferior.

Por lo expuesto, se vé, que la instalación de tres hilos no es otra cosa, sino la suma de dos circuitos distintos convertidos en uno de tres conductores, y con la economía del 25 por 100 de cobre, con respecto á si se hubieran empleado los cuatro hilos que la disposición ordinaria requiere.

Presenta además otra ventaja esta disposición.

Como la pérdida de energía es la misma que en un circuito simple, y como el número de lámparas es doble, se vé claramente que en la distribución con 3 conductores, la pérdida de tensión es la mitad de la que tendría lugar con el sistema de dos hilos. Este procedimiento permite, por lo tanto, duplicar la distancia á que pueda llevarse la electricidad en condiciones económicas, convirtiendo en 1,200 metros los 600 que se le asignan al primitivo sistema.

Dicho se está, que con la distribución por 5 hilos, puede conducirse la electricidad hasta una distancia de 3.000 metros de la central. Pero esta disposición no se generaliza, porque en razón al número de hilos, crecen también las complicaciones de la red y los cuidados en las instalaciones.

Es de la mayor entidad efectuar una elección acertada con respecto á la forma más conveniente que debe darse á la distribución.

Para ello se tendrá siempre á la vista como dato á considerar, el radio de acción, es decir, la distancia á que pueden llegar con eficacia las distribuciones directas á dos, tres y cinco hilos. En estos cálculos se admite una pérdida de 5 por 100 y una masa de cobre de 5 kilogramos y de 10 kilogramos por lámparas de 40 watts para los conductores en la instalación.

	5 kgs. cobre por lámpara de 40 watts	10 kgs. cobre por lámpara de 40 watts
	<u>Metros</u>	<u>Metros</u>
2 hilos.	500	707
» » con feeders.	730	1.050
3 »	750	1.075
» » con feeders.	1.200	1.700
5 »	1.500	2.100
» » con feeders.	2.400	3.500

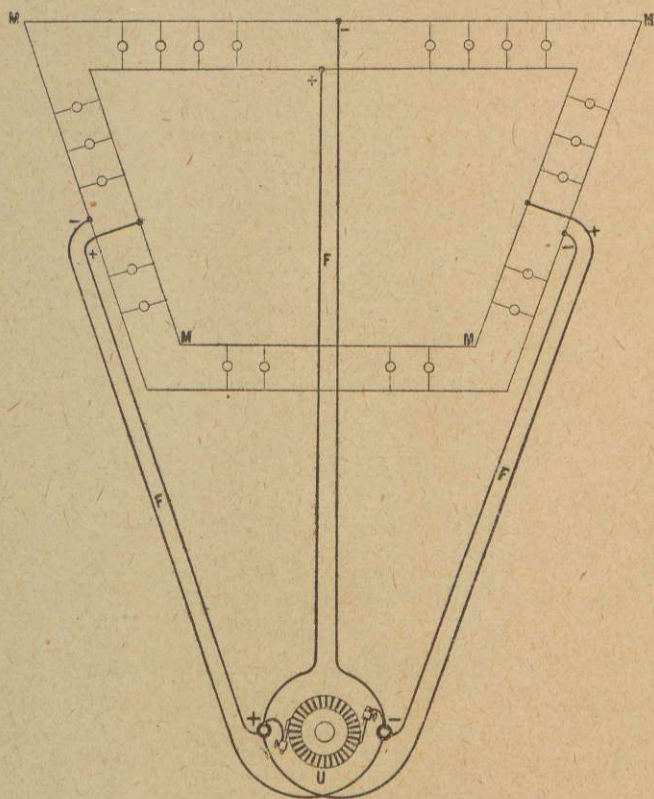
173.—P.—¿Cómo se montan las lámparas en los casos de **distribución por feeders?**

R.—Este sistema está muy generalizado para las estaciones centrales.

Empléanse dos procedimientos. O diversos puntos de distribución con sus cajas correspondientes, á donde los feeders ó *hilos de alimentación* conducen la corriente, ó bien un circuito cerrado como representa la (*figura 100*), á diversos sitios del cual el manantial eléctrico es trasportado por los hilos alimentadores, que con mayor diámetro se dibujan en el grabado.

De la fábrica U parten los alimentadores F que terminan en determinados puntos del *circuito cerrado*,

que vienen á servir como de otros tantos centros para la distribución de la corriente, y cuya elección debe hacerse, mediante previo estudio del consumo de intensidad



(Fig. 100)

de cada zona parcial, en que se considera dividido el espacio que se ha de alumbrar.

Ninguna derivación para lámparas debe sacarse de

los feeders, y si únicamente del circuito cerrado en el caso supuesto, ó bien de las cajas de distribución, si la red estuviera así arreglada.

Con este sistema, el potencial se encuentra igualado en toda la red, cualesquiera sean las variaciones del consumo, á condición de que se mantenga fijo en los centros de alimentación.

Para este objeto, parten de estos centros hilos finos llamados *hilos pilotos*, que mueren en la central en un volmetro al efecto instalado. Un rehostato se dispone sobre cada feeder, y para su manipulación sirven de guía las indicaciones del volmetro.

Debe procurarse cuanto sea posible formar con los conductores de distribución figuras cerradas; así se logrará que si un feeder falta, su zona sea alimentada por los conductores próximos.

El sistema de tres hilos es aplicable á una distribución por feeders.

174.—P.—En las distribuciones por **líneas aéreas**, ¿cómo deberán ser colocados los **postes**?

R.—Generalmente los postes destinados para las líneas son de madera de pino, y para su mejor conservación se les inyecta crosota, empleando la proporción de 250 á 280 litros por metro cúbico. En otros países para preservarlos de la destrucción, los bañan con sulfato de cobre.

El diámetro varía con la altura, y solo como término de comparación anotamos la siguiente tabla, expresiva de las dimensiones aceptadas para los mismos en las líneas de los ferrocarriles franceses.

Altura de los postes	Parte enterrada en el suelo	Diámetro á un metro de la base
<i>m.</i>	<i>m.</i>	<i>m.</i>
6	1'50	0'12
7	1'50	0'16
8	2'50	0'18
9	2'00	0'20
10	2'00	0'22
11	2'00	0'24
12	2'50	0'26

Cuando el esfuerzo que ha de soportar un poste es muy considerable, como tiene lugar en las curvas, se le coloca una tornapunta, ó bien se ponen dos postes ligados con unas mordazas de hierro.

Generalmente debe evitarse la colocación de postes dentro del perímetro de la ciudad, por el mal efecto que producen bajo el punto de vista decorativo.

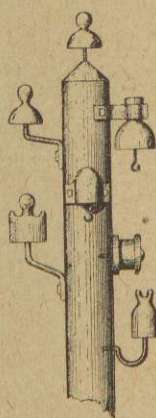
La distancia de los postes no debe ser superior á 50 metros para hilos de 4 milímetros de diámetro. En las curvas se disminuye esta distancia.

175.—P.—¿Qué clases de **aisladores** se emplean para las líneas?

R.—Entre los soportes y los hilos, el aislador es el que media para evitar todo contacto entre el uno y el otro.

Se funden de porcelana, y deben poderse fácilmente limpiar, porque el polvo que se acumula á su superficie, puede llegar á establecer una comunicación entre el soporte y el hilo.

Es bien crecido el número de tipos ó modelos que se utilizan, y la (*figura 101*) para este solo objeto dibujada, nos



(Fig. 101)

muestra los más generalmente empleados.

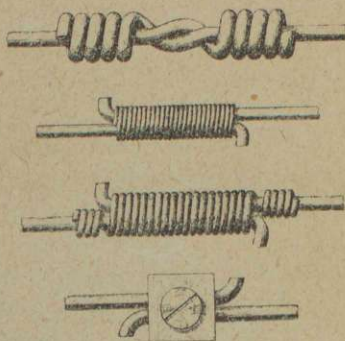
El más bajo de los representados, está suspendido por un soporte de hierro atornillado al poste. Si el alambre vá en línea recta, se coloca en la ranura superior, sujetándolo en esa posición por una ligadura de hilo metálico, afirmada en la garganta. Pero si el alambre sigue una dirección curva, entonces debe afirmarse á la garganta desde luego, porque quedará en mejores condiciones de trabajo.

176.—P.—¿Cómo se realiza el **empalme** de los conductores?

R.—Si los conductores tienen menos de 2 milímetros de diámetro, su unión se verifica en la forma que representa el primer dibujo de la figura del grupo (*figura 102*). Con unas tenacillas se tuerce el hilo apretándolo convenientemente.

Cuando el grueso pasa de la cifra dicha, entonces el hilo de cobre de un milímetro de diámetro para las ligaduras y las soldadura, juega papel importantísimo en estas faenas.

La segunda de las figuras presentadas excusa, por lo clara, toda explicación sobre cómo debe verificarse este empalme. Dicho se está, ha de procurarse que la soldadura penetre en todos los huecos de los hilos. Una vez ésta enfriada, se limpia, quitando el ácido sobrante con agua y frotando después con un trapo seco.



(Fig. 102)

La tercera de las figuras, es una variante de la segunda; y en cuanto á la cuarta, bien claro se vé que la presión es la causa que sostiene á los conductores unidos.

Cuando los conductores son aislados, se empieza por quitar la materia aisladora y se raspan bien los hilos frotándolos con tela esmeril.

Debe tenerse cuidado al quitar la materia aislante y sobre todo si el conductor es de poco diámetro, no lastimar el hilo de cobre, porque quedaría en condiciones de ser muy fácil su rotura al someterlo después á cualquier esfuerzo. La longitud que se dé á la parte desnuda, obedecerá á la consideración de que pueda realizarse la soldadura sin que la materia aisladora de la parte no descubierta pueda quemarse ni tomar la humedad del ácido.

Generalmente, para aislar las soldaduras una vez practicadas, se emplea la cinta encérada, haciendo uso de la gutapercha si se quiere proteger la materia aislante de la humedad.

CAPÍTULO VI

CENTRALES DE ALUMBRADO

Lugar más adecuado para montar la Central.—Elección del sistema de distribución más conveniente.—Motores para Centrales.—Turbina Laval.—Calderas Babcock & Wilcox.—Consumos de una Central.—Entretimiento de una Central de alumbrado.—Rendimiento.—Principales Centrales de alumbrado establecidas en España en 1900.—Instrucciones que deben colocarse en la sala de máquinas de las Centrales.—Contribución por electricidad.

177.—P.—Para el establecimiento de una **central de alumbrado**, ¿qué lugar debe elegirse?

R.—Nada más difícil que contestar por modo concreto y preciso á esta pregunta, toda vez que la designación del local adecuado obedece á causas que pueden ser muy diversas en cada caso considerado.

Una vez sabida la cantidad de energía eléctrica que exige el proyecto de instalación y si la fuerza motriz para ella necesaria se ha de producir con motores **hidráulicos**, de vapor, de **gas de hulla**, de **gas pobre**, ó con **aire comprimido**, que son los diferentes medios de generar fuerza por la industria empleados, debe procederse á la adquisición del local, porque precisamente la

designación de éste es otro de los elementos que ha de servir de base para resolver qué clases de corrientes se han de emplear, si pueden ó no utilizarse acumuladores, y otros extremos no menos interesantes en la formación de proyectos y presupuestos. En otras ocasiones, el local con que ya se cuenta es el pié forzado para la elección de la fuerza motriz que se ha de utilizar.

Una vez ésta designada y si es gas ó vapor la que se emplea, no deberá ponerse en olvido, que la fábrica situada en el centro de gravedad de la zona de iluminación, es la forma más económica para la instalación y explotación de la red, pero al mismo tiempo y por ser más costosos los edificios en los barrios céntricos que en los lugares apartados de la población, se hace muy difícil su adquisición, por el doble motivo del excesivo capital necesario y dificultad de hallar locales en esos sitios con la amplitud que el caso requiere.

Habida, pues, consideración á todos estos extremos, porque todos ellos deben tenerse en consideración antes de adquirirlo, se procurará, además, que el local designado no solo tenga capacidad para la maquinaria proyectada, sino amplitud bastante para en el porvenir atender á futuros y posibles desarrollos.

Las proximidades de los ríos parecen lugar adecuado á el establecimiento de Centrales, en atención á contar con agua en abundancia para la alimentación y condensación. Las inmediaciones de los saltos de agua son también sitios naturalmente indicados para emplazamientos de fábricas.

178.—P.—Para la elección del **sistema de distribución**, ¿qué consideraciones deben tenerse en cuenta?

R.—En primer término, la distancia á que queda el centro productivo de la corriente de la zona en que se ha de distribuir.

De aquí el empleo de corrientes continuas, alternativas simples y polifásicas: asimismo el sistema de dos, tres ó más hilos.

En la pregunta 172 anotamos con toda claridad la distancia á que pueden llegar con eficacia las distribuciones directas de dos, tres y cinco hilos, y según que se utilicen ó nó alimentadores ó feeders.

Debe tenerse en cuenta, además, porque tratamos de alumbrado, si éste se ha de efectuar solo con lámparas incandescentes, con las de arco, ó con lámparas de ambas clases á la vez.

179.—P.—¿En la composición de una estación de alumbrado, qué elementos entran?

R.—*Los motores y calderas.*

Las dinamos.

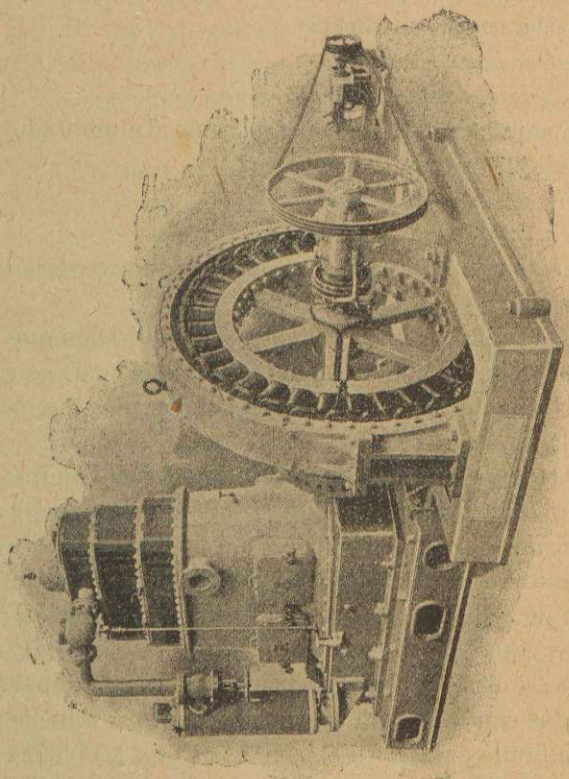
Los acumuladores ó los transformadores, y

Los cuadros de distribución y aparatos de regulación y medida.

De todos estos diversos elementos, deben ser colocados con independencia unos de otros, las calderas, los acumuladores, y las dinamos con sus motores; teniendo, por tanto, en toda Central bien montada, sala para calderas, sala para máquinas, y departamento exclusivamente destinado para acumuladores, si los hubiere.

180.—P.—¿Qué tipos de **motores** parecen ser más recomendables?

R.—Para que un motor de vapor llene el objeto



(Fig. 103)

UN ALTERNADOR DE CORRIENTE TRIFÁSICA CON SU MOTOR Y DINAMO EXCITATRIZ

deseado en una instalación eléctrica, necesita reunir las condiciones siguientes:

a).—*Que sea económico; es decir, que gaste la menor cantidad posible de vapor por caballo útil.*

b).—*Que ocupe poco espacio.*

c).—*Que haga poco ruido.*

d).—*Que no exija gran vigilancia.*

Las máquinas de vapor con aplicación al alumbrado pueden clasificarse en dos grupos:

Motores á gran velocidad.

» » velocidad moderada.

Dicho se está que unas y otras presentan ventajas é inconvenientes.

Bajo el punto de vista del gasto de adquisición que en las máquinas, como es sabido, está relacionado con el peso, los motores de gran velocidad son más lijeros y, por tanto, más económicos. Además, si se desea ocupar la menor cantidad de superficie del suelo ó piso, deben ser verticales. Y si se quiere obtener una marcha económica, es decir, que el consumo de carbón llegue al minimum, será ventajoso emplear máquinas compound ó de triple expansión, con ó sin condensación, según los casos.

Debe asimismo tenerse en cuenta, que las máquinas clasificadas como de gran velocidad y cuyas revoluciones por minuto pasan de 300, se prestan á ser acopladas directamente á la dinamo, y en cambio, las de velocidad moderada de 60 á 120 revoluciones, exigen transmisiones, que llevan consigo una pérdida inevitable de la energía producida.

Así, pues, en las condiciones requeridas para una

instalación eléctrica y las cuales hemos indicado en un principio, los motores á gran velocidad de tipo vertical y silenciosos, deben ser los preferentemente empleados para las Centrales pequeñas y de tipo mediano, pues la máquina conveniente para las grandes se estudia bajo otro criterio distinto.

Es crecido el número de modelos ó tipos de motores especiales á marcha rápida. Tales son los de Mégy, Westinghouse, Willans, Bellis, Corlis, Carels y otros.

A fin de evitar toda elevación anormal de temperatura en los órganos de estas máquinas, es muy interesante que el engrasado sea perfecto. Para lograrlo, vá todo el mecanismo encerrado en una especie de caja en la que se mueven todas las partes necesitadas de lubricación, sumerjiéndose en una mezcla de aceite y agua, que en gran cantidad se coloca en ella.

Esta forma de engrasar ofrece además la ventaja de utilizar el aceite de modo más eficiente, porque no se pierde ni una sola gota, y basta que de tiempo en tiempo se filtre la mezcla de aceite y agua, para recojer de nuevo la casi totalidad del empleado.

Otro beneficio es el alejar el temor de recalentamiento, haciendo así menos necesaria la asidua inspección del motor. Se evita también el entretenimiento y limpieza, por cuanto estando encerradas todas las piezas principales que giran y engrasadas en la forma dicha, el aseo de ellas es innecesario.

Las máquinas de gran velocidad destinadas á las instalaciones eléctricas, llevan un regulador dispuesto en forma de dar excelente resultado.

Acerca del ruido de los motores, particular este tan

interesante en las Centrales que se establecen dentro del recinto de las poblaciones, conviene mucho hacer algunas indicaciones.

Es sabido que el ruido que se ocasiona con estas máquinas, débese, en primer término, á el escape del vapor á la atmósfera.

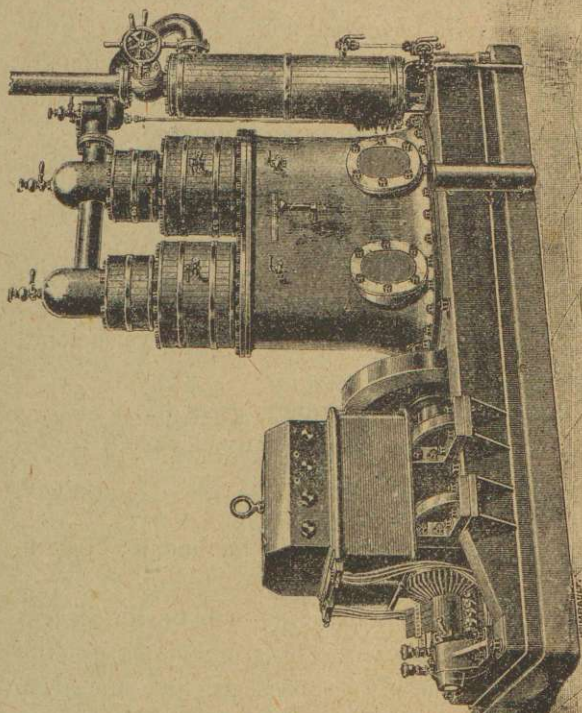
Dos medios pueden ser empleados para corregir este defecto, á veces de mucha importancia y trascendencia; ó establecer la condensación ó amortiguarlo por un procedimiento cualquiera.

Con relación al primer caso, solo podemos decir, que si bien bajo el punto de vista del escape la condensación evita el ruido que de aquél se deriva, existen otras consideraciones muy dignas de tenerse en cuenta y que presiden para acordar ó no su establecimiento.

Con respecto á evitar el ruido empleando otro medio, hacedero parece que el vapor vaya á una chimenea en la cual el agua fría al caer lo condense en parte mezclándose íntimamente y produciendo agua para la alimentación á una temperatura comprendida entre 50 y 80 grados.

Es factible asimismo, hacer una instalación, aunque vulgar y primitiva, en la cual el vapor después de trabajar en los cilindros venga á una especie de tonel de grandes dimensiones por su tubería correspondiente, la cual se bifurque en dos ó más ramas que después de recorrer el recipiente salgan al aire libre. Así se alcanza disminuir por modo notable la tensión del vapor, condensándolo en parte en esas tuberías, y por último, elevar la temperatura del agua de alimentación.

La (*fig. 104*) representa el motor Willans, acoplado directamente á una dinamo sistema Ganz.



(Fig. 104)

Este motor, muy generalizado en las Centrales de alumbrado y acerca del cual tenemos experiencia propia por ser con los que está dotada en parte la Fábrica de Electricidad de Tánger, propiedad de la Compañía Trasatlántica, reúne condiciones especialísimas que lo hacen en alto grado recomendable.

Ocupa muy poca superficie, es extraordinariamente silencioso y económico, y por último, nada deja que desear en cuanto á su buen funcionamiento.

Las características principales de los motores Willans pueden condensarse en las que siguen:

- 1.^a Débil consumo de vapor.
- 2.^a Gran velocidad, permitiendo el acoplamiento directo.
- 3.^a Regularidad absoluta para grandes variaciones de carga.
- 4.^a Que ocupa muy pequeño espacio.
- 5.^a Rendimiento mecánico muy elevado.
- 6.^a Lubricación automática.
- 7.^a Desgaste insignificante.
- 8.^a Construcción que permite fácilmente el recambio de piezas.

La regulación de esta máquina es de una delicadeza tal, que la carga puede variar bruscamente en grandes proporciones sin que la velocidad acuse una alteración de más de 2 á 3 por 100, la que es absolutamente despreciable para revoluciones de 200 á 600 por minuto, límites entre los cuales están comprendidas la del motor Willans.

Los modelos corrientes de estaciones centrales son de 300 caballos, pero la escala de las potencias comienza en 3 y acaba en 900.

181.—P.—¿Dar algunas ideas sobre la **turbina Laval**?

R.—En Francia, Alemania y Bélgica está bastante generalizado el empleo de las turbinas Laval en las Centrales de alumbrado; en España empieza á darse á conocer, estando funcionando en la actualidad unas 60 turbinas de este sistema, con una fuerza aproximada de 2.500 caballos. Conviene, por tanto, dedicarles alguna atención. (1)

El invento de esta turbina, debido al eminente ingeniero sueco Gustavo Laval, solo data del año de 1892, y la siguiente estadística enseña el favor con que ha sido acogida en la industria esta original máquina.

TURBINAS FABRICADAS

Años	Caballos efectivos	Núm de máquinas
1892	1.185	87
1893	1.600	115
1894	3.830	197
1895	7.089	235
1896	10.475	281
5 años	24.179 caballos	915 máquinas

(1) Una de las instalaciones más recientes en España de turbinas Laval, es la Estación Central para alumbrado eléctrico de la **Sociedad Cooperativa Gaditana de Gas de Cádiz**, donde se pusieron en marcha en Junio de 1898, 2 Dinamos-turbinas de Laval de 50 caballos cada una.

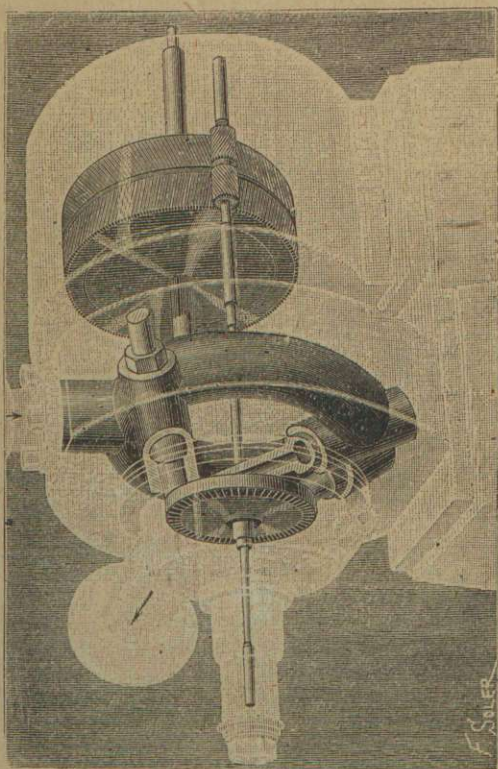
A los seis meses fué montada una más de la misma fuerza, y recientemente se ha adquirido otra de 100 caballos.

La Central de alumbrado eléctrico de La Línea funciona desde el año de 1896 con 2 turbinas-dinamos Laval, de 50 caballos cada una. Al año fué ampliada la Central con una turbina más de igual tipo y una bomba-turbina de 5 caballos.

En Sabadell funcionan desde el año 1894, dos dinamos-turbinas Laval de 50 caballos, una de 20 y un motor-turbina de 10.

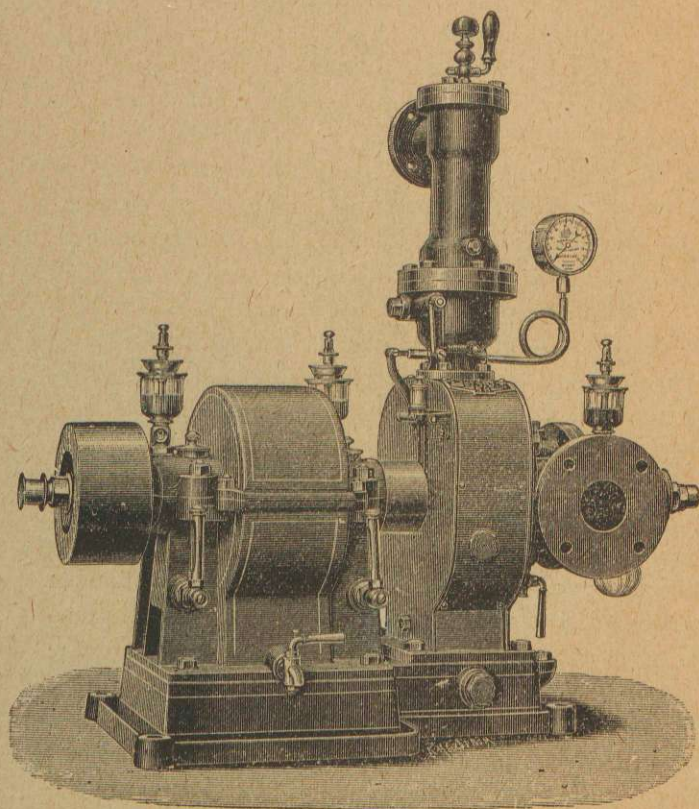
En Asturias, por último, una importante Fábrica tiene montadas 8 turbinas de este mismo sistema, variando su fuerza de 5 á 50 caballos.

En 15 de Mayo del año de 1897, era de 32.000 el número de caballos efectivos elaborados, y en 1889 llegan á 55.000 caballos aplicados á motores, dinamos, bombas y ventiladores.



(Fig. 105)

El motor Laval es una turbina que utiliza directamente la fuerza viva del vapor; pero diferenciándose esencialmente de los aparatos del mismo género, en que



(Fig. 106)

el vapor llega á efectuar su trabajo completamente expandido y no ejerce su esfuerzo sobre los dientes ó paletas del disco, sino como consecuencia de la velocidad adquirida en esta prévia expansión.

La disposición general del aparato la enseña la (*fig. 105*), en la cual se representa como si fuera transparente la envuelta metálica de la turbina.

Se compone en principio de un disco con eje horizontal, provisto en la proximidad de su contorno de dientes ó paletas inclinadas, sobre las cuales el vapor obra después de haber sido conducido á una especie de anillo, del cual parten los tubos que vienen á morir en el contorno del disco, conforme se vé en la figura 105.

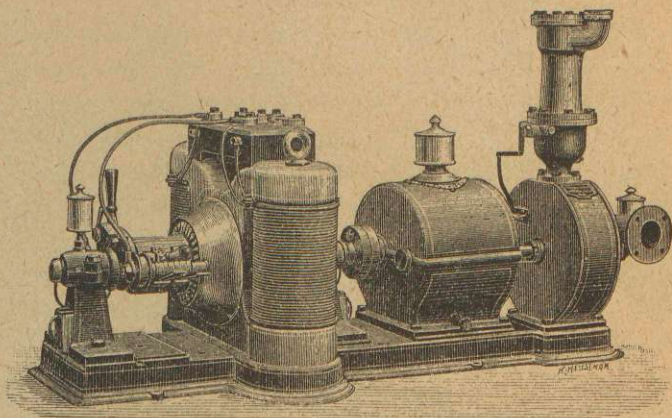
El trazado interior de estos tubos está de tal modo hecho y calculado, que el vapor se expande completamente en el trayecto que efectúa desde las válvulas de admisión hasta las paletas del disco. Adquiere así en su expansión una velocidad considerable representada por 1.000 á 1.200 metros por segundo, la cual comunica al disco, gracias á la inclinación dicha de las paletas; sale por el otro lado, habiendo perdido casi toda su velocidad, á la cámara de escape, puesta en comunicación, ya con la atmósfera, bien con el condensador.

En razón de la considerable velocidad adquirida por el vapor expandido, el disco toma á su vez una velocidad de rotación, que llega en algunas turbinas hasta 30.000 revoluciones por minuto; y dicho se está, que no pudiendo en la práctica utilizarse directamente velocidad tan crecida, se ha debido asociar á esta turbina un reductor, formado por un doble par de ruedas de engrane con dientes inclinados 45 grados en un sen-

tido para el primer par y en el otro para el segundo, oponiéndose así con ellos, además, mediante esta disposición, á los movimientos longitudinales del eje.

Sobre este eje de las ruedas de engrane grandes, es sobre el que se asocia la armadura de la dinamo.

Un regulador de velocidad está montado sobre el eje que soporta las grandes ruedas estriadas del reductor y obra sobre la válvula de admisión.

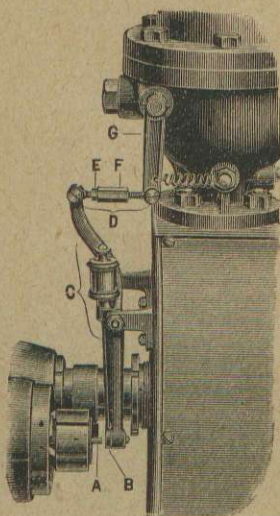


(Fig. 107)

Una ligera idea de su colocación y conexiones con la válvula, se ofrece en la (fig. 108), en la cual A es la espiga del regulador y en B arranca la palanca que se relaciona con la válvula. Dicho se está, que la representación del grabado se refiere al caso de estar la turbina parada, y por tanto, existiendo entre la espiga y la palanca la holgura que se observa en la figura.

Está formado ó compuesto el regulador por dos

pesos que se abren por la fuerza centrífuga y cuyo movimiento se trasporta ó trasmite á la espiga A en el sentido de avance y presión sobre la palanca B.



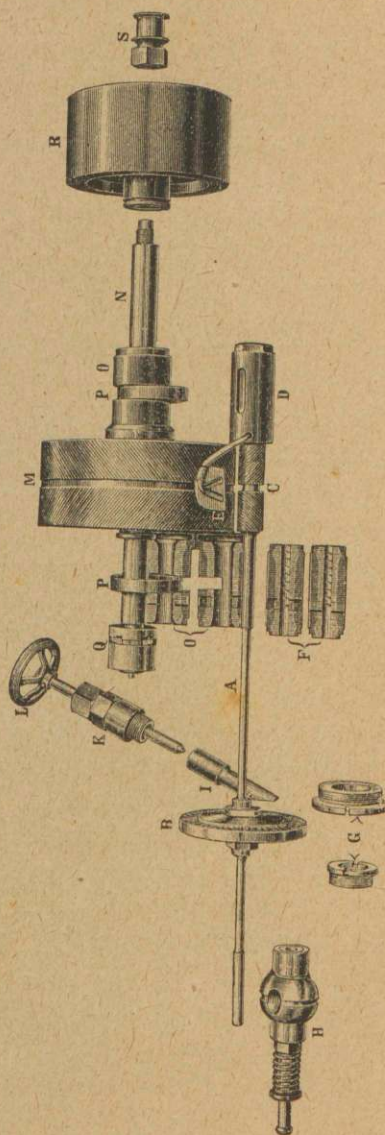
(Fig. 108)

Vá colocado al extremo del eje del engranaje y tiene de esta manera en las máquinas de 5 caballos una velocidad de 3.000 revoluciones por minuto.

Cuando la máquina empieza á marchar, los pesos tienden á separarse, tendencia que tiene por misión combatir ó contrarrestar un muelle espiral al efecto dispuesto. Al llegar á 3.000 las revoluciones por minuto, se establece el equilibrio entre la fuerza centrífuga que hace abrirse ó separarse los pesos ya nom-

brados y la fuerza ó presión del muelle espiral que la dificulta; en este estado, el aumento nada más de un 1 por 100 en la velocidad, basta para que el predominio de una sobre otra haga sensible el mecanismo de la válvula del regulador por el intermedio del juego de la palanca en el grabado dibujada, produciendo así el efecto que se busca.

La (fig. 109) representa todos los diversos elementos de que estas máquinas están compuestas y el nombre técnico con que se distingue cada pieza, cuyo relevo ó sustitución, en caso de avería, es sumamente fácil y rápido.



(Fig 109)

- A.—Eje flexible.
 B.—Disco de turbina.
 C.—Piñon de engrane.
 D.—Coginete de punta.
 E.—Tubo de engrase.
 F.—Coginete intermedio.
 G.—s de seguridad.
 H.—esférico.
 I.—Boquilla de vapor.
 J.—Caja de empaquetadura.
 L.—Llave espiga de boquilla.
 M.—Engranaje.
 N.—Eje de engranaje.
 O.—Coginete de engranaje.
 P.—Anillo de engrase.
 Q.—Regulador.
 R.—Polea.
 S.—Tierra de seguridad.

Las (*figuras 106 y 107*), dedicada una á la turbina dispuesta para acoplamiento por correa, y la otra á ser asociada directamente con la dinamo, conforme se representan, completan la instrucción acerca de este ingenioso aparato, que reúne á la indiscutible ventaja de una notable sencillez de construcción y manejo, la de ser su peso y volumen notoriamente reducidos.

Por lo que á la duración de estas modernas máquinas se refiere, no existe un largo período de prueba ó ensayo, suficiente para evidenciar por modo evidente la vida de estos aparatos.

Pero si en consideración se tiene la falta de barras, válvulas, vástagos, inversiones de movimientos y demás complicados medios en ellas eliminados, y á esto se une lo fácilmente que se reemplazan las pocas y sencillas piezas de que el aparato se compone, no hay razón alguna para creer, quede bajo este punto de vista la turbina Laval, en orden inferior ó de demérito con respecto á los demás motores de crecida velocidad.

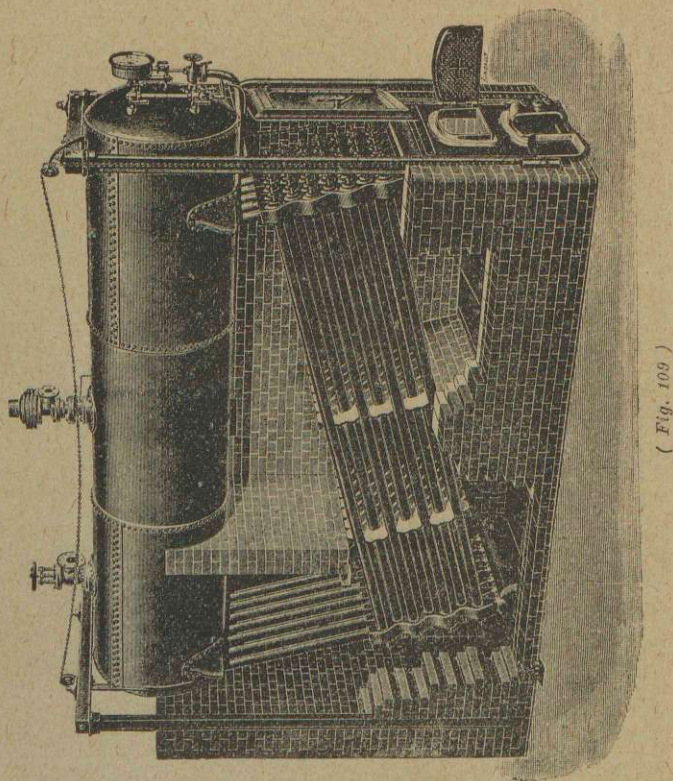
Terminaremos estas ligeras noticias anotando algunos datos relativos á el consumo de vapor por caballo y hora, en los tipos más usuales, y siempre en el bien entendido, de que si en todas las máquinas el trabajar con presión elevada y utilizando la condensación aporta señalada economía, en la turbina Laval constituye la verdadera forma razonable de emplearlas, desde el momento que el gasto de agua y carbón sea un factor á tener en cuenta en la explotación.

CONSUMO DE VAPOR POR CABALLO EFECTIVO Y HORA DE LA TURBINA LAVAL

Fuerza en caballos efectivos	Número de revoluciones del disco	Número de revoluciones de los engranajes	PRESIÓN DE ADMISIÓN EN ATMÓSFERAS											
			8			9			10			12		
			Sin condensación	64 e/m de vacío	70 e/m de vacío	Sin condensación	64 e/m de vacío	70 e/m de vacío	Sin condensación	64 e/m de vacío	70 e/m de vacío	Sin condensación	64 e/m de vacío	70 e/m de vacío
5	23.800	3.000	21,0	15,75	14,35	20,3	15,5	14,3	19,75	15,3	14,2	18,9	14,95	14,0
20	19.800	2.000	19,2	11,1	9,85	18,6	10,9	9,7	18,1	10,75	9,6	17,4	10,45	9,4
50	16.400	1.500	17,0	9,8	8,7	16,5	9,6	8,55	16,0	9,45	8,4	15,2	9,2	8,25
75	16.600	1.250	16,1	9,8	8,7	15,5	9,6	8,55	15,05	9,45	8,4	14,3	9,2	8,25
100	13.000	1.050	16,0	9,1	8,3	15,45	8,9	8,1	15,0	8,75	7,9	14,25	8,5	7,75

182.—P.—¿Describir algunos de los tipos de caldera empleados en las Centrales de electricidad?

R.—Está bastante generalizado el uso de las calderas de tubos de agua Babcock & Willcox.



La (fig. 109) representa una vista interior de ella. Se compone de un **domo horizontal** de gran capacidad para agua y vapor. Los dos extremos del mismo

están unidos á un haz de tubos colocados con inclinación para facilitar el escape de las burbujas de vapor. Este haz de forma sinuosa para el mejor aprovechamiento de la llama, está compuesto de diversos elementos, y cada elemento á su vez formado de cierta cantidad de tubos amadrinados en colectores ondulables, los cuales establecen entre sí una comunicación directa en el depósito superior.

En la parte posterior y más baja de la caldera, existe un pequeño recipiente transversalmente situado, al cual vienen á depositarse los fangos y sales precipitadas.

La caldera está suspendida por viguetas de hierro transversales que descansan sobre columnas del mismo metal, por completo independiente de la obra de fábrica. Esta disposición permite que la caldera sufra las dilataciones y contracciones, sin que por ello ocurra ningún desarreglo.

Las prevenciones sobre medidas de seguridad y economía con las calderas Babcock, son idénticas á las empleadas con las de análogo sistema.

Por lo que respecta á su mejor conservación, debe procurarse:

a).—No vaciarla mientras la obra de albañilería esté caliente.

b).—Nunca debe inyectarse agua fría estando caliente todavía la caldera.

c).—Deben examinarse con frecuencia las partes de la caldera que están en contacto con cobre ó bronce en presencia del agua, para asegurarse no hay síntomas de corrosión.

Si el agua de alimentación contiene sal ó ácidos, un poco de zinc metálico colocado en la caldera impide este daño y deberá cambiarse de tiempo en tiempo.

d).—Debe evitarse un fuego rápido ó violento.

e).—Si una caldera ha de estar cierto tiempo sin funcionar, debe vaciarse y secarse perfectamente. Si esto no es posible, llénese con agua que contenga una cierta cantidad de sal común.

183.—P.—Presentar alguna guía sobre **consumos** en una Central de alumbrado.

R.—Los consumos que á continuación anotamos (1) están deducidos de datos prácticos, que aunque no tienen exactitud bastante para considerar sus guarismos como cifras rigurosamente exactas, sirven, sin embargo, para dar idea suficientemente aproximada de los límites razonables entre los cuales deben girar en una Central de alumbrado bien instalada y dirigida.

Corriente.—La naturaleza y clase de los suscriptores y la época ó estación del año, son los dos principales factores que pesan en la duración del alumbrado eléctrico y en la relación, por tanto, en que está el máximo consumo de corriente, ó sea la necesaria para las lámparas encendidas con respecto al número total de lámparas instaladas en la red.

Desde el alumbrado público que se enciende al anoecer y se apaga en la amanecida, hasta el que se emplea en los escritorios circunscripto á dos ó tres horas en la noche, existe una verdadera escala gradual de consumo. Y no es igual tampoco, como fácilmente

(1) Los datos que en extracto presentamos, están obtenidos de la obra de M. Picon *Distribution de L'électricité*.

se comprende, la duración del alumbrado en el mes de Junio, que á las ocho de la tarde aún es de día, que en el de Diciembre, que poco después de las cuatro empieza su funcionamiento y amanece tres horas después que en el verano.

Autoridades reconocidas en esta materia, han comprobado existe una correlación evidente entre la duración media anual del alumbrado y el tanto por ciento de lámparas encendidas.

Duración media anual del alumbrado	Tanto por ciento de lámparas encendidas
500 horas	40 %
750 >	50 >
1.000 >	60 >

La estadística referente á las ciudades más importantes de Francia alumbradas por la electricidad enseña, puede admitirse que el número máximo de lámparas encendidas en pleno invierno, es de un 60 por 100 del número total de lámparas instaladas.

Respecto á la duración del alumbrado, según el mes y la hora de apagar, véase la Tabla inserta á continuación:

Duración del alumbrado en horas, según los meses y la hora de apagar.—La de encender, siempre á la puesta del Sol.

HORAS DE APAGAR	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	AÑO ENTERO
8 de la noche	36	6	—	—	21	54	87	117	140	125	89	67	742
9 „ „	66	37	20	25	52	84	118	147	171	156	117	98	1.091
10 „ „	96	68	50	56	83	114	149	177	202	187	145	129	1.456
11 „ „	126	99	80	87	214	144	180	207	233	218	173	160	1.821
12 „ „	156	130	110	118	145	174	211	237	264	249	201	191	2.186
2 „ „	216	192	170	180	207	234	273	297	326	311	257	253	2.916
4 „ „	276	254	230	242	269	294	335	357	388	373	313	315	3.646

Por lo que se refiere á conocer qué clase de consumidores son los que más convienen á las Centrales, pueden estimarse en el orden de preferencia que los presentamos:

- 1.—Alumbrado público.
- 2.—Cafés y círculos de recreo.
- 3.—Teatros, si no están frecuentemente cerrados.
- 4.—Boticas.
- 5.—Almacenes al por menor.
- 6.—Fábricas.
- 7.—Oficinas.
- 8.—Habitaciones.

Carbón.—A continuación, los resultados obtenidos en diversos casos tratándose de **distribución directa**, y no estableciendo, por tanto, como consecuencia del alto rendimiento que con ella se obtiene, distinción entre la energía producida y la energía utilizada.

Instalación con locomóvil y sin condensación:

2'650 kilogramos de carbón por kilowatt-hora.

Máquina compound con condensación:

3'100 kilogramos de carbón por kilowatt-hora.

*Calderas multitubulares, motores compound
con condensación:*

4'920 kilogramos de carbón por kilowatt-hora.

Otra central análoga á la anterior:

3'750 kilogramos de carbón por kilowatt-hora.

La anterior estadística enseña, que en los pequeños servicios la locomóvil presenta un coeficiente económico verdaderamente notable. La explicación de ello está más principalmente, en las escasas pérdidas, como

consecuencia del poco calor malgastado por radiación, condensación, etc., y escasa tubería para relacionar máquina y caldera.

En la **distribución por transformadores**, si existe diferencia sensible entre la energía producida y la útil, siendo, pues, conveniente establecer esta misma distinción en los consumos.

Hé aquí las cifras dadas por M. Preece.

Central con transformadores continuamente en circuito:

3'620 kilogramos carbón por kilowatt-hora producido

7'750 » » » » vendido.

Central con transformadores no siempre en circuito:

4'000 kilogramos carbón por kilowatt-hora producido

4'600 » » » » vendido.

En la **distribución por acumuladores:**

3'400 kilogramos carbón por kilowatt-hora producido

4'200 » » » » vendido.

Como consecuencia de todo lo expuesto sobre consumo de carbón en los diferentes casos anotados, puede decirse que su valor fluctúa entre 4 y 6 kilogramos por kilowatt-hora, siendo cifra aceptable la de 5 kilogramos como consumo medio.

Vapor.—Los consumos de vapor son aproximadamente los siguientes por caballo indicado.

Máquinas sin condensación:

A plena carga, de 12 á 18 kilogramos.

A carga variable de 16 á 22 »

Máquinas con condensación:

A carga variable de 9 á 13 »

A plena carga, de 7 á 10 kilogramos.

Agua.—El consumo de vapor y el de agua son sensiblemente iguales.

Sin embargo, el de agua y como consecuencia de las condensaciones que el vapor sufre por todas las tuberías, debe estimarse algo más elevado, pareciendo razonable valuarlo en un 10 ó 15 por 100 más subido que el del vapor.

El agua necesaria para efectuar la condensación es de 25 veces el peso del vapor que se ha de condensar. Así, pues, la máquina que consume 1.000 kilogramos de vapor por hora, necesita 25 toneladas de agua en el mismo tiempo para la condensación.

Materias lubricadoras.—Bajo la denominación de materias lubricadoras, agrupamos nosotros las diversas sustancias empleadas en la lubricación de los aparatos.

Los consumos pueden estimarse aproximadamente, como sigue:

Valvulina	0'008 kg. por kilowatt-hora producido
Grasas	0'005 » » » » »
Aceite para dinamos. .	0'002 » » » » »

184.—P.—¿Cuáles son los gastos de **entretenimiento de una Central?**

R.—Parece resultar conformidad en señalar como gastos de entretenimiento para el material de que se componen las Centrales, los que siguen:

Edificios.	2'5 por 100
Dinamos	3'0 » »
Motores y calderas	5'0 » »
Contadores	5,0 » »
Acumuladores y sus accesorios	14'5 » »
Tubería de hierro encerrando cables	6'0 » »

185.—P.—Exponer algunas ideas sobre **rendimiento de una Central**, considerado en las bornas de las dinamos y en las lámparas de los abonados.

R.—Analizaremos los casos siguientes:

1.º *Rendimiento en la fábrica, ó sea en las bornas de los aparatos productores.*

La pérdida de rendimiento como consecuencia de la transmisión por correa, es de un 10 por 100 (exactamente 9'43 por 100). Dicho se está que en el caso de acoplamiento directo, este factor de pérdida desaparece y no hay para qué tomarlo en consideración.

La pérdida de rendimiento en la dinamo con respecto al trabajo mecánico que recibe, es de un 10 por 100 también. Así, pues, el rendimiento final en el caso de transmisión por correas, será:

$$0'9057 \times 0'90 = 0'8152 \text{ ó } 81'52 \text{ por } 100.$$

Fundado en este dato, es fácil calcular el número de caballos-horas eléctricos y hectowatts-hora, producidos por cada número de caballos mecánicos ó de vapor que se consideren.

A continuación, una tabla para los casos de más general empleo, siempre en el supuesto de que el caballo mecánico es equivalente á 7'36 hectowatts-hora ó 736 watts-hora.

Caballos de vapor.	Caballos eléctricos.	Hectowatts-hora.
5	4'07	$4'07 \times 7'36 = 29'999$
10	8'15	$8'15 \times 7'36 = 59'998$
25	20'38	$20'38 \times 7'36 = 149'996$
50	40'76	$40'76 \times 7'36 = 299'993$
100	81'52	$81'52 \times 7'36 = 599'987$
200	163'04	$163'04 \times 7'36 = 1199'974$

2.º *Rendimiento en las bornas de las lámparas ó aparatos receptores.*

Admitiendo en la canalización ó sea entre las dina-

mos y las lámparas ó entre la fábrica y casas de los abonados un 12'5 por 100 de pérdida, el rendimiento final en las bornas de las lámparas será:

$$81'52 \times \frac{100 - 12'5}{100} = 0'7133$$

ó sea el

71'3 por 100.

Que aplicándolo á los casos más arriba considerados, obtendremos:

Caballos de vapor.	Caballos eléctricos.	Hectowatts-hora.
5	3'56	$3'56 \times 7'36 = 26'20$
10	7'13	$7'13 \times 7'36 = 52'47$
25	17'83	$17'83 \times 7'36 = 131'22$
50	35'66	$35'66 \times 7'36 = 262'45$
100	71'33	$71'33 \times 7'36 = 524'98$
200	142'66	$142'66 \times 7'36 = 1047'97$

3.º Consecuencias.

Así, pues, siendo el rendimiento final en las bornas de las lámparas solamente el 71'33 por 100 de lo producido por el caballo de vapor, la potencia ó valor de este caballo en las bornas de los aparatos receptores, será de

$$736 \times \frac{71'33}{100} = 525 \text{ watts}$$

y suponiendo que el número de watts correspondientes á cada bujía sea de 3'5 el caballo será igual á

$$\frac{525}{3'5} = 150 \text{ bujías}$$

ó 15 lámparas de 10 bujías y 10 de 16 aproximadamente.

Esto nos permite la formación de esta otra tabla igualmente útil.

Caballos de vapor.	Número de b u j i a s .	Número de lámparas de 10.
5	750	75
10	1.500	150
25	3.750	375
50	7.500	750
100	15.000	1.500
200	30.000	3.000

INSTRUCCIONES

que deben colocarse en la Sala de Máquinas
de la Central eléctrica

ARTÍCULO 1.º—*Se recomienda expresamente no ejecutar con las máquinas eléctricas en marcha, ni con los aparatos y conductores que comunican con el generador de electricidad, trabajo alguno fuera de las maniobras normales. Debe evitarse también la limpieza en casos que no sean de necesidad.*

ARTÍCULO 2.º—*Se procurará no aproximar á las máquinas eléctricas objetos de hierro que puedan ser atraídos por los órganos en movimiento.*

ARTÍCULO 3.º—*Para mantener el buen aislamiento de todas las partes de la instalación, que es necesario para la seguridad de ésta, se recomienda separar de las máquinas, de los conductores y de los aparatos, el polvo (sea de la clase que quiera), el aceite, la grasa y la humedad.*

ARTÍCULO 4.º—*Queda severamente prohibido echar agua ó trapos mojados sobre los aparatos ó conductores eléctricos, aun cuando haya incendio. En este caso debe cortarse la corriente ante todo.*

ARTÍCULO 5.º—*Cuando sea necesario efectuar trabajos de reparación ó manipulación, se deben separar de la red,*

de modo que la corriente no circule por ellos, los conductores ó aparatos en los que se trabaje. El capataz debe asegurarse, antes de principiar toda obra, de que el generador no está en comunicación por ninguno de sus polos.

Si fuera indispensable operar sobre aparatos ó conductores recorridos por la electricidad, no se efectuará el trabajo sino por el obrero especial encargado de la instalación eléctrica y bajo la vigilancia del maestro ó capaz.

ARTÍCULO 6.º—*No debe aproximarse nadie á las máquinas ó aparatos por los que circulen corrientes de gran tensión, sin tomar precauciones especiales para el aislamiento, que es indispensable para la seguridad personal. Los obreros que se aproximen á esas máquinas y aparatos, deberán hallarse sobre pavimentos aislados ó alfombras especiales aisladoras.*

ARTÍCULO 7.º—*No se tocarán los conductores recorridos por corrientes de gran tensión, aunque estén recubiertos de substancias aisladoras.*

Es peligroso, particularmente, tocar al mismo tiempo dos conductores ó dos órganos de polaridad diferente. Para evitar todo percance en las maniobras que han de efectuarse en los aparatos, aún estando sobre el pavimento aislado, no se debe tocar sino las partes aisladoras y no servirse más que de una sola mano, teniendo la otra alejada de los aparatos.

ARTÍCULO 8.º—*Se prohíbe entrar, sin un permiso especial, en el local en que se hallan los transformadores.*

ARTÍCULO 9.º—*Se prohíbe entrar con luz y fumar en las habitaciones en que haya acumuladores.*

PRINCIPALES CENTRALES DE ALUMBRADO ELÉCTRICO INSTALADAS EN ESPAÑA
HASTA EL AÑO DE 1900

ABREVIATURAS.—K. W., Kilowatts.—b., Bujías.—C. c., Corriente continua.—C. a., Corriente alternativa.—C. p., Corriente polifásica.—L., Lámparas.—A., Lámparas de arco.—A. h., Ampere-hora.

Número	POBLACIONES.	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pbs., Cts.
1	Albacete	C. p.	Trifilar	No	50	L. 16 C.	5
2	Alcañiz	C. a.	Bifilar	—	L 300	L. 16 —	4 80
3	Alcazar de San Juan	C. c.	Id.	—	100	L. 16 —	5
4	Alcoy	C. a.	Trifilar	—	L 700	K. W.	1
5	Aiffar (Véase Valencia)	C. a.	Bifilar	—	42	L. 10 —	3
6	Alforó	C. a.	Id.	—	L 800	L. 10 —	3
7	Algadefe	C. a.	Trifilar	—	132	L. 16 —	7 50
8	Algeciras	C. c.	Trifilar	—	123	K. W.	1
9	Algorta y Arenas	C. a.	Bifilar	Sí	150	K. W.	1 80
10	Alicante	C. c.	Trifilar	No	45	K. W.	1
11	Almagro	C. a.	Bifilar	—	36	L. 16 —	4 75
12	Almansa	C. a.	Id.	—	26	K. W.	1
13	Almazan	C. c.	Trifilar	—	90	K. W.	1
14	Almendralejo	C. c.	Bifilar	—			
15	Almería	C. c.	Bifilar	—			

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pts. Cts.
16	Amorevieta y Quernica	C. a.		No	130		80
17	Ampuero	C. a.	Trifilar	—	71		
18	Amurrio	C. a.	Bifilar	—	20	K. W.	4
19	Andujar	C. c.	Id.	—		L. 10 —	
20	Antequera	C. c.		—			3
21	Aoiz	C. c.	Bifilar	—	90	L. 10 —	
22	Aranda de Duero	C. a.		—	33		
23	Aranjuez	C. c.	Trifilar	—			
24	Arceñiega	C. a.		—	10		4
25	Archidona	C. a.	Bifilar	—	132	L. 10 —	
26	Arenas y Algosta	C. a.	Id.	—			
27	Arévalo	C. c.		—			60
28	Arjona	C. c.	Bifilar	—	L. 600	1 —	
29	Arredondo, Udalla y Limpías	C. a.	Id.	—	20	L. 10 —	3
30	Artesa de Segre y Agramunt	C. a.	Trifil. y Bifil.	—	35	L. 10 —	2
31	Astorga	C. c.	Trifilar	—	50	1 —	35
32	Ateca	C. a.	Bifilar	—	30	L. 10 —	330
33	Avila	C. a.	Id.	—	100	K. W.	1
34	Avilés	C. c. y C. a.	Trifilar	—	93		
35	Badajoz	C. c.	Bifilar	—	150	K. W.	1
36	Baeza	C. c.	Id.	—	45	L. 16 —	650

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene o no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pts. Cts.
37	Bailén	C. a.	Bifilar	No	23	L. 10 —	4
38	Baracaldo, Sestao, Portugalete y Santurce	C. a.	Id.	—	330	L. 16 —	5 40
39	Barcelona	C. c.	Trifilar	—	3 300	K. W.	90
40	Idem.	C. c.	Id.	Sí	2 600	K. W.	90
41	Barco de Avila	C. c.	Bifilar	No	20	K. W.	1
42	Bañolas	C. a.	Binl. y Trifil.	—	66	L. 10 —	2 50
43	Beasain	C. a.	Bifilar	—	L. 350	L. 16 —	3
44	Bejar	C. a.	Id.	—	L. 1 000	L. 16 —	3
45	Belmez	C. c.	Id.	—	25	L. 16 —	7 50
46	Bellpuig	C. c.	Id.	—	L. 300	L. 10 —	1 50
47	Benatuser (Véase Valencia)	C. a.	Trifilar	—	30	K. W.	1
48	Benavente	C. c.	Bifilar	—	30	L. 10 —	2
49	Benavides	C. a.	Id.	—	L. 600	K. W.	80
50	Berja	C. c.	Id.	—	17	L. 16 —	4
51	Besalú	C. c.	Id.	—	320	L. 16 —	9
52	Bilbao	C. c.	Id.	—	22	L. 16 —	2 50
53	Blanca	C. c.	Trifilar	—	18	L. 16 —	3 50
54	Borja (Zaragoza)	C. c.	Bifilar	—	30	K. W.	60
55	Borjas (Lérida)	C. c.	Id.	—	360	L. 16 —	3 50
56	Braga	C. a.	Id.	—	—	K. W.	60

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio Pts. Cts.
57	Briones	C. c.	Bifilar	No	L. 200	L. 16 —	3
58	Bujalance	C. c.	Id.	—	20		
59	Bulaguer	C. c.	Trifilar	—	33	L. 10 —	2 25
60	Buñol		Bifilar	—	11		
61	Burgo de Osma	C. a.	Id.	—	33		
62	Burgos	C. c.		—			
63	Burguillos	C. c.	Trifilar	—	20	L. 10 —	3
64	Burrana	C. c.	Id.	—	66		
65	Cabezón de la Sal	C. c.	Id.	—	L. 300 de 10	K. W.	65
66	Cabra	C. c.	Bifilar	—	29		
67	Cáceres	C. c.	Id.	—	60	L. 16 —	6
68	Idem	C. c.	Trifilar	Si		K. W.	1 10
69	Cádiz (Sociedad Cooperativa)	C. c.	Id.	—	185	K. W.	1
70	Idem (Lebon y Compañía)	C. a.	Bifilar	No	660	K. W.	1
71	Calamocha	C. c.	Id.	—	12	L. 16 —	4
72	Calatayud	C. c.	Id.	—	36	L. 16 —	4
73	Cangas de Onís	C. a.	Id.	—	45	L. 10 —	3
74	Cangas de Tineo	C. a.	Id.	—	25		
75	Carabanchales	C. c.	Trifilar	—	110	K. W.	1
76	Carcabuey	C. a.	Bifilar	—	L. 500		
77	Carmona	C. c.	Trifilar	—	105	K. W.	90

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pts. cts.
78	Cartagena.	C. c.	Bifilar	Si	105	K. W.	1
79	Casas Ibañez (Instalándose)	C. c.		No			
80	Caspe	C. c.	Trifilar	—	28	K. W.	90
81	Castellón, Villa Real y Almanzora.	C. a.	Id.	—	110	L. 16 —	4 50
82	Castillo, Elejabetia y Villaro .	C. a.	Bifilar	—	25	L. 10 —	3
83	Castuera	C. c.	Trifilar	—	30	L. 10 —	3
84	Catarroja (Valencia)	C. a.	Id.	—		K. W.	1
85	Centa .	C. a.	Id.	—	67	L. 16 —	7
86	Cieza .	C. c.	Bifilar	—	20		
87	Ciudad Real .	C. c.	Trifilar	—	66	K. W.	1
88	Ciudad Rodrigo .	C. a.	Bifilar	—	33		
89	Constantina .	C. c.	Id.	—	L. 400	L. 10 —	4 80
90	Córdoba .	C. c.	Trifilar	—	143	K. W.	80
91	Idem.	C. c.	Id.	—	186		
92	Coruña .	C. c.	Bifilar	—	150	K. W.	1 10
93	Cudillero .	C. c.	Id.	—	6	L. 10 —	3 60
94	Cuenca .	C. c.	Id.	—	120	L. 16 —	3
95	Cuevas de Vera .	C. c.	Id.	—	30	L. 5 —	3
96	Cullera .	C. c.	Trifilar	—	50	L. 10 —	4
97	Chiclana .	C. c.	Id.	—	42	L. 16 —	7 50
98	Daniel .	C. c.	Id.	—	40	L. 10 —	4

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad.	Pts. Cts.
99	Daracoa.	C. c.	Bifilar	No	17	L. 16 —	4 50
100	Darnius y Agullana.	C. a.	Trifilar	—	12	L. 16 —	4
101	Deva	C. c.		—			
102	Don Benito y Villanueva de la Serena.			—	64		3
103	Durango	C. a.	Bifilar	—	L. 350	L. 10 —	4 80
104	Ecija	C. a.	Id.	—	122	L. 16 —	
105	Eibar y Elgoibar	C. p.	Trifilar	—	215		
106	Elche	C. c.	Bifilar	—	L. 600	L. 16 —	5 50
107	Erandio	C. c.	Id.	—	210	L. 16 —	4 50
108	Estella	C. a.	Id.	—	L. 436	L. 16 —	4 50
109	Estepa	C. c.	Id.	—	53	L. 16 —	7
110	Ezcaray	C. c.	Id.	—	18	L. 10 —	3
111	Falces	C. c.	Id.	—	14	K. W.	1
112	Ferrol	C. c.	Trifilar	—	840	K. W.	1
113	Figueras	C. c.	Id.	—	75	L. 16 —	4 80
114	Fregenal	C. p.	Bifilar	—	L. 250		
115	Galdácano	C. p.		—	50		
116	Gerona			—	44		
117	Idem			—	60		
118	Gijón	C. c.	Bifilar	—	290	K. W.	1

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio ptes. Cts.
119	Gijón	C. c.	Bifilar	No	L. 1.200	K. W.	80
120	Granada	C. a.	Trifilar	—	66	L. 16 —	8
121	Idem	C. a.	Id.	—	54	K. W.	75
122	Guadalajara	C. c.	Bifilar	—	60	K. W.	1
123	Güecho (Arenas y Algosta)	C. a.	Id.	—	132	K. W.	110
124	Haro	C. c.	Id.	—	66	L. 16 —	5
125	Hellín	C. a.	Id.	—	80	L. 16 —	5
126	Hervas	C. c.	Id.	—	20	L. 16 —	5
127	Horcajos	C. p.	Id.	—	28	L. 16 —	4
128	Hostabrich	C. c.	Id.	—	—	L. 10 —	3
129	Huelva	C. c.	Bifilar	—	88	L. 10 —	3
130	Huesca	C. a.	—	—	26	—	—
131	Idem	C. c.	Bifilar	—	20	L. 10 —	4
132	Huete	C. c.	Id.	Si	15	L. 10 —	3
133	Infesto	C. c.	Id.	—	L. 1.300 —	L. 10 —	3
134	Irun	C. c.	Id.	No	L. 1.800 —	L. 10 —	3
135	Izarza	C. a.	Id.	—	L. 1.040 —	L. 10 —	1 75
136	Jaca	C. c. y C. a.	Id.	—	400	L. 10 —	4
137	Jaén	C. a.	Id.	Si	—	L. 10 —	—
138	Játiva, Beniganin, Chatretonda y Puebla de Ruga	C. a.	Bifilar	No	100	L. 10 —	3

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio Pts. Cts
139	Jerez de los Caballeros	C. c.	Trifilar	No	159	K. W.	1 25
140	Jerez de la Frontera	C. c.	Id.	Sí	60		
141	Jumilla	C. c.	Bifilar	No	80	L. 10 —	3 90
142	La Felguera	C. c.	Trifilar	—	99	L. 16 —	9
143	La Línea	C. c.	Bifilar	—	22	L. 10 —	3
144	Lanestosa	C. a.	Id.	—	290	K. W.	1
145	León	C. c.	Id.	—	25	L. 10 —	3
146	Lequeitio	C. a.	Id.	—	41	L. 10 —	3
147	Idem, Ondorrra y Motrico	C. a.	Id.	—	199	L. 16 —	4 80
148	Lérída	C. a.	Id.	—	30	L. 16 —	6
149	Linares	C. c.	Id.	—	80	L. 16 —	4
150	Idem	C. a.	Id.	—			
151	Logroño	C. a.	Id.	—	L. 800	L. 10 —	2 50
152	Loja	C. a.	Trifilar	—	200	K. W.	1
153	Lorca	C. c.	Bifilar	—	L. 1.000	K. W.	85
154	Luarca	C. c.	Id.	—	207		
155	Luchana	C. c.	Id.	—	66	L. 16 —	5 50
156	Lugo	C. a.	Id.	—	125	K. W.	75
157	Idem	C. a.	Trifilar	—	12	L. 10 —	3
158	Lumbier	C. c.	Bifilar	—	14		
159	Llanes	C. c.	Trifilar	—			

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio Pts. Cts.
160	Llerena.	C. c.	Bifilar	No	15	L. 10 —	4 50
161	C. ^a General Madrileña	C. c.	Bifil. y Trifil. Id. y id.	—	1.500	K. W.	1 10
162	C. ^a La Inglesa	C. a.	—	—	2.800	K. W.	1 10
163	Central de Lavapiés	C. c.	Bifilar	—	—	K. W.	1 10
164	Idem de Chamberí.	C. c.	Trifilar	—	500	K. W.	1 10
165	Idem del Norte.	C. c.	Bifilar	—	—	K. W.	1 10
166	Idem de la Princesa	C. c.	Id.	—	—	K. W.	1 10
167	Idem B. ^o de Salamanca	C. c.	Trifilar	—	500	K. W.	1 10
168	Idem cerca Plaza Toros	C. a.	Trifil. y Bifil.	No	—	K. W.	1 10
169	Idem de Espuñez	C. c.	Bifilar	—	60	K. W.	1 10
170	Mahón	C. c.	Id.	—	1.000	L. 10 —	5 70
171	Málaga	C. a.	Id.	—	532	K. W.	1 10
172	Idem.	C. c.	Trifilar	—	370	L. 10 —	4 50
173	Manresa	C. c.	Bifilar	—	—	K. W.	1 10
174	Manuel	C. c.	Id.	—	20	L. 10 —	3 30
175	Manzanares	C. c.	Trifilar	—	57	K. W.	1 20
176	Marquina	C. a.	Bifilar	No	25	L. 16 —	4 80
177	Masanagrell	C. c.	Id.	—	3	L. 5 —	1 50
178	Masanasa (Véase Valencia)	C. c.	Trifilar	—	—	K. W.	1 10
179	Mataró	C. a.	Id.	—	80	K. W.	1 10
180	Mazarrón	C. a.	Bifilar	—	10	K. W.	1 10

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pta. Cts.
181	Medina del Campo.	C. c.	Bifilar	No	25	L. 16 —	6
182	Mérida.	C. c.	Id.	—	70	L. 10 —	4
183	Mieres.	C. a.	Id.	—	21	L. 10 —	3
184	Miranda de Ebro	C. a.					
185	Mondariz.	C. c.	Bifilar	—	33		
186	Mondoneo	C. a.	Id.	—	36	L. 16 —	4 80
187	Monovar	C. c.	Id.	Si	37	L. 10 —	4
188	Montijo.	C. c.	Trifilar	No	30	L. 10 —	3 50
189	Montoro	C. a.	Bifilar	—	30	L. 16 —	8
190	Mora de Toledo.	C. a.	Trifilar	—		L. 16	7 50
191	Mores	C. a.	Bifilar	—	45	L. 10 —	3
192	Morón de la Frontera.	C. a.	Id.	—	80	L. 10 —	3 50
193	Motrico (Central en Lequeitio).	C. a.	Id.	—	40	L. 16 —	4 80
194	Motril.	C. a.	Id.	—	74	L. 16 —	4 80
195	Murcia.	C. c.	Id.	—	125		
196	Murguía, Amurrio y Orduña	C. a.	Id.	—	50		
197	Nájera.	C. c.	Trifilar	—	60	L. 16 —	4
198	Nerja.	C. c.	Bifilar	—	20	L. 10 —	5
199	Noya.	C. c.	Id.	—	L. 500	L. 16 —	3 30
200	Novelda.	C. a.	Trifilar	—	36	L. 5 —	1 75
201	Onteniente.	C. a.	Bifilar	—	52	L. 10 —	2 50

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene o no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pts. cts
202	Oñate	C. a.	Bifilar	No	67		
203	Orense	C. p.	Id.	—	66		
204	Orihuela	C. a.	Id.	—	65	L. 16 —	5
205	Orotava	C. a.	Id.	—	67	L. 16 —	4
206	Oviedo	C. c.	Id.	—	78		
207	Palaporta (Véase Valencia).	C. a.	Trifilar	—		K. W.	1
208	Palatrugell.	C. a.	Id.	—	40	L. 10 —	250
209	Palencia	C. c.	Bifilar	—	140	K. W.	120*
210	Pamplona	C. c.	Id.	—	152		
211	Idem.	C. c.	Id.	—	140	A. h.	7
212	Peñaranda Bracamonte	C. a.	Bifl. y Trifl.	—	50	L. 10 —	4
213	Picaua (Véase Valencia)	C. a.	Trifilar	—		K. W.	1
214	Plasencia (Cáceres)	C. c.	Bifilar	—	52		
215	Plasencia (Guipúzcoa)	C. c.	Id.	—	L. 600		
216	Pontevedra	C. c.	Id.	—	70		
217	Pontnajor	C. c.	Id.	—	62		
218	Pote (Santander)	C. a.	Id.	—	16		
219	Portugalete (Véase Baracaldo)	C. a.	Id.	—	330	L. 16 —	540
220	Pozoblanco.	C. a.	Id.	—	90		

* Con recambio de lámparas por cuenta de la Central.

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pts. Cts.
221	Priego (Córdoba).	C. c.	Bifilar	No	27		
222	Puebla de Caramiñal.	C. c.	Id.	—	L. 900		
223	Puebla de Rugal (Véase Játiva).	C. a.	Id.	—	100	L. 10 —	3
224	Puente Arenas.	C. c.	Id.	—	L. 500		
225	Puente de la Reina.	C. c.	Id.	—	14		
226	Puente Genil.	C. c.	Id.	—	126	L. 16 —	4 80
227	Puerto de Santa María.	C. c.	Id.	—	82	L. 16 —	5 50
228	Puerto Real.	C. c.	Trifilar	No	64	K. W.	90
229	Quintanar de la Orden.	C. c.		—	20		
230	Reinosa.	C. a.	Bifilar	—	88	K. W.	1
231	Ripoll.	C. a.	Id.	—	75		
232	Ronda.	C. c.	Trifilar	—	144	L. 10 —	3 50
233	Sabadell, Pravia y Grado.	C. a.	Id.	—	80	K. W.	90
234	Salamanca.	C. c.	Bifilar	—	280	K. W.	60
235	Idem.	C. c.	Trifilar	—	212	L. 10 —	3
236	Salobreña.	C. c.	Bifilar	—	27		
237	San Fernando.	C. c.	Trifilar	—	60	L. 10 —	5
238	Sanlúcar de Barrameda.	C. c.	Id.	Si	182	K. W.	1
239	Santa Cruz de Tenerife.	C. c.	Id.	No	145	K. W.	1
240	Santander.	C. c.	Id.	—	140	L. 10 —	6 75
241	Idem.			Si	132		

Número	POBLACIONES.	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene o no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pfs. Cfs.
242	Santiago	C. c.	Trifilar	No	1.530		
243	Santesteban	C. c.	Bifilar	—	7		
244	San Vicente de Sonsierra	C. c.	Id.	—	18	L. 10 —	3
245	Saviñan.	C. c.	Id.	—	9	L. 10 —	3
246	Sedavi (Véase Valencia)	C. a.	Trifilar	—		K. W.	1
247	Segorbe.	C. c.	Bifilar	—	L. 500		
248	Segovia.	C. a.	Id.	—	L. 1.600	L. 16 —	6
249	Sevilla (E. B. e y C. a)	C. c.	Id.	Si	300	K. W.	90
250	Idem (C. a S. a).	C. c.	Trifilar	—	1.025	K. W.	1
251	Sigüenza.	C. c.	Id.	No	70	K. W.	1
252	Idem.	C. c.	Bifilar	—	36		
253	Soria.	C. a.	Trifilar	—	170		
254	Tafalla.	C. a.	Id.	—	63	L. 10 —	250
255	Talavera de la Reina	C. e. y C. c.	Bifilar	—	80	L. 10 —	345
256	Tanger *	C. c.	Id.	—	105	K. W.	110
257	Tarancón.	C. a.	Trifilar	—	300	L. 16 —	480
358	Tarazona, Agreda y Cascante	C. a.	Bifilar	—	360	L. 10 —	250
259	Tarasa.	C. c.	Trifilar	—	51	L. 16 —	450
260	Tarrega.	C. a.	Bifilar	—	L. 1.000	L. 10 —	4

* Intercalamos esta Central por pertenecer á una Compañía española.

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene o no acomuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio Pts. Cts
261	Teruel	C. c.	Bifilar	No	42		
262	Tetuán de las Victorias	C. c.	Id.	—	40		
263	Toledo	C. a.	Id.	—	66	L. 10 —	3 45
264	Tolosa	C. c.	Id.	—	96	L. 16 —	4
265	Toro	C. a.	Id.	—	30	L. 10 —	5
266	Torrelaguna				L. 1.000		
267	Torrelavega	C. c.	Trifilar	—	79	K. W.	1
268	Torrente (Véase Valencia)	C. a.	Id.	—		K. W.	1
269	Torroella de Montgri	C. a.	Bifilar	—		L. 16 —	4
270	Tortosa	C. c.	Id.	—	66	K. W.	1 33
271	Trugillo	C. c.	Id.	—	50	L. 10 —	4 50
272	Tudela	C. c.	Id.	—	55	L. 16 —	4 50
273	Tuy	C. a.	Id.	—	72	L. 16 —	4 80
274	Ubeda	C. c.	Id.	—	40	L. 16 —	7
275	Valdemorillo	C. c.	Id.	—	66		
	(Picalua, Paiporta, Torrente)	C. c. y c. a.	Id.	—	10		
276	Valencia			—	140	K. W.	1
	Sedavi, Alfafar, Benatuser, Masanasa, Catorroja y Albal.	C. a.	Tetrafil y Trif.	Si	600	K. W.	1
277	Valladolid	C. a.	Bifilar	No	900	L. 10 —	4

Número	POBLACIONES	Clase de corriente	Distribución (sistema)	Si tiene ó no acumuladores	Capacidad de la central en K. W. ó lámparas	PRECIO MENSUAL DE LA UNIDAD	
						Clase de unidad	Precio pts. Cts.
278	Valmaseda	C. a.	Bifilar	No	24	L. 16 —	4 80
279	Vergara	C. a.	Id.	—	65	L. 16 —	4
280	Vich	C. c.	Trifilar	—	40	K. W.	1 25
281	Vigo	C. c.	Id.	Si	140	K. W.	1 20
282	Villada	C. c.	Bifilar	No	—	L. 8 —	3 50
283	Villafeliche	C. c.	Trifilar	—	12	L. 16 —	4
284	Villafranca (Navarra)	C. a.	Bifilar	—	45	L. 10 —	3
285	Villafranca de los Barros	C. c.	Trifilar	—	45	L. 16 —	7
286	Villafranca del Bierzo	C. a.	Bifilar	—	22	L. 10 —	3
287	Villamanrique	—	—	Si	—	—	—
288	Villena	C. c.	Bifilar	No	40	L. 16 —	5 50
289	Villaviciosa	C. a.	Id.	—	40	L. 10 —	3 50
290	Vitoria	C. a.	Trifilar	—	390	L. 10 —	2
291	Vivero	C. a.	Bifilar	—	26	L. 10	3
292	Yurreta	C. a.	Id.	—	L. 450	L. 16 —	4 80
293	Zafra	C. c.	Bifilar	—	44	L. 10 —	4
294	Zamora	C. c.	Id.	—	160	K. W.	90
295	Zaragoza (C. ^a E. Peral)	C. c.	Id.	—	150	K. W.	90
296	Idem (S. ^a A. ^{sa})	C. e. y C. a.	Id.	Si	290	K. W.	90

CONTRIBUCIÓN POR ELECTRICIDAD

FÁBRICAS DEDICADAS Á LA PRODUCCIÓN DE FLÚIDO ELÉCTRICO

a).—Contribuirán según el promedio de producción diaria, deducida de la total anual correspondiente.

Por cada kilowatt-hora, **6 pesetas 75 céntimos.**

Dada la índole especial de esta industria y su modo de contribuir, quedan relevadas de precinto sus máquinas.

b).—Que están obligados los propietarios de Fábricas de Electricidad á tener montados en todas las dinamos y funcionando con regularidad, los aparatos indicadores de producción, y á facilitar á los funcionarios de Hacienda, en todos los casos que lo reclamen, las curvas gráficas que la representan, con la exhibición de los libros de asiento donde se lleve su contabilidad y el talonario de recibos de abonados y consumidores.

c).—Quedan obligados los fabricantes á presentar á la Administración de Hacienda el primer día de cada mes, nota autorizada de la producción media diaria que haya correspondido al anterior, expresada en kilowatts-horas.

Para la reglamentaria inspección de estas fábricas, quedan habilitadas todas las horas de funcionamiento.

d).—En el caso de no llevarse cumplidamente los requisitos exigidos ó de evidenciarse defraudación, se

acudirá para determinar el promedio de producción á la capacidad total de la instalación, y sirviendo ella de base se calculará el correspondiente á la Fábrica, con arreglo al promedio de cinco horas de funcionamiento diario.

Si las fábricas tienen instalados acumuladores, el promedio se considerará de siete horas.

IMPUESTO TRANSITORIO DE CONSUMO

El 10 por 100 de lo recaudado por alumbrado.

La Hacienda abona el 3 por 100 de cobranza.

CAPÍTULO VII

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Ventajas de la tracción eléctrica.—Rails y enlace eléctrico.—Soportes aisladores.—Línea aérea.—Circulación de la corriente en la línea aérea.—Canalización subterránea.—Empleo de acumuladores.—Cochés y sus accesorios.—Motores eléctricos para tranvías.—Regulador.—Centrales para tranvías.—Sistema Diatto para la tracción eléctrica.—Ferrocarriles eléctricos.—Líneas de tranvías eléctricos en España.

186.—P.—¿Qué ventajas ofrece á primera vista la tracción eléctrica sobre los otros sistemas conocidos?

R.—Entre otras menos esenciales las siguientes:

a).—No se experimenta en la marcha trepidaciones ni sacudidas bruscas, si el coche está hábilmente manejado.

b).—Se suprime el humo y también los malos olores.

c).—La marcha ó velocidad es mayor que la que se alcanza con fuerza animal.

d).—Los vehículos pueden hacerse más ligeros y artísticos y estar más profusamente iluminados.

e).—Es más económico que los otros sistemas.

187.—P.—¿Qué grado alcanza la economía obtenida en la tracción eléctrica?

R.—Los gastos de tracción por coche-kilometro en relación con cada uno de los sistemas hasta el día empleados, son los que siguen:

Tranvías de aire comprimido	0'45 pta.
» » vapor	0'43 »
» con motor de gas	0'42 »
» eléctricos	0'24 »

Bien claramente se comprende, que si hoy que la tracción eléctrica puede decirse que empieza, resulta á la mitad de precio que los otros sistemas ya perfeccionados, muy grande debe ser el porvenir que le aguarda y justo esperar llegue á ser la preferida.

188.—P.—¿Es mucho el desarrollo alcanzado en el día por la tracción eléctrica?

R.—Los travías eléctricos existentes solo en Europa en 1898, alcanza las cifras siguientes en kilometros de línea y en número de carruajes para el servicio:

	<u>Kilometros</u>	<u>Número de carruajes</u>
Alemania	642	2.493
Francia	396	664
Inglaterra	127	252
Suiza	146	237
Italia	132	316
Austria	106	243
Bélgica	69	107
España	61	50
Rusia	30	6
Suecia	24	4

189.—P.—Al analizar los tranvías eléctricos, ¿en cuántos grupos pueden considerarse divididos?

R.—En dos: aquéllos movidos por acumuladores

que acompañan al vehículo después de ser cargados en una Central, y los otros que toman la corriente en su marcha de un conductor ó línea, que puede estar más elevado que la vía, en la vía y por debajo de ella.

190.—P.—¿Qué diferencia esencial ofrece la **vía** para los tranvías eléctricos?

R.—La única de alguna importancia está señalada por la unión ó contacto perfecto entre los diferentes trozos de que el rail se forma ó compone, y en la especial figura de éste, para que permita un seguro y constante frotamiento de las ruedas sobre el mismo.

Los rails ó carriles tienen ordinariamente de 8 á 10 metros de longitud y son de formas muy diversas.

Como ellos sirven ordinariamente de conductores de retorno á la corriente, su conductibilidad debe asegurarse en el mayor grado posible.

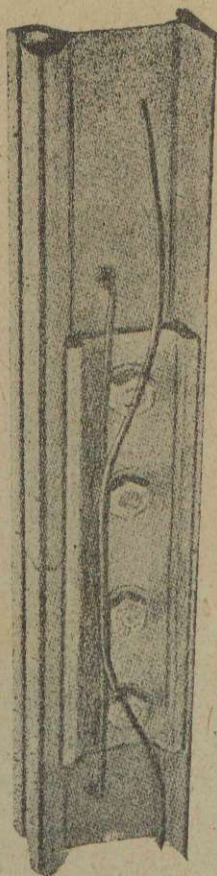
Es, entre otros, procedimiento recomendable para este objeto, aparte de cuanto naturalmente se refiere á dimensiones y naturaleza, la unión de unos carriles con otros por duelas establecidas en sus caras laterales, cuya imperfecta unión bajo el punto de vista eléctrico se corrije, mediante la sencilla disposición que se señala en la (*fig. 110*), y que con su exámen excusa otra más detallada explicación.

191.—P.—¿La **canalización aérea** en qué consiste?

R.—Es la más económica y por ello, sin duda, la más extendida y generalizada.

En la canalización aérea la toma de corriente para el coche se verifica por contacto con el hilo de cobre situado en los soportes ó consolas, mediante el sostenido frotamiento del **trolley**, formado por una polea metálica

colocada en la extremidad de una barra ó vástago dispuesto en la parte superior del coche, y en el cual la existencia de muelles antagónicos lo sostienen levantado,



(Fig. 110)

facilitando así el no divorciarse del hilo, una vez hecho el encaje del mismo en la polea ya referida.

La línea vá suspendida de los postes ó hilos transversales, por medio de unos soportes aisladores (*fig. 111*) formados por varias piezas, que al unirse con el conductor, inevitablemente dejan en su parte inferior algún saliente, con el cual al pasar el **trolley** se producen chispas y origina no escasa exposición á que pierda el frotador su encaje ó disposición, si la velocidad del carruaje es subida ó muy brusco el cambio de dirección.

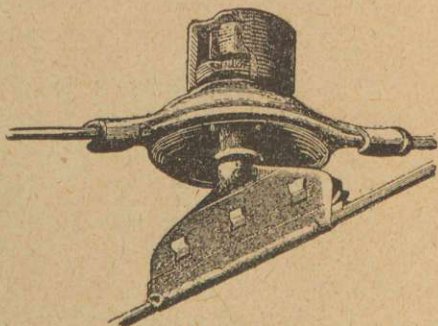
Cuando esto último ocurra, toda recomendación á los conductores de los tranvías es poca, para que empleen marcha excesivamente moderada, en la seguridad de que con ella, y al evitar así la salida del **trolley** y parada consiguiente á su colocación, es como se alcanza dar

brevedad y rapidez á la llegada al punto de su destino.

La tensión más frecuentemente empleada en las líneas de tranvías es de 500 volts, que refiriéndose á corrientes continuas no debe estimarse para el **cuerpo humano** como necesariamente mortal, en el caso de recibir descarga por rotura del hilo aéreo cualquier persona.

Esto no obstante, adóptanse diversas precauciones para evitar el contacto en el caso de ocurrir la avería dicha, y aunque las hasta hoy establecidas no hayan logrado alejar de la manera más absoluta el natural temor de que se presenten, han quedado muy disminuidas sus peligrosas consecuencias.

Al efecto, y por medio de péndolas provistas de sus correspondientes aisladores, el conductor principal queda enlazado ó suspendido con ellas del hilo de defensa ya aislado de tierra. En tal virtud, éste, cuyo único objetivo parecía ser el de protección y defensa para con el conductor, de los hilos extraños que como los de telégrafos y teléfonos pudieran por causas inevitables caer sobre el mismo, adquiera ó complemente su misión con esta nueva aplicación de servir como suspensión artificiosa del cable para el solo caso de rotura por algún sitio.



(Fig. 111)

Evidente es, que la eficacia del procedimiento de que se trata, básase en multiplicar los puntos de suspensión, lo que á su vez puede complementarse estableciendo con cuidadosa atención el tendido del hilo y consagrando el mayor acierto á la elección de la clase, naturaleza y dimensiones del mismo, alejando así por completo las probabilidades de su perjudicial rotura.

La línea aérea á pesar de estos señalados y reconocidos peligros y sin perjuicio de lo que afean pueda la ornamentación de las calles con su tendido, presenta como indiscutibles ventajas dos, que harán su empleo favorable por mucho tiempo: la notoria economía que caracteriza su establecimiento, y lo fácil y prontamente que en ella se remedian las inevitables averías inherentes á toda instalación eléctrica.

No terminaremos de presentar esta fisonomía que ofrecen las líneas aéreas, sin decir, que siempre que ellas tienen alguna extensión é importancia, el hilo aéreo se alimenta con **feeders** que parten de la fábrica generatriz, y están constituidos por cables de considerable aislamiento, directamente colocados en el terreno.

Una clara idea de la circulación de la corriente en la línea aérea, está representada por la (*fig. 112*).

A.—Es la dinamo instalada en la Fábrica generatriz y de la cual se inicia la salida del fluido en el sentido indicado por las flechas.

B.—Línea aérea, en la que las flechas marcan la dirección de la corriente.

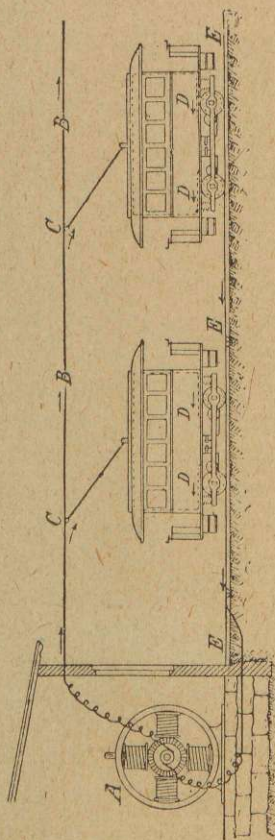
C.—**Trolley** para la toma de la misma y abastecimiento del coche.

D.—Los motores en los que desarrolla la enegía, y

E.—Rails por donde retorna al punto de origen.

192.—P.—¿En qué consiste la **canalización subterránea**?

R.—El deseo de obviar las dificultades que la línea



(Fig. 112)

aérea ofrece, ha hecho nacer la subterránea; sin los peligros para los transeuntes, sin el demérito para el ornato de la población, pero con numerosos inconvenientes también, entre los que pueden citarse como más importantes, el elevado coste de la instalación, la casi imposibilidad de librar á los conductores de la humedad y de las aguas, y lo tardío y lo difícil que en la práctica se hace la inspección de la línea, unas veces para preveer y evitar las averías, otras para corregirlas y remediarlas.

Todos los sistemas para esta clase de líneas se parecen en lo esencial. El conductor vá colocado en una cuneta ó canal unas

veces y en ocasiones bajo la ranura de uno de los carriles. El coche toma el contacto por medio del **trolley**,

que afecta formas especiales según los diversos casos y sistemas.

Este género de línea, indicado parece para los sitios céntricos de las grandes poblaciones. Es costoso en su instalación y en su entretenimiento y dificulta mucho el remedio de las averías: pero si todo quiere sacrificarse á que no desmerezca el ornato de la ciudad y á defender á las personas del riesgo de una descarga, su adaptación es recomendable.

193.—P.—¿Está muy generalizado el empleo de los tranvías con acumuladores?

R.—Las ventajas que ofrecen los acumuladores al utilizarlos en los tranvías son, la eliminación de todos los gastos de tendido é instalación de línea, en ese caso innecesarios, y el empleo de la misma vía que ordinariamente se destina á la tracción por otro sistema; pero á cambio de estos beneficios, son los acumuladores tan caros en su adquisición, tan dispendiosos en su entretenimiento y de tan delicado manejo, sobre todo si están sometidos á movilidad y por consiguiente á trepidaciones, que mientras no se invente otro género de acumulador con características bien distintas de las de los actuales y entre ellas notoriamente beneficiada la del rendimiento en relación al peso, difícil nos parece pueda extenderse mucho su práctica aplicación á los tranvías.

Sin embargo de lo expuesto bajo el punto de vista económico, un coche con acumuladores llevando almacenada la energía necesaria para recorrer un trayecto determinado por el intermedio del motor eléctrico de que provisto vá el carruaje, es indudablemente una

solución aceptable para el problema de la tracción eléctrica.

En Francia más especialmente, han encontrado los tranvías de esta clase importante aplicación; á continuación presentamos líneas generales de algunos (1).

Los de la **Sociedad de tranvías de París** ofrecen las siguientes particularidades.

Los coches son capaces para 50 viajeros y ván provistos de 2 motores de á 12 caballos, que actúan sobre los ejes por medio de dos juegos de engranajes sumergidos en aceite.

La corriente que los alimenta procede de una batería de acumuladores de 108 elementos, colocada y disimulada en la parte baja de los asientos. Estos elementos tienen por vasos, recipientes de ebonita, ván colocados en grupos de á 9 y en cajas de madera, repartiéndolos por mitad á uno y otro lado del carruaje.

Los elementos de cada caja están montados en tensión, y cada grupo de á 3 cajas en série, de modo que se obtienen 4 baterías, cada una de las cuales puede dar 50 volts.

Los polos extremos de cada caja están formados por láminas de cobre que aparecen al exterior, quedando en contacto con resortes fijos en el coche cuando se les coloca en él, siendo estos resortes los que establecen las conexiones.

El regulador se compone de un cilindro de sustancia aisladora, sobre el que ván montadas unas piezas de

(1) Estos datos están tomados de la interesante traducción hecha por D. Ricardo Villalba, de la obra *La tracción eléctrica*, por C. Tainturier.

cobre ligadas convenientemente, que pueden ponerse en contacto con unos frotadores unidos eléctricamente á las baterías. Pueden obtenerse así las combinaciones siguientes:

1.^a Las 4 baterías en paralelo, en cuyo caso la fuerza electro-motriz es de 50 volts.

2.^a Las baterías por séries de á 2, agrupados en paralelo: la fuerza electro-motriz, 100 volts.

3.^a Las baterías montadas en tensión: 200 volts la fuerza electro-motriz.

Las baterías de cada carruaje tienen una capacidad de 230 ampéres.

Los vehículos son alumbrados por 2 lámparas de 16 bujías.

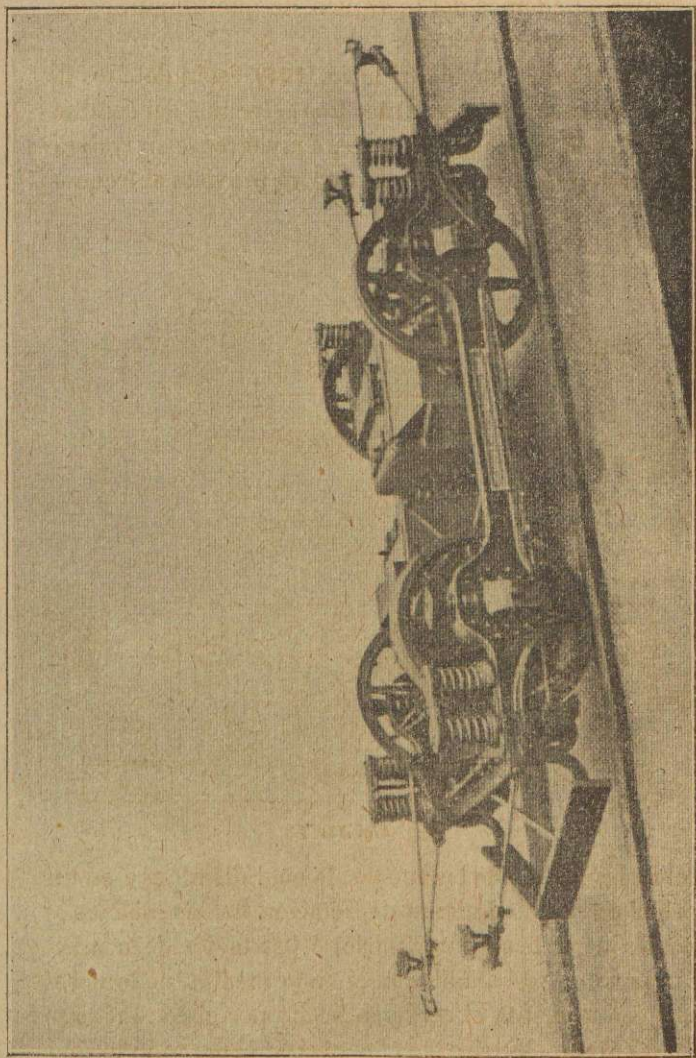
194.—P.—¿Qué disposición afectan los carruajes destinados á la tracción eléctrica?

R.—Por lo que á la **caja de los coches** se refiere, bien puede ser la misma que los de la tracción animal, salvo las plataformas, que es de necesidad sean suficientemente amplias y en condiciones para instalar en ellas los aparatos para maniobrar.

El **bastidor** (*fig. 113*), se comprende lo muy reforzado que debe ir para soportar el peso de los motores eléctricos y dejar los necesarios huecos que el montaje, resortes y accesorios de los mismos reclama.

El grabado inserto, cuyo exámen encarecemos, presenta á la vista con más claridad que nuestro razonamiento, los detalles con el bastidor relacionados, por lo que excusamos explicación más amplia.

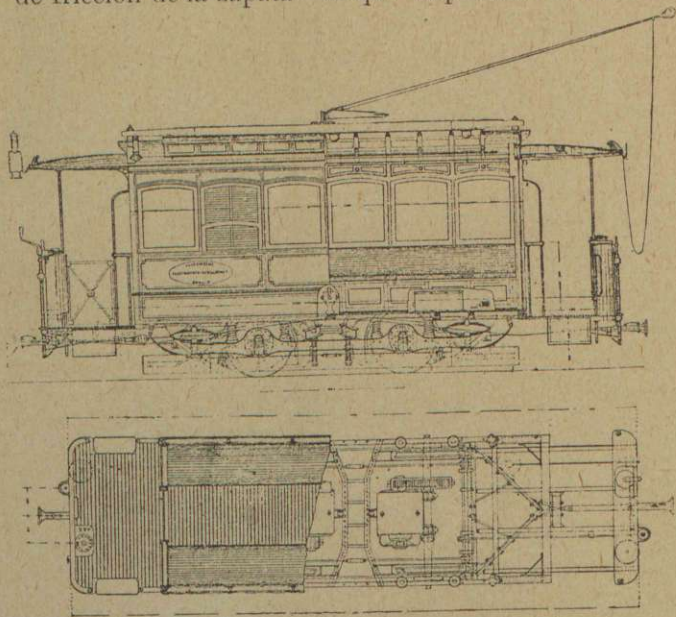
Los **frenos** deben ser lo más enérgicos posible, y evidente es la ventajosa garantía de seguridad que se



(Fig. 113) —BASTIDOR DE UN COCHE DE TRANVÍA ELÉCTRICO

alcanza, si además del mecánico de que ningún coche carece, llevan el eléctrico.

Los tranvías de Madrid (*fig. 114*), están dotados de freno mecánico con volante. Los esfuerzos del conductor sobre el eje de este volante, conviértense en trabajo de fricción de la zapata—de que vá provista el freno—



(Fig. 114)

sobre las llantas de las ruedas, la cual disminuye en un principio el movimiento de rotación de las mismas y puede llegar hasta suprimirlo, ó por mejor decir, trasformarlo en resbalamiento, si en la medida de lo necesario se aumenta el esfuerzo hecho por el conductor.

El freno eléctrico se caracteriza, como todo lo que

por base tiene el empleo de la electricidad, en la extrema sencillez de su manejo. No necesita gasto de fuerza en el que opera: su energía llévase hasta un límite excepcional; y se efectúa sin el crecido desgaste que las zapatas en su presión sobre las llantas de las ruedas necesariamente ocasionan.

Una disposición especial dada á los circuitos de los motores y el juego de algunas resistencias, son elementos bastantes para que los motores mismos del carruaje adquieran este doble eficaz empleo; dar velocidad al carruaje, y ayudar á disminuirla cuando necesario sea.

El **alumbrado** de los coches eléctricos es verdaderamente espléndido. En general, está producido al interior, por dos reflectores con un número de lámparas, cuya tensión multiplicada por el número de las instaladas en cada derivación, produzca los 500 volts de diferencia de potencial que frecuentemente suele tener la red adoptada para la tracción eléctrica.

Dicho se está, por lo tanto, que estas lámparas ván montadas en série, y que completan el alumbrado las dos instaladas en las plataformas, para las luces en color, á que reglamentariamente están obligados.

La **calefacción** de los coches, es asimismo sencillo obtenerla por la electricidad, como ya está aplicada en los camarotes de algunos vapores alemanes de gran lujo, que efectúan la carrera entre Europa y América.

Una desviación de la corriente pasa por un circuito formado de resistencias, quedando por este solo hecho convertido en manantial de calor, cuyo grado fácil es regularlo con la eliminación ó aumento en el número de las intercaladas.

195.—P.—¿Los **motores** eléctricos empleados en los tranvías qué disposición afectan?

R.—La (*fig. 115*) á este fin dibujada, presenta con sobrada claridad la situación del motor, que el grabado ofrece descubierto en su mitad, así como el engranaje de trasmisión, para que ambos elementos sean así más fácilmente estudiados.

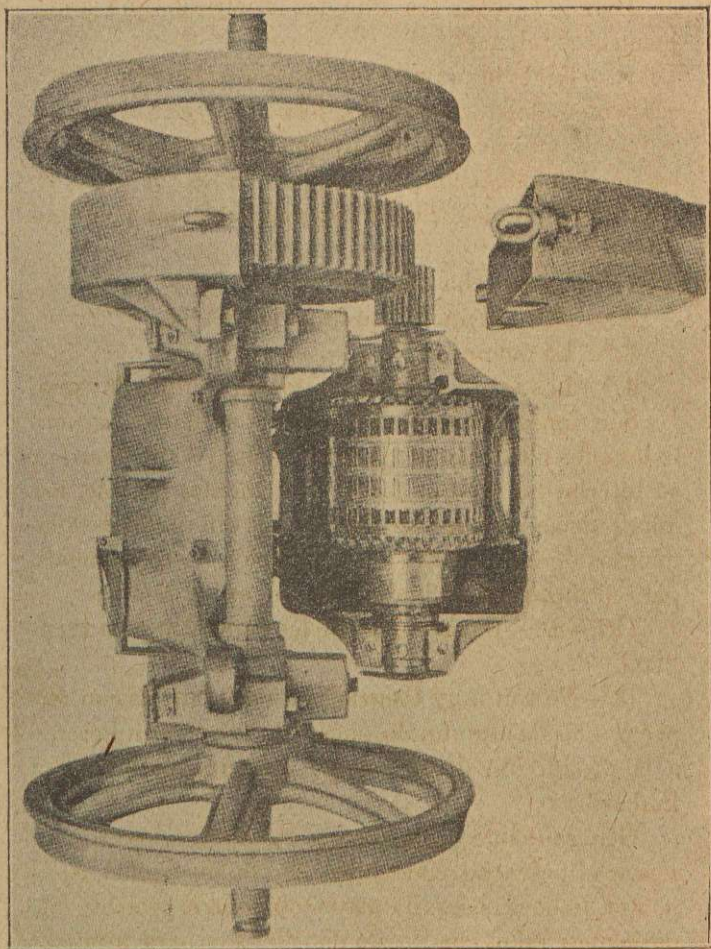
La diferencia esencial entre este motor y los que á otras aplicaciones se destinan consiste, en que la armadura es al mismo tiempo la cubierta que lo protege y defiende. Está dividida en dos mitades que giran alrededor de una charnela, haciéndose así más fácil el desmontar el aparato.

Como la figura enseña, el giro del inducido se transmite por un piñón al eje del carruaje, provisto á su vez de la rueda dentada correspondiente.

La relación en que están los diámetros de estas ruedas y la energía por el motor consumida, determinan la velocidad del carruaje, muy aproximada en la práctica á la marcha de 20 kilómetros.

Situado el motor en el bastidor del coche y en la necesidad de marchar en constante relación con el eje de las ruedas á el cual trasmite su movimiento, compréndese bien, que estos aparatos deben ser colocados de una especialísima manera, para que ni las curvas, ni las trepidaciones, ni variaciones bruscas de velocidad, hagan cambiar en lo más mínimo la posición del inducido.

Esta perfección en el detalle de la suspensión suele alcanzarse, mediante ir un extremo de la armadura apoyado en el eje con dos cojinetes, y el otro provisto



(Fig. 115) - MOTOR ELÉCTRICO DE UN COCHE DEL TRANVÍA

de un nervio ó tenaza, atravesado por un pasador que al bastidor se fija.

196.—P.—¿En los tranvías eléctricos qué papel juega el **regulador**?

R.—Es de la mayor importancia para regir hábil y convenientemente la marcha del coche, y por lo general se instala uno en cada plataforma, para que los vehículos puedan más fácilmente caminar en los dos sentidos.

Con el regulador debe poderse obtener á voluntad y fácilmente:

- 1.^a La marcha adelante.
- 2.^a El aumento ó disminución de ella.
- 3.^a La detención.
- 4.^a Los mismos movimientos en sentido inverso.

Son innumerables los tipos que se emplean; pero todos ellos obedecen al mismo principio de realizar por su intermedio y en la forma más práctica posible, las manipulaciones que se refieren á los diferentes acoplamientos de los motores é intercalación de resistencias, para alcanzar así la finalidad á que se les destina.

197.—P.—Dar una idea de las **Centrales para tranvías**?

R.—No son muy esenciales las diferencias con respecto á las de alumbrado, pues todo lo que es inherente á la producción de la energía eléctrica, es común á ambas.

Generalmente las dinamos empleadas—para conservar el potencial constante—son de excitación compound, lo cual necesariamente obliga á especiales disposiciones en el cuadro de distribución para alcanzar vencer por modo práctico y sencillo, la dificultad de que

siempre va acompañado el acoplamiento en paralelo para dinamos con este género de excitación.

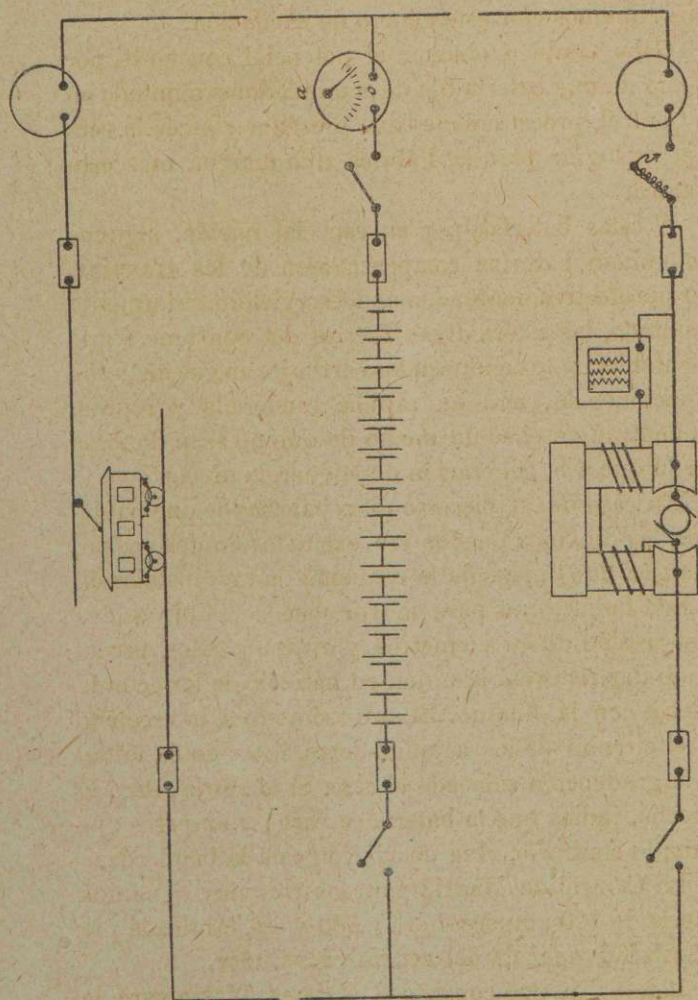
Cabe también obtener el potencial constante, por medio de una batería fija de acumuladores montada en la Central, procedimiento que presenta además la ventaja de lograr para la Fábrica una marcha más económica.

A estas baterías, por su especial misión, algunos denominan **baterías compensadoras de los tranvías**, porque efectivamente además del servicio anteriormente apuntado, las alternativas fuertes del consumo á que inevitablemente conducen los carruajes en sus distintas situaciones de, marcha rápida, moderada y reposo, encuentran en ellas un medio de que no sean dañosas por lo que á la generación de la energía afecta.

En caso de establecerse estas baterías de que hablamos, las dinamos pueden ser excitadas en derivación, y la (*fig. 116*) presenta la esquema de una instalación de esta índole, que para mayor claridad se ofrece con la supresión de los volmetros y otros aparatos, procurando dar relieve á la unión en paralelo de los acumuladores con la dinamo. El amperómetro *a* intercalado en el circuito de los acumuladores, lleva en la mitad de la graduación colocado el **cero**. Si la aguja está á la derecha, indica que la batería se carga y ampéres que toma; lo contrario, si la desviación es á la izquierda.

La Central de Madrid para los tranvías, tiene una batería de 800 ampéres-hora y 600 volts, fabricada por la **Sociedad española del acumulador Tudor**.

198.—¿En qué consiste el **sistema Diatto** para la tracción eléctrica?



(Fig. 116)—FISONOMÍA DE UNA INSTALACIÓN DE TRANVÍAS CON BATERÍA COMPENSADORA

R.—Los inconvenientes de la línea aérea y los de la canalización subterránea, aconsejaban buscar otra solución que los evitara.

Parece haberse alcanzado en parte esencial este fin con la toma de corriente al nivel del suelo por el procedimiento inventado por Diatto, ya funcionando prácticamente en alguna población de Francia.

El principio de este sistema consiste, en que el carruaje tome la corriente de unas losas metálicas distribuidas entre los carriles, las cuales solo en el preciso momento en que el carruaje está sobre ellas, son conductoras de la corriente, volviendo á quedar aisladas al separarse el coche.

Para obtener esto, se establece una disposición ingeniosísima, que es la especialidad del sistema, y que solo á grandes rasgos nos es dable aquí describir.

Un cable aislado se instala en el subsuelo con la aplicación de servir como conductor principal de ida. De éste parten las derivaciones para las cajas de contacto, cuyas tapas son las losas metálicas antes mencionadas.

Estas losas metálicas, ó por mejor decir, la parte central de ellas solo es vehículo de la corriente, si los electro-imanes de que el carruaje vá provisto en su parte inferior actúan indirectamente sobre las mismas, y dán así lugar á que los ingeniosos y diversos elementos de que la caja de contacto se compone, realicen el cometido ó papel que el inventor les ha señalado, para que la derivación de la corriente que viene por el conductor principal llegue hasta la cabeza del clavo, en relación con la parte central de la referida losa metálica.

Una vez alejado el coche de la losa, pierde ésta la facultad adquirida, y el circuito queda abierto ó interrumpido, no solo con el coche, sino con la derivación que del conductor principal procede. A los pocos metros—de 5 en 5 suelen colocarse—otra caja de contacto está establecida y vuelven los mismos hechos á reproducirse.

Una pequeña batería de acumuladores que acompaña al carruaje, permite que en los momentos de los arranques anime los electro-imanés, fuente ú origen de la elevación inicial del clavo, por cuya mediación el establecimiento de la corriente queda hecho así efectivo.

Una vez el movimiento adquirido, es la corriente principal la que alimenta los electros de que se trata, para el desempeño del papel á los mismos asignado; y dicho se está, que la disposición de los electro-imanés, por tanto, es la conveniente para que por los dos medios referidos puedan tomar la corriente y ser excitados.

La corriente principal sigue el siguiente camino:

Parte de la fábrica por el conductor principal ó de ida, se bifurca para alimentar todas las derivaciones de las losas metálicas, recorre los elementos todos de las cajas de contacto, cuyas tapas ya hemos dicho repetidas veces son las losas metálicas tantas veces nombradas, de ahí á las barras imanadas del coche, armazón y ruedas, hasta volver al punto de origen ó polo negativo de las dinamos por los carriles.

199.—P.—¿Algunas ideas sobre **ferrocarriles eléctricos**?

R.—Dada la naturaleza de esta **Cartilla**, solo exponremos muy ligeras indicaciones acerca de este particular.



Existen en la actualidad escaso número funcionando en forma práctica, y entre otros los siguientes, cuyas líneas generales expondremos:

1.—*El de Baltimore á Ohio.*

Funciona desde 1895. Tiene de extensión la línea 10 kilómetros, y el túnel que pasa por debajo de la ciudad y recorre este ferrocarril, es de 2.445 metros. Los trenes de viajeros alcanzan una marcha de 50 kilómetros en la hora.

La locomotora eléctrica lleva 4 motores y cada uno consume 900 amperes á la tensión de 300 volts: de modo que la potencia total de la máquina es de 1.440 caballos.

Es de conductor aéreo, toma de corriente por **trolley** y alimentación con **feeders**.

El alumbrado del túnel se obtiene con 50 lámparas de arco y 2.000 incandescentes de 16 bujías.

2.—*El aéreo de Liverpool.*

La toma de corriente se hace, de unas barras de acero colocadas entre los carriles.

Este ferrocarril es muy favorecido por el público, funciona sin novedad alguna y ha proporcionado ingreso respetable á la Compañía propietaria del mismo.

3.—*El de cremallera de Jungfran.*

Este ferrocarril, que es el más moderno, emplea motores trifásicos.

La extensión de la línea es de 8'5 kilómetros y la corriente de alimentación antes de ser transformada alcanza una tensión de 7.000 volts, luego convertidos en las estaciones trasformadoras, situadas á los extremos de las líneas, en 500 volts.

Hay tendidos dos cables de trabajo y los rails sirven de tercer circuito.

La locomotora pesa 12 toneladas, lleva dos motores de 125 caballos cada uno y arrastra dos wagones de pasajeros.

Dicho se está, que tratándose de un ferrocarril de cremallera, su velocidad no puede ser crecida, máxime si en cuenta se tiene hay trozos en la línea cuya pendiente llega hasta el 24 por 100.

4.—*El expreso eléctrico en la línea de Dusseldorf á Crefeld.*

La vía nace en Dusseldorf, atraviesa el Rhin sobre el nuevo puente y pasa por Obercassel y otras poblaciones, hasta morir en Crefeld.

La velocidad normal es de 40 kilometros por hora, pero fácilmente llega á 60.

El sistema adoptado es el de línea aérea con toma de corriente de arco.

La vía tiene 22 kilometros y sirve para el transporte de viajeros y mercancías.

Cada hora sale un tren, y la duración del trayecto es media hora.

5.—*El establecido por la «Compagnie des chemins de fer de l'Ouest» en Francia.*

Extensión de la línea 3.500 metros, con doble vía en todo su recorrido.

Las locomotoras toman la corriente de dos modos: 1.º por medio de un rail central y frotadores en la porción de línea comprendida entre la Fábrica y una de las estaciones; y mediante conductor aéreo y trolley entre la Fábrica y la otra estación.

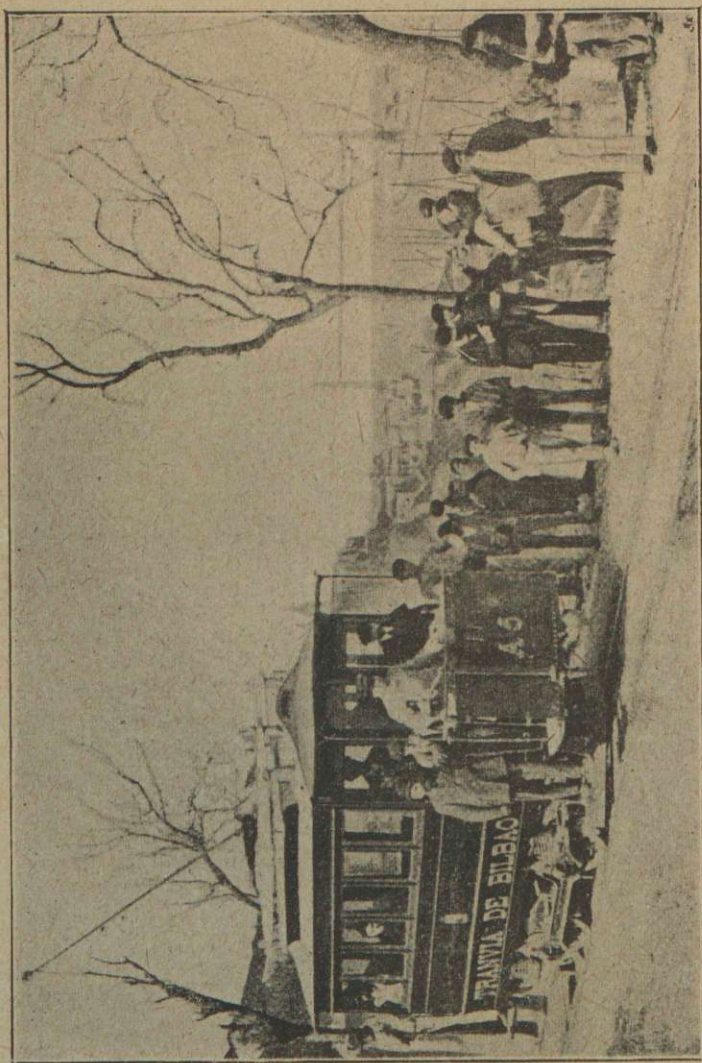
En toda la extensión, el retorno se hace por los carriles.

Las máquinas han sido manufacturadas por la Sociedad Heilmann, y llevan 4 motores de 80 caballos de fuerza cada uno. Estos motores están excitados en serie y pueden agruparse bien dos á dos ó ya en derivación.

200.—P.—¿Qué desenvolvimiento alcanzan en el día en España los tranvías eléctricos?

R.—Hay establecidas las siguientes líneas, en explotación ya unas y otras en camino de estarlo en breve.

- 1.—Las de la **Compañía vizcaina de electricidad.**
- 2.—La de la **Compañía del tranvía de Sans á Barcelona.**
- 3.—La línea entre Gijón y el puerto del Musel.
- 4.—Las de la **Compañía de los tranvías eléctricos de Valencia.**
- 5.—La del **Ferrocarril de Sarriá á Barcelona**, en la que se vá á introducir la tracción eléctrica.
- 6.—La del tranvía eléctrico de Cádiz.
- 7.—Las que explota la **Compañía de tranvías de Madrid.**
- 8.—El tranvía eléctrico de Madrid á Pozuelo por Aravaca.
- 9.—Las de la Sociedad Anónima de **Tranvías de Murcia y Granada.**
- 10.—Las de los **Tranvías eléctricos de Sevilla.**
- 11.—La línea de San Sebastián á Tolosa y
- 12.—El de San Fernando á la Carraca, pendiente de la concesión solicitada.



(Fig. 117) - UN COCHE DEL TRANVÍA ELÉCTRICO DE BILBAO

CAPÍTULO VIII

APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD

Telegrafía sin hilos.—Instalaciones de alumbrado á bordo de los buques.—Avisador automático para los faroles de situación —Para-rayos.—Proyectores eléctricos empleados en los buques.—Ventiladores eléctricos.—Trasmisores de órdenes por medio de la electricidad.—Reconocimiento interior de los proyectiles por la electricidad.—Estopines, cebos y encendedores eléctricos.—Disparos de artillería empleando la electricidad.

201.—¿Dar alguna idea de la **telegrafía sin hilos**?

R.—Dentro de la concisión y sencillez con que cabe exponer en esta **Cartilla** los asuntos, daremos algunas ideas sucintas de este interesante particular, pero suficientes, al mismo tiempo, para adquirir la noción de cómo puede telegrafarse sin el intermedio de conductores, ó por mejor decir, siendo la atmósfera el conductor y la corriente ondas eléctricas llamadas de Hertz, en recuerdo justificadísimo del célebre físico que más estudios ha hecho acerca de sus propiedades.

Estas ondas eléctricas, producidas en determinadas condiciones con un aparato que más adelante se describirá llamado **trasmisor**, tienen entre otras, la particu-

laridad de propagarse ó extenderse en todas direcciones alrededor del punto de partida, con intensidad señaladísima y en forma análoga ó parecida á como lo efectúan las ondulaciones que en un charco de agua produce la caída de una piedra.

Son invisibles, como lo es la electricidad que las constituye, y con velocidad de propagación tan crecida como la de ésta, atraviesan los obstáculos materiales que su paso entorpecen, paredes, cuerpos opacos, etc., etc., y puede su presencia manifestarse por medio de un aparato suficientemente ingenioso para conseguirlo, al cual se le denomina **receptor**.

Singularidad del sistema de la telegrafía sin alambres es, la práctica aplicación del descubrimiento de Branly sobre las limaduras metálicas.

Estas limaduras no conducen la electricidad. La corriente eléctrica al pasar por ellas se detiene, quizás por esa trabazón de partículas que siempre dejan entre sí más ó menos espacios libres. Pero lo curioso es, que si el tubo en que ellas están encerradas lo recorre ó tocan las ondas eléctricas de Hertz, súbitamente se trasforman aquellas en conductor, dejando libre paso á corriente de una pila, en comunicación con la cual se encuentran.

En esta preciosa propiedad, se ha encontrado un sistema sensible á las ondas hertzianas, que dejándose impresionar por ellas, las obedece y presta el medio eficaz que se utiliza para hacer posible la comunicación á distancia sin conductores.

En suma, este nuevo sistema de telegrafiar, está reducido á lo siguiente:

Las ondas eléctricas generadas en la estación de partida y producidas con las interrupciones convenientes para ser consideradas como largas ó breves, según convenga, salen del trasmisor é impresionan el tubo de limaduras Branly, que forma parte del receptor. Este tubo, en permanente comunicación con una pila eléctrica, no deja pasar la corriente de la misma por la razón ya dicha, pero tan luego como la onda lo toca, se vuelve conductor, pasa la corriente de la pila y vá á poner en acción un telégrafo ordinario de Morse, que en la cinta escribe la ondulación traducida á la forma de los signos convencionales del sistema de telegrafía vulgar, si es este el que se emplea. Un golpe automático dado en el tubo de las limaduras, devuelve á éste su propiedad perdida y permite quede sin conductibilidad hasta que la onda siguiente de nuevo origine la reproducción del fenómeno.

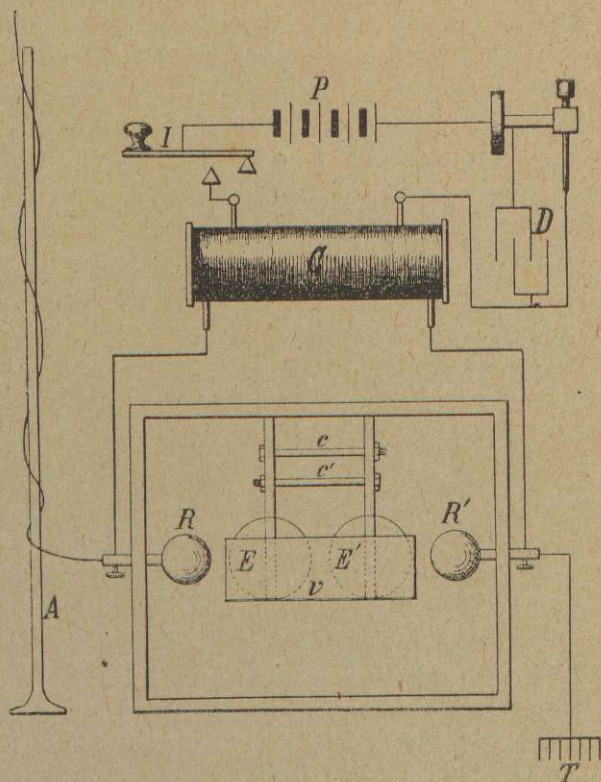
Veamos ahora los aparatos que se utilizan.

En el **trasmisor** (*fig. 118*) (1), **P** representa la batería de acumuladores que alimenta el circuito primario de una bobina Runmkorff, con la letra **C** designada en el grabado. **D** es un condensador colocado en derivación sobre este circuito primario, que sirve para aumentar la eficacia de la corriente, regularizando las extracorrientes que determinan la marcha normal del interruptor propio del carrete, é **I**, por último, es el manipulador para producir las ondulaciones largas ó cortas

(1) Estos interesantes grabados están tomados de la *Revista Minera* y del estudio que sobre la Telegrafía y Telefonía eléctrica sin conductores, publicó recientemente el Sr. Madariaga.

con relación á los signos del alfabeto Morse, si esta clave es la que se utiliza.

El hilo secundario viene á ligarse á las dos esferas metálicas R R' entre las cuales existen otras dos E E'



(Fig. 118).—RECEPTOR PARA TELEGRAFÍA SIN HILOS

de mayor diámetro, parcialmente sumerjidas en aceite de vaselina, sustancia que además de mantenerlas libres de óxido tiene la propiedad de dar una forma regular

y constante á las ondas electro-magnéticas excitadas por aquéllas y tiende á reducir la longitud de la onda, aumentando, por tanto, la distancia á que sus efectos son sensibles. Entre las esferas dichas salta la chispa de la descarga que alimenta la oscilación, y este conjunto de elementos descritos son los que constituyen el **oscilador**.

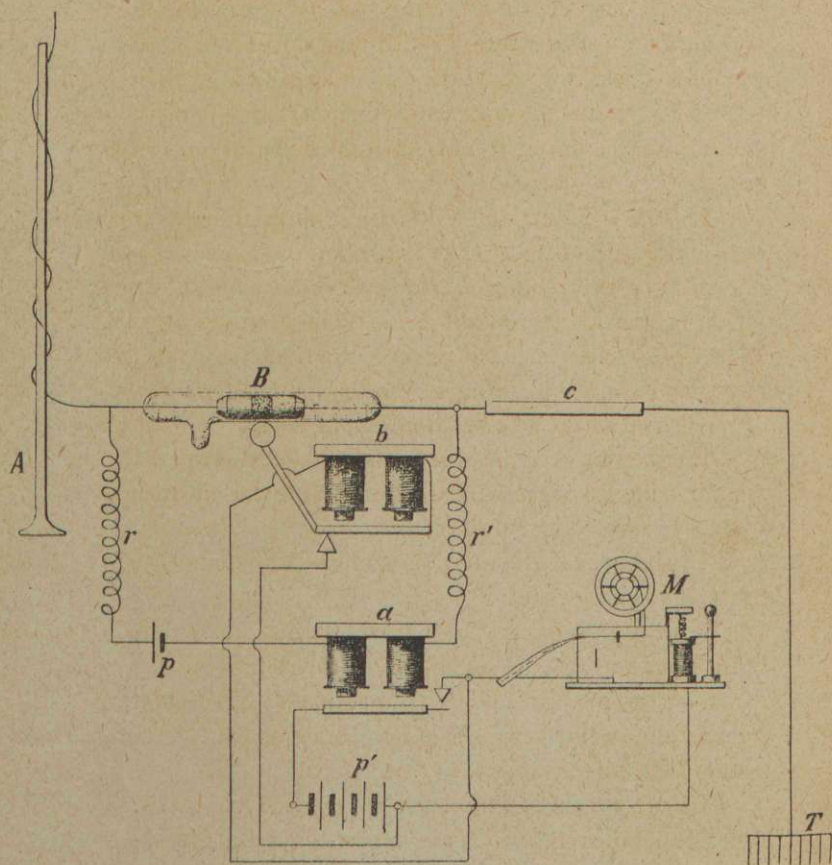
La esfera **R** comunica con un hilo metálico que se eleva verticalmente algunos metros apoyado en el mástil **A**, cuya altura tiene importancia grande en el alcance de las ondas. Ha sido de metros 55 en el utilizado para las experiencias verificadas recientemente entre Inglaterra y Francia, llevada á cabo con éxito feliz y sorprendente. La **R'** se relaciona con la tierra.

El **receptor** es la parte más curiosa de estos aparatos, con los cuales Marconi verdaderamente ha alcanzado justo y merecido renombre.

Una esquema del mismo es, el grabado de la (*figura 119*) que se inserta.

Un tubo de cristal **B**, de 35 á 40 milímetros de longitud y 2 milímetros de diámetro y con la disposición interior de que antes hemos hablado, está ligado al hilo vertical, que por el mástil **A** recibe las ondas eléctricas que el trasmisor lanza á la atmósfera.

Este tubo de Branly se dispone en série con una pieza metálica **C**, que hace del sistema un **resonador** acorde con el receptor, es decir, de capacidad y auto-inducción convenientes para reproducir con intensidad suficiente las oscilaciones eléctricas. Puede esta pieza estar en comunicación con tierra, como se representa en la figura,



(Fig. 119).—TRANSMISOR PARA LA TELEGRAFÍA SIN HILOS

Las ondas eléctricas que llegan al aparato, producen en él la inducción bajo la forma de oscilación eléctrica que recorre el hilo vertical, el tubo sensible **B** y el conductor **c**. Bajo su influencia, las partículas de limadura ó polvo metálico del interior del tubo se aprietan, haciéndose conductoras y dando lugar al paso de la corriente de una pila **p** derivada, con interposición de resistencias inductivas **r r'** en los extremos del tubo: esta corriente determina la atracción de la armadura del electro-imán **a**, que al subir cierra el circuito del receptor Morse alimentado por la pila **p'**.

Al funcionar de este modo el electro-imán **a**, se cierran dos circuitos: uno que comprende la pila **p'** y el receptor Morse; otro en el cual están intercalados la pila **p'** también y el electro-imán **b**. La corriente del primer circuito produce la señal en el receptor Morse, y al mismo tiempo la del segundo origina el movimiento de la armadura **b**, que al golpear con el martillo **m** el tubo **B**, destruye la orientación del polvo metálico, volviendo á su primitivo ser y perdiendo su conductibilidad.

Conviene fijar la atención en la anterior disposición, porque ella es la que verdaderamente explica por modo satisfactorio la recepción del telegrama.

El tubo de limaduras bajo la influencia de la onda, se transforma en conductor. Obtenido esto, queda cerrado el circuito en que está la pila **p** derivada y atraída la armadura **a**, circulando la corriente de continuo. El aparato registrador marca un trazo sin discontinuidad. No hay más que un signo. Pero si alguien dá un golpe en el tubo de limaduras, recobran éstas su inactividad

primitiva. Al efecto, se halla unido al aparato un martillo especie de aldaba, que tras cada emisión de las ondas, dá automáticamente un golpecito seco en el tubo de las limaduras. Y hé aquí de nuevo dispuesto el tubo á recibir la influencia por la emisión siguiente, de las ondas del aparato trasmisor.

Las ondas, atravesando los obstáculos, pierden rápidamente su intensidad. Por eso hay que dejarles franco su camino, y de aquí la elevación de los mástiles á que se afirman los hilos verticales, por donde escapan á la atmósfera y son recogidas en el aparato receptor. La convexidad de la tierra, al extenderse horizontalmente las ondas para su propagación, es obstáculo que debe necesariamente salvarse y es causa, por tanto, que mucho contribuye á la mayor altura de los mástiles.

M. Marconi ha estudiado mucho la influencia de la altura de escape de las ondas sobre la distancia de transmisión, y admite que las distancias que pueden salvarse, aumentan como el cuadrado del largo del conductor vertical.

Con un mástil de 24 metros puede teóricamente telegrafarse á 20 millas.

El éxito obtenido en los diversos ensayos practicados, y el horizonte amplísimo que para esta forma de la telegrafía se vislumbra, justifican ciertamente haber dado cabida en este lugar de la **Cartilla** á las ligerísimas é incompletas nociones que apuntadas quedan.

Solo diremos para terminarlas, que el transporte de guerra francés *Vienne*, practicó últimamente bajo la dirección del Sr. Marconi experiencias en el Canal de la Mancha, entre el buque y tierra.

Los telegramas franquearon la distancia del buque á la tierra, que llegaba á ser en aquellos momentos de **68 kilómetros.**

Durante las pruebas se aplicó con buen éxito el sistema ideado por el Sr. Marconi para **dirigir y localizar** la influencia de las ondas eléctricas. El *Vienne* envió á su satisfacción telegramas distintos, unas veces á South-Foreland y otras á Wimereux, sin que en ambos casos pudiese recibirlos la estación á que no iban dirigidos.

202.—P.—¿Exponer algunas consideraciones de carácter general, sobre **las instalaciones del alumbrado á bordo de los buques?**

R.—En la Marina militar de España, no existe una reglamentación que organice los servicios de electricidad á bordo de los buques.

No pudiendo, pues, señalar aquí la legislación nacional á que sujetarse, condensaremos en cortos párrafos la que parece más prudente seguir como regla y se observa en algunas otras Marinas.

Dinamos.—Se emplean dinamos compound, acopladas directamente al motor y con un número de revoluciones, que generalmente no excede de 350 por minuto en la Marina francesa.

El voltaje oficial hoy en esa nación y en la inglesa, es de 80 volts; pero todavía se conservan muchas instalaciones con dinamos de 70.

Estos 80 volts deben ser medidos en el cuadro de distribución y no en las bornas de la dinamo, como se hace constar en *Circular de 3 de Agosto de 1893.*

En los grandes acorazados llega á ser de 80,000

watts la potencia eléctrica necesaria para dar cumplimiento á todos los servicios, ó sean 80 volts y 1,000 ampéres de intensidad.

La dificultad para instalar máquinas con el volumen que requieren estas características, y sobre todo para impedir que una avería en esta máquina única afecte á toda la instalación, se fracciona el aparato generador de corriente en un cierto número de dinamos idénticas de tal manera, que ellas puedan servir para sustituirse y reemplazarse.

El acoplamiento de las dinamos, debe evitarse en lo posible. Primero, porque nunca las dinamos son perfectamente iguales. Segundo, porque se carece de reguladores á bordo, con que obtener para todas la misma fuerza electro-motriz.

Debe rehuirse alimentar con una misma dinamo, lámparas de incandescencia y proyectores. La asociación del arco y la incandescencia, no presenta dificultades cuando las lámparas de arco son de poca intensidad; pero en los modernos proyectores, que algunos llegan hasta 100 ampéres, y con el crecido número que de ellos se instalan, difícilmente conservarían las lámparas incandescentes su brillo, si las de arco han de ser alimentadas con el mismo manantial de electricidad.

Los aparatos productores de electricidad deben instalarse en los buques de guerra, debajo de la cubierta protectriz, ó bien en sitio ó parte protegida.

En la Marina francesa y por *Circular de 28 de Enero de 1893*, se exige que entre las dinamos y los motores se establezca una plancha ó pantalla metálica de convenientes dimensiones, para impedir las proyecciones de aceite sobre la dinamo.

Canalización.—Abordo es indispensable la absoluta independencia de todos los aparatos receptores. Dicho se está, por lo tanto, que el sistema de distribución no puede ser otro que el de derivación.

La canalización comprende un cierto número de circuitos que no conviene exagerar, para no complicar la buena y clara inteligencia del cuadro de distribución.

En la Marina francesa esto está reglamentado, y se observan las siguientes prescripciones:

<i>Alumbrado interior.</i>	{	Circuito de noche.
		Circuito de día.
		Circuito de mar
<i>Alumbrado exterior.</i>	{	Circuito de navegación.
		Circuito de señales.

A cada proyector corresponde además otro circuito distinto.

Para facilitar la investigación de las averías en los conductores, se han adoptado determinados convencionalismos para los colores con que se pintan los mismos, y son los siguientes:

Circuito de noche	negro.
— — día	rojo.
— — mar.	verde.
— — navegación	violeta.
— — señales	amarillo.
— — proyectores	blanco.

En los hilos positivos, la pintura es uniforme; los negativos se pintan á fajas, en analogía con lo que se hace con la tubería.

Alumbrado interior.—Lo más general es emplear lámparas de 10 bujías, y en más pequeña proporción algunas de 16.

El número y sitio de colocarlas, se subordina á las

diferentes disposiciones interiores de los diversos departamentos.

Como regla á seguir y habida consideración á que la altura ó puntal no excede de 2 metros, debe estimarse 1 bujía por metro cuadrado de superficie de cubierta.

Así, pues, el pañol de municiones teniendo 27 m² de superficie, deberá ser iluminado con 3 lámparas de 10 bujías.

El número de lámparas se distribuye en los tres circuitos de que anteriormente hemos hablado, aproximándose á las reglas siguientes:

Circuito de noche.—Lámparas destinadas á los diversos alojamientos, y á aquellos otros lugares de circulación ó que deban ser vigilados durante la noche.

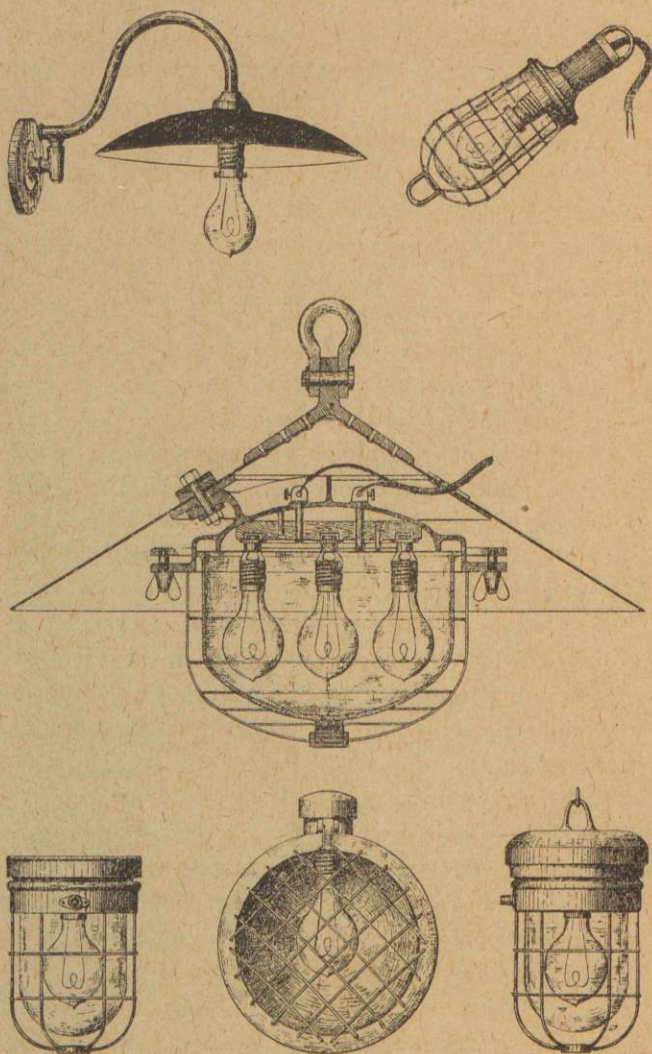
Circuito de día.—Lámparas que deben alumbrar los locales, á los que la luz natural no llega.

Circuito de navegación.—Alumbrado completo de las máquinas, sala de calderas, cuarto de derrota, etc.

En los buques acorazados, los circuitos de navegación y de día, quedan siempre por debajo de la cubierta blindada, con lo que se asegura el alumbrado de las partes vitales.

Las lámparas destinadas á los pañoles de municiones, en razón á su importancia, deben poder ser alimentadas por el circuito de día y por el de navegación, con un interruptor sobre cada derivación. Como quiera que estas luces por la especialidad del sitio en que se colocan, no deben ser reemplazadas por otras de cualquiera clase, conviene tener asegurado su funcionamiento en todo caso, y de aquí la disposición dicha.

Los diversos modelos de aparatos que conviene



(Fig. 120)

utilizar en los barcos, como consecuencia de la especialidad de los diferentes locales, quedan representados en la (fig. 120).

Alumbrado exterior.—No está muy generalizada en España la aplicación de la electricidad al alumbrado exterior de los buques, á pesar de las incuestionables ventajas que bajo todos puntos de vista ofrece esta reforma.

En la Marina militar, no todos los barcos que cuentan con manantial de electricidad lo utilizan para este objeto; y por lo que á la mercante se refiere, creemos que á excepción de los vapores de la Compañía Transatlántica, todos los nacionales continúan con su alumbrado de aceite y con el cortejo de deficiencias que á este género de iluminación acompañan.

Las bombillas aplicables á los *faroles de situación*, deben ser en nuestro concepto, de 30 bujías; excepción del farol verde, en el que convendría emplearlas de 50, habida consideración á que este color absorbe los rayos luminosos en más crecida cantidad que el rojo, originando, por tanto, en el farol de estribor una inferior intensidad lumínica.

La casa Sautter-Lemonier construye faroles eléctricos con la siguiente disposición:

Dos bombillas de 38 bujías yán colocadas en línea vertical, con su cristal ú óptico correspondiente para cada una. Dos circuitos distintos las alimentan.

La intensidad de luz resulta de 60 bujías.

El candelero que sujeta las bombillas, se desmonta fácilmente en caso de necesidad, y en su lugar pueden colocarse las lámparas ordinarias de aceite, si por excep-

ción la electricidad no funcionase. La mecha de la lámpara ordinaria queda á la altura del cristal más elevado.

Completa esta bien entendida disposición, un avisador automático, que del farol vá al sitio que generalmente ocupa el oficial de guardia, y permite en todo caso constatar su buen funcionamiento.

La disposición de los faroles de situación con alumbrado eléctrico, no es la misma en todos los buques.

En algunos, hay duplicidad de faroles. En el puente alto se colocan los alimentados por la electricidad, y en el bajo ó en las amuras, los de aceite, sirviéndose de cada uno de estos juegos según las circunstancias.

En otros, solo existen los faroles ordinarios; los que son susceptibles de emplearse en las dos formas de alumbrado mediante la sustitución de una bombilla de 50 bujías que cada uno lleva, por la lámpara de aceite común.

En nuestro juicio, la forma que mejor resuelve tan importante asunto, tanto bajo el punto de vista económico como práctico, es el de un juego único con doble bombilla y pudiendo indistintamente utilizarse el aceite ó la electricidad.

Recientemente en Inglaterra se ha concedido una patente denominada, **Martin and Hunter' Patent-Electric Indicator and Duplex system of Mast and Side Lights** para instalaciones de este género, que merece ser descrita.

Los juegos de faroles son dobles.

De firme, ván instalados los de alumbrado eléctrico. Son movibles, los que se emplean para las lámparas de aceite.

El de tope eléctrico, por encima del de aceite análogo.

Los de las bandas inversamente, apoyándose los de aceite en los otros, que como ya hemos dicho ván de firme en la pantalla.

No llevan una ni dos bombillas, sino cuatro ó más, aunque solo dos se usan generalmente. Las restantes tienen por objeto suplir á las anteriores, caso de avería.

La verdadera especialidad de esta instalación estriba en el indicador, que es una caja de madera colocada en el puente á la vista del oficial de guardia, y cuyo importantísimo papel es el siguiente:

1.º Siempre que en los faroles ocurra novedad, marcarlo en el cuadro, mediante la iluminación del cristal correspondiente.

2.º Accionar un timbre eléctrico como señal de alarma, sin perjuicio del aviso que la luz del cuadro acusa.

3.º Por medio de electro-imanes y otras piezas convenientes, permitir que si una lámpara queda fuera de circuito, sea sustituida por otra de las cuatro que el farol lleva, evitando así el que de noche se haga necesario el trabajo de reemplazo, cuya maniobra puede quedar aplazada para el día.

4.º Accionar los conmutadores, para que el oficial de guardia pueda con un simple movimiento, detener el timbre una vez dado el aviso, quedando de nuevo listo para funcionar.

El alumbrado exterior comprende además: el sistema de *señales de noche*, que en nuestra Marina militar se emplea el del malogrado Jefe D. Federico Ardois;

los *proyectores* para reconocer el horizonte é iluminar convenientemente las inmediaciones del buque, defendiéndose así del ataque de los torpederos, y por último, los *reflectores* (véase la figura 120), lámparas poderosas compuestas de 5 ó más bombillas de 30 bujías, dispuestas en el interior de un reflector cónico, que puede ser colocado, bien en la posición vertical ó ya en cualquiera otra, facilitando así la mejor forma de iluminación, y con ello las faenas de carga y descarga, hacer carbón y demás, que en determinados casos conviene ejecutar durante la noche.

En el empleo de los *reflectores* empieza á ensayarse la aplicación de la luz de arco, y el crucero francés *Le Tonnerre*, vá ya provisto de uno de esta clase, suministrado por la casa *Sautter, Harlé et C.^{te}*, con una lámpara de 25 ampéres.

Los *proyectores* los describimos en otro lugar; pero no parece ocioso dejar en este sitio consignado, que en la Marina militar de Francia, figura como reglamentación con ellos relacionada, la de que los grandes acorazados sean dotados con 6 de estos aparatos, alcanzando un diámetro de 60 centímetros.

Sobre el circuito de cada proyector, se intercala un rehostato, que absorbe el excedente de fuerza electromotriz; estos rehostatos se colocan generalmente en las proximidades del *cuadro de distribución*.

203.—P.—¿Exponer algunas consideraciones sobre los **para-rayos**?

R — Las diversas y múltiples capas concéntricas de aire que envuelven ó rodean la superficie de la tierra y cuyo conjunto constituye ó forma la atmósfera, se

encuentran generalmente á diferente potencial eléctrico.

Tan notorio es el desnivel apuntado, que en determinados momentos llega á valer 300 volts, la cifra alcanzada por metro de altitud ó elevación.

Con este dato á la vista no es de extrañar se observe en las nubes formadas por la condensación de los vapores de agua, que mientras la masa superior de la misma está á un potencial dado, la inferior llega á obtenerlo tan distinto, que su medida puede estimarse en algunos centenares de miles de volts. Es, pues, rasgo característico de la electricidad generada en la atmósfera, la altísima tensión con que se elabora.

En movimiento las nubes por el viento y con diferencia de potencial tan marcado, bien se comprende que al encontrarse unas próximas á otras, esta pequeñez de distancia puede ser causa ocasional, de que entre las mismas se efectúe cambio de electricidad ó sea una **descarga**.

Manifestación de ella para nuestros sentidos es sin duda, en primer lugar, el **relámpago** acompañado de un ruido más ó menos fuerte llamado **trueno**, y en segundo término la **chispa**, que sigue en el aire el camino que le ofrece menos resistencia; camino que depende del estado de las diversas capas atmosféricas, que al ser siempre muy desigual de unas á otras, explica satisfactoriamente la línea de *zic-zás* que marca en el cielo la derrota seguida por la misma.

Si una nube cargada de electricidad en las condiciones dichas, pasa próxima á la superficie de la tierra, se comprende perfectamente pueda efectuar su descar-

ga, dando lugar á la **caída del rayo**. El camino que sigue es siempre el que menos resistencia ofrece, y generalmente presentan menos, aquellos objetos á las nubes más inmediatos, como los lugares elevados, torres de edificios, árboles, chimeneas, etc., etc.

Determinando el pasaje de la corriente una altísima elevación de temperatura y además una extraordinaria y violenta sacudida, explícase que de los destructores efectos del rayo se trate de proteger á los edificios, que por su elevación ó situación aislada, parece se encuentran en condiciones más señaladamente indicadas para recibir la descarga.

De aquí la invención de los **para-rayos**, á Franklin debida, y cuya eficacia entendemos solo es hasta hoy de un orden muy relativo.

Fúndase la construcción de los para-rayos en dos hechos de observación, y que son los siguientes:

1.º Dos cuerpos próximos y con diferente potencial eléctrico, si uno de ellos ofrece algún saliente ó arista viva, la corriente de descarga pasa con preferencia por este saliente ó arista.

Por lo tanto, si á uno de los cuerpos se le provee de una punta delgada, la descarga se efectuará por ella.

2.º La descarga toma siempre el camino que menos resistencia le ofrece.

De la observación de estos dos principios dedúcese, que una punta delgada de materia conductora ligada al suelo por una cadena ó alambre igualmente buen conductor, facilitará el que la descarga tome su camino, defendiendo al edificio de los destructores efectos que al rayo acompañan.

Generalmente la disposición empleada á bordo para estos aparatos consiste, en colocar en la extremidad del palo una barra delgada de cobre terminada en una punta de platino; otras veces la punta de platino se suprime y se tornea la extremidad para formar un cono cuya altura sea el doble del diámetro de la barra. En uno y otro caso, la barra se liga al casco de hierro, ó al forro de cobre si el buque es de madera (la mar sirve de conductor de dimensiones indefinidas), por un cable de cobre rojo de una sección de 52 mm^2 , cuando menos, que desciende convenientemente.

M. Wholer y otras autoridades, dicen, es mejor que la sección sea de 1 c/m^2 , para que no se caliente con exceso. Si la punta no es de platino, deberá dorarse para que no se oxide.

204.—P.—¿Describir los **proyectores** utilizados en los buques?

R.—Una de las aplicaciones más importantes en la Marina, del arco voltaico, lo es sin duda la de obtener un potente haz luminoso que á grande distancia llevado, permita reconocer y examinar los objetos alejados y oscurecidos, y que sin este eficaz auxilio permanecerían invisibles para los de á bordo.

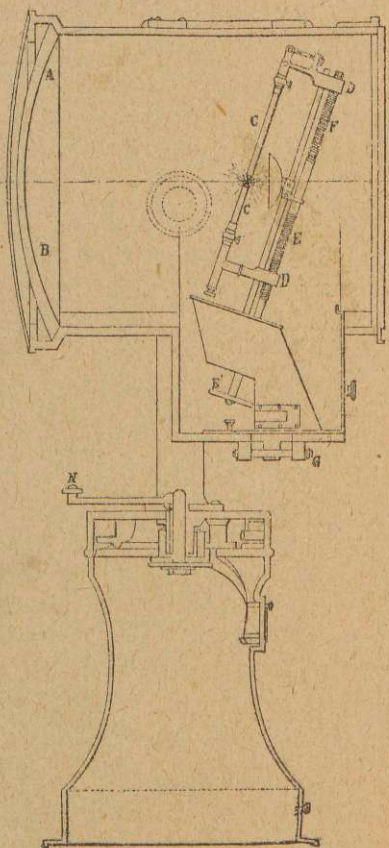
Este poderoso haz luminoso obtiéndose mediante el empleo de los proyectores, sobre cuya invención tiene prioridad el ideado por el coronel francés **Mangin**.

El que se representa en la (*fig. 121*) ofrece al exterior, la forma de una caja cilíndrica de plancha metálica, en cuyo fondo se sitúa un espejo cóncavo, cuya cara convexa está plateada. La curva de este espejo está calculada de tal modo que, situado en el focos el

arco voltaico, los radios luminosos reflejados forman un haz cilíndrico paralelo al eje del proyector. Cierra esta caja un cristal plano.

En los proyectores de 0'30 m y 0'40 m, es enterizo el cristal. En los de 0'60 m y 0'90 m, se fracciona en una serie de fajas verticales independientes las unas de las otras, á fin de que el excesivo calor que provoca la alta temperatura del arco, no llegue á producir la rotura del mismo.

Como se observa en la figura, los carbones en lugar de situarse verticalmente, se acostumbra á inclinarlos con respecto al eje del proyector. La razón es la siguiente:



(Fig. 121)

La parte más brillante del arco, es la formada por

el cráter en el carbón positivo. Colocando este carbón siempre en el soporte superior y algo hacia atrás del otro, y haciendo que ellos formen un ángulo de 60 ó 70 grados con el eje del proyector, se consigue formar un cráter cuyo plano medio es aproximadamente perpendicular al eje del proyector. Por tanteo se calcula, cual es la distancia ó separación más conveniente, que deban tener los ejes de los carbones.

El proyector se liga al manantial de electricidad, por un cable de dos conductores. Un interruptor colocado en el trayecto, permite enviar la corriente á la lámpara ó interrumpirla.

En la Marina militar de Francia, se emplean cuatro modelos.

De 0'30 m y 15 ampéres de intensidad, para torpedos de alta mar y botes de vapor.

De 0'40 m y 0'60 m, con 45 y 65 ampéres respectivamente para los buques.

Y por último, los de 0'90 m con 90 ampéres de intensidad, para la defensa de pasos determinados.

Lámparas á mano.—Hasta hace muy poco tiempo, solo se empleaba para el servicio de los proyectores, la lámpara movida á mano: es decir, la lámpara en la cual la conveniente regulación de los carbones era á mano efectuada. A este género pertenece la que se representa en la figura 121.

Los carbones C y C' están alojados en dos soportes ó porta-carbones D, D que se relacionan con una barra E F. Esta barra la forman dos tornillos, cuyos pasos están en la relación de 2 á 1, y de tal modo dispuesta, que el movimiento de la misma logra la aproximación

ó separación deseada. Si se la hace girar en un sentido, se acercan, en el opuesto, se separan.

El arco ocupa así una posición fija en el espacio, condición indispensable para los proyectores, en los cuales el arco necesariamente ha de estar siempre situado en el foco.

La lámpara es independiente del proyector y puede ser retirada á voluntad. Se sostiene en dos ranuras longitudinales, á lo largo de las cuales puede ser desplazada. Con este movimiento y el de los carbones, es como se logra la verdadera colocación del arco en el foco.

En uno de los costados de la caja metálica, se sitúa una mira con vidrio de color, para poder apreciar la distancia de los carbones. Otros llevan una caja de cobre al exterior con un volmetro colocado en derivación sobre los carbones, y señalando, por tanto, la diferencia de potencial que existe entre los mismos. La persona encargada del manejo del aparato, regula la separación de los carbones, de manera que se mantenga tan constante como sea posible la diferencia de potencial acusada por el volmetro.

205.—P.—¿Los **motores eléctricos** qué aplicación tienen en algunos vapores mercantes?

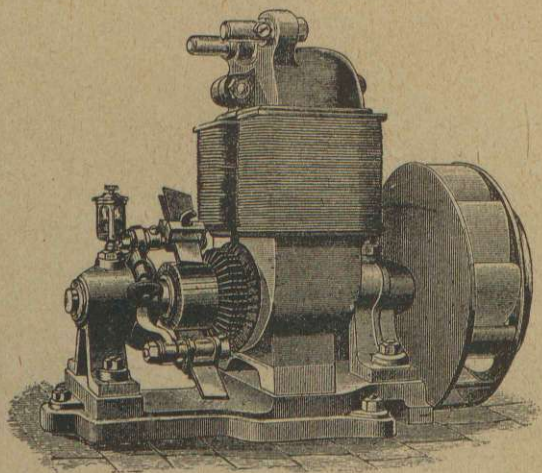
R.—La utilización más generalmente empleada, es para la ventilación de los sollados de pasaje y bodegas principales.

La (*fig. 122*) nos presenta en su forma más sencilla el aparato completo.

En conjunto se reduce á una dinamo de pequeñas dimensiones, á cuyo eje vá invariablemente ligado el ventilador de paletas ó aspas.

La reversibilidad de las máquinas ocasiona, que una corriente llegada á esta dinamo la convierta en motor, haciendo funcionar el ventilador á que está unida.

El ventilador dicho vá encerrado en una caja metálica, que por su parte superior comunica con la atmósfera para expeler el aire viciado, y por la inferior se relaciona con la tubería del departamento que se ha de ventilar y sirve para la aspiración.



(Fig. 122)

Estos tubos, generalmente de zinc, están ramificados por los sollados y bodegas y provistos de registros, mediante los cuales se establece ó interrumpe á voluntad la comunicación.

206.—P.—¿Cómo funcionan los **transmisores de órdenes** accionados por la electricidad?

R.—Los transmisores de órdenes accionados por la electricidad, están fundados en el siguiente procedimiento.

Si la instalación general del buque trabaja á un potencial de 80 volts, por ejemplo, se pueden montar en tensión dos lámparas de 40 volts cada una, entre los conductores principales de un circuito.

Generalmente en la Marina francesa estos transmisores de órdenes, se componen de una caja cilíndrica de metal con once compartimientos, para alojar igual número de lámparas que iluminan el cristal que sirve de tapa y en el que van hechas la inscripción y órdenes convenientes. Son, pues, once grupos de dos lámparas cada uno, ó veinte y dos lámparas en conjunto, las que se emplean.

El compartimiento número 12, en el que no se instala lámpara alguna, sirve para la colocación de un interruptor y timbre, montado en tensión con el del aparato receptor, á fin de que si suena uno, funcione igualmente el otro.

La parte central de la caja está ocupada por un conmutador de once direcciones, permitiendo enviar la corriente á cualesquiera de los once grupos de lámparas.

Los dos aparatos, *receptor* y *transmisor*, tan solo se diferencian en que el último carece de conmutador que es indispensable en el primero.

La manera de funcionar no puede ser más sencilla, Para transmitir una orden, por ejemplo, á la máquina, lo primero es hacer sonar el timbre en el aparato de la cubierta, sonido que debe repetirse en el receptor, por estar los dos instalados en tensión.

Tan luego el Maquinista queda advertido de que se v^{án} á comunicar órdenes, maniobra con el interruptor del timbre, y cesando de sonar ambos, en el puente conocen que el Maquinista de guardia está listo para recibir la orden. En el momento puede llevarse el conmutador al sitio que se desee, y en el aparato de la máquina se encenderá la luz correspondiente, quedando en letras luminosas puesta la orden de manifiesto.

207.—P.—¿Cómo se efectúa el **reconocimiento interior de los proyectiles** por medio de la electricidad?

Para este objeto se emplean lámparas incandescentes, cuyas bombillas tienen un diámetro inferior al orificio de los proyectiles.

Estas lámparas están montadas en la extremidad de una barra que llevan los conductores, y vá provista además de un conmutador.

Para accionar la lámpara se puede emplear, bien una batería compuesta de 8 elementos de pila de bicomato de potasa á dos líquidos, ó ya acumuladores cargados con las dinamos de los talleres.

Tanto en uno como en el otro caso, téngase en cuenta que poco después de iniciar su trabajo, la fuerza electro-motriz descende pronto, por cuya razón será conveniente poner algunos fuera de circuito para ir gradualmente introduciéndolos en línea.

208.—P.—¿En qué consisten los **estopines, cebos y encendedores** eléctricos?

R.—Los estopines y cebos eléctricos tienen por esencial fundamento, un encendedor que dá fuego á una substancia fácilmente inflamable, bien sea por medio de una chispa eléctrica ó ya valiéndose de la

incandescencia de un hilo metálico fino y resistente, colocado en contacto con ella.

En ambos casos el encendedor se compone de dos trozos de hilo aislado, entre cuyas extremidades existe, ó la solución de continuidad donde debe producirse la chispa ó el hilo resistente destinado á calentarse por el pasaje de la corriente.

Los estopines ó cebos, que utilizan el primer género de encendedor y que exigen, como es natural, corrientes de alto potencial, se llaman **cebos de tensión**; los que emplean el segundo y no requieren la alta tensión pero sí que sean los efectos de la corriente de mayor duración, denominanse **cebos de cantidad**.

209.—P.—¿Qué disposición se adopta para **disparar cañones por la electricidad**?

R.—Para provocar el disparo de un cañón por la electricidad es preciso: de un lado colocar en su lugar el estopín ó cebo eléctrico que debe inflamar la carga, y por otro relacionar esta mecha con el manantial de electricidad por el intermedio de los hilos conductores.

Si se trata de una sola carga, basta ligar las bornas del aparato á las dos extremidades del cebo para que quede formado un circuito continuo que, partiendo del manantial, recorra el estopín y venga á morir al otro terminal del aparato generador.

Si se hace uso de pila, es indispensable intercalar en el circuito un conmutador ú otro aparato cualquiera que desempeñe el mismo papel.

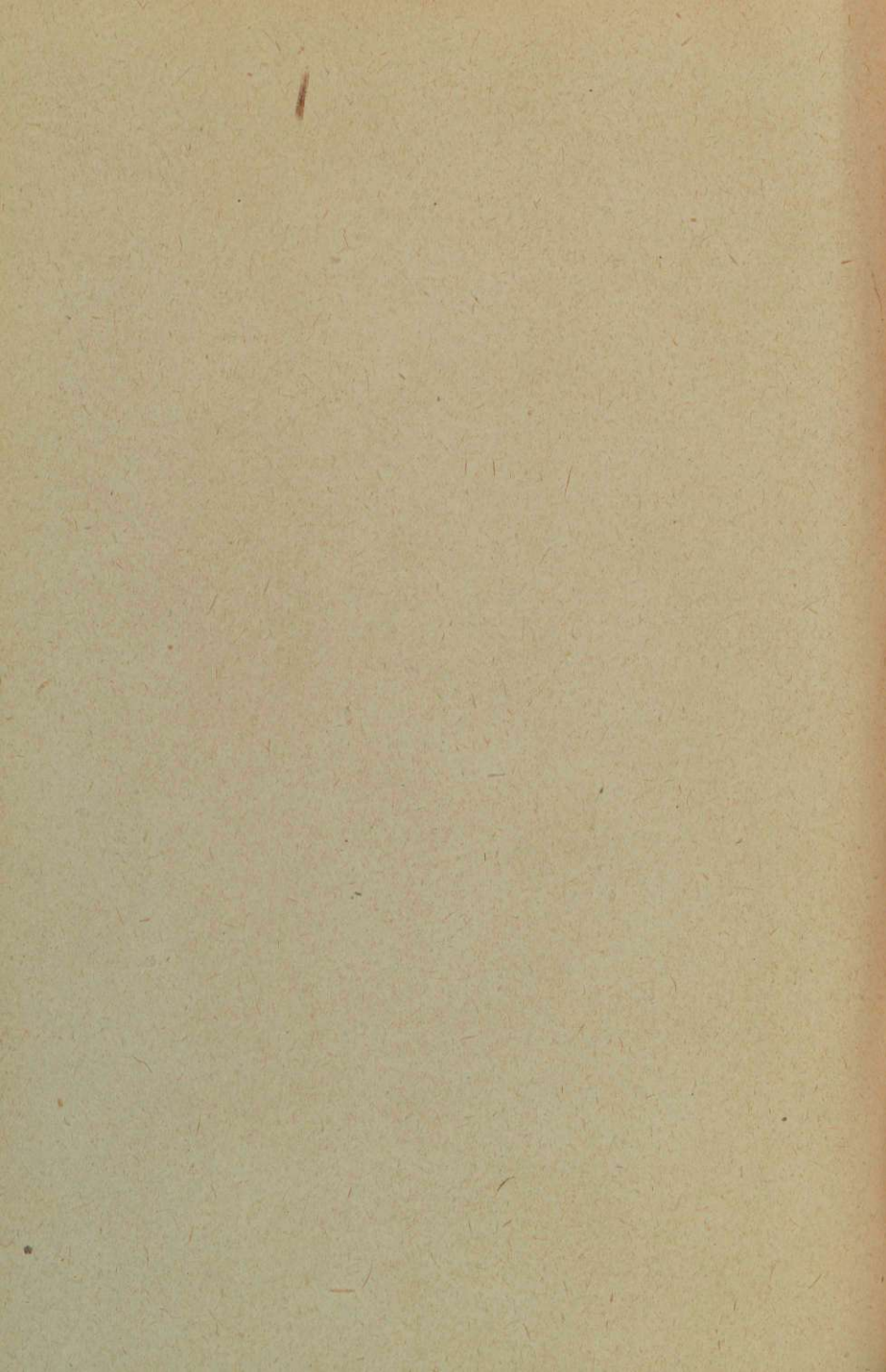
Para dar fuego á varias mechas á un tiempo con un solo manantial, se pueden emplear dos disposiciones: en série y en derivación.

En el primer caso, las mechas están instaladas con respecto al circuito como las lámparas de arco montadas en série; en el segundo, se adopta la disposición de las bombillas incandescentes.

Se puede, por último, en ciertos y determinados casos emplear circuitos mixtos, en los cuales cada derivación comprende varios estopines ó cebos dispuestos en série.

La instalación en derivación es la que preferentemente se recomienda para cuando son varias las mechas.

APÉNDICES



APÉNDICE NÚM. 1

EJERCICIOS PRÁCTICOS

1

Se tiene una fuerza electromotriz de 15 volts producida por una máquina.

Si se quisieran obtener 5 ampéres en el circuito exterior, ¿qué valor debería alcanzar la resistencia de ese circuito suponiendo nula la interior de la máquina?

Ley de Ohm

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

de donde

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

$$E = 15 \text{ volts} \quad I = 5 \text{ ampéres}$$

luego

$$R = \frac{15}{5} = 3 \text{ ohms.}$$

2

En una corriente cuya resistencia es de 20 ohms y se desea una intensidad de 6 ampéres, ¿cuál será la fuerza electromotriz necesaria?

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

$$R = 20 \text{ ohms} \quad I = 6 \text{ ampéres}$$

$$E = 20 \times 6 = 120 \text{ volts.}$$

3

Con una fuerza electromotriz de 120 volts y una resistencia de 20 ohms, ¿qué intensidad tendrá la corriente?

$$I = \frac{E}{R}. \quad E = 120 \text{ volts.} \quad R = 20 \text{ ohms}$$

$$I = \frac{120}{20} = 6 \text{ ampéres.}$$

4

¿Cuál es la potencia necesaria para que una corriente recorra un circuito de 50 ohms de resistencia y teniendo la corriente 10 ampéres de intensidad?

Determinaremos primero la fuerza electromotriz de la corriente, que es:

$$E = I \times R, \quad I = 10 \text{ ampéres,} \quad R = 50 \text{ ohms}$$

luego

$$E = 10 \times 50 = 500 \text{ volts}$$

y como

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Amper}$$

$$\text{Potencia} = 500 \times 10 = 5.000 \text{ watts.}$$

5

¿Qué resistencia ofrecerá una barra de cobre batido de 20 metros de longitud y 5 cm.² de sección?

$$R = \frac{\alpha l}{100 S} \quad (1) \quad \text{ó}$$

$$R = \frac{L}{c \times S}$$

en la pregunta de la página 13, está explicada esta fórmula:

(1) Poco usada por estar α expresada en microhms-cm.

La que le sigue sin ser tan exacta, es bastante aproximada para los cálculos. En la primera, α es la resistencia específica, y en la segunda, c representa el coeficiente de conductibilidad, que es todo lo contrario.

$$L = 20 \text{ metros}$$

$$c = 60.53$$

$$S = 5 \text{ cm}^2 = 500 \text{ mm}^2.$$

luego

$$R = \frac{20}{60.53 \times 500} = \frac{2}{3026.5} = 0.0006 \text{ ohms.}$$

6

¿Qué sección habrá que darle á una barra de cobre recocido de 50 metros de longitud para que tenga 10 ohms de resistencia?

Se tiene

$$R = \frac{L}{c \times S}$$

$$R = 10 \text{ ohms}$$

$$L = 50 \text{ metros}$$

$$c = 61.94$$

de donde

$$S = \frac{L}{R \times c} \quad y$$

$$S = \frac{50}{10 \times 61.94} = \frac{5}{61.94} = 0.08 \text{ mm}^2$$

7

¿Qué longitud deberá dársele á una barra de cobre recocido, cuya sección es de 0.08 mm² para que tenga 10 ohms de resistencia?

Se tiene

$$R = \frac{L}{c \times S}$$

$$R = 10 \text{ ohms}$$

$$S = 0.08 \text{ mm}^2$$

$$c = 61.94$$

$$L = R \times c \times S$$

$$L = 10 \times 61.94 \times 0.08 = 49.552 \text{ metros.}$$

8

Se tiene una barra de cobre de 10 cm² de sección y se desea una

resistencia de 5 ohms, ¿qué longitud deberá tener la barra?

$$R = \frac{L}{c \times S}$$

$$R = 5 \text{ ohms}$$

$$c = 61.94$$

$$S = 10 \text{ cm}^2 = 1.000 \text{ mm}^2$$

$$L = R \times c \times S$$

$$L = 5 \times 61.94 \times 1.000 = 309.700 \text{ metros.}$$

9

Se desea obtener una resistencia de 10 ohms con una longitud de 100 metros y una sección de 2 mm², ¿qué metal deberemos emplear?

$$R = \frac{L}{c \times S} \text{ y por tanto}$$

$$c = \frac{L}{R \times S}$$

$$L = 100 \text{ metros}$$

$$R = 10 \text{ ohms}$$

$$S = 2 \text{ mm}^2$$

Y como los coeficientes de conductibilidad de los metales más generalmente empleados son:

Cobre recocido	61.94
> batido	60.53
Hierro recocido	10.18
Plomo	5.04
Maillechort	4.73

es, pues, el plomo ó el maillechort el metal que convendrá emplear, si bien más aproximadamente el primero de los nombrados.

10

Un hilo de cobre que tiene 1 mm² de sección, ¿de qué diametro será?

$$S = \pi r^2 = 1$$

r = radio expresado en milímetros.

La operación aritmética para hallar el valor de r, y por tanto,

el del diámetro, que es lo que se pide, es desde luego algo complicada y no breve. En la práctica se efectúa de la siguiente manera:

En la Tabla que al final de la **Cartilla** se inserta sobre conductores, está anotada la sección de los mismos y el diámetro equivalente. A esta Tabla acudiremos encontrando en ella:

Que á una sección de $1'02 \text{ mm}^2$ corresponde $1'14$ de diámetro
 Y á > > > $0'95$ > > > $1'1$ > >

Y como entre estas dos secciones está comprendida la propuesta, deberemos tomar $1'1$ como el diámetro en milímetros buscado.

11

Un hilo de cobre de $7'07 \text{ mm}^2$ de sección, ¿qué diámetro tendrá?

En la Tabla dicha está esta sección con sus cifras exactas y corresponde á un diámetro en mm. de $3'0$.

12

Un conductor de cobre de $3'2 \text{ mm}^2$ de diámetro, ¿qué sección tendrá en el supuesto de que ésta sea cilíndrica?

Como en esta operación aritmética no hay que extraer raíces y es, por tanto, más sencilla, lo preferible es realizarla con exactitud.

Así, pues, siendo

$$S = \pi r^2$$

tendremos

$$S = 3'1416 \times 2'56 = 8'04 \text{ mm}^2.$$

Por la Tabla hubiéramos visto, que el diámetro $3'2$ estaba comprendido entre $3'0$ y $3'4$ y por consiguiente, el valor aproximado de la sección correspondiente sería el promedio entre $7'07$ y $9'08$ ó $8'07$.

13

Se desea saber qué resistencia total se puede obtener con 6 resistencias parciales de 5 ohms cada una, según que se monten en tensión ó en cantidad.

En tensión las resistencias se suman.

La resistencia total será, pues, de

$$6 \times 5 = 30 \text{ ohms.}$$

En cantidad el valor de cada resistencia se divide por el número de ellas. Se tiene, pues,

$$\frac{5}{6} \text{ de ohm}$$

para resistencia total.

14

Una corriente de 10 ampéres ha funcionado durante 5 minutos, ¿qué cantidad de electricidad ha suministrado?

Tenemos la fórmula

$$Q = I \times t.$$

$$I = \text{intensidad} = 10 \text{ ampéres}$$

$$t = \text{tiempo} = 300 \text{ segundos}$$

luego

$$Q = 10 \times 300 = 3.000 \text{ coulombs.}$$

15

La resistencia conocida entre dos puntos de un circuito siendo de 4 ohms, el amperómetro marca 6 ampéres, ¿cuál es la diferencia de potencial entre los dos puntos?

Tenemos

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

ó

$$E = I \times R$$

de donde

$$E = 6 \times 4 = 24 \text{ volts.}$$

16

¿Cuál es el trabajo absorbido por una lámpara incandescente durante 10 horas, consumiendo 0.75 de ampére con una diferencia de potencial de 100 volts?

$$\text{Watts} = \text{Volts} \times \text{Ampéres}$$

sustituyendo

$$\text{Watts} = 0.75 \times 100 = 75$$

y en 10 horas

$$75 \text{ watts} \times 10 \text{ horas} \times 3.600 \text{ segundos} = 2.700.000 \text{ watts segundos}$$

Si el trabajo se quiere expresar en kilogrametros, será igual á

$$\frac{2.700.000}{9.81} = 275.229.35 \text{ kilogrametros} = \text{segundo}$$

17

Una máquina debe suministrar 200.000 watts ó 200 kilowatts, que es como generalmente se enuncia, ¿cuál será el número de ampéres que debe producir en el caso de que el voltaje sea 50 y si fuese 100?

Primer caso:

$$\begin{aligned} \text{Potencia} &= 200 \text{ kilowatts} \\ \text{Volts} &= 50 \end{aligned}$$

Tenemos

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampére}$$

luego

$$200.000 = 50 \times \varphi$$

y

$$\varphi = \frac{200.000}{50} = 4.000 \text{ ampéres}$$

Segundo caso:

$$\begin{aligned} \text{Potencia} &= 200 \text{ kilowatts} \\ \text{Volts} &= 100 \end{aligned}$$

Tenemos

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampére}$$

luego

$$200.000 = 100 \times \varphi$$

y

$$\varphi = \frac{200.000}{100} = 2.000 \text{ ampéres}$$

18

Una máquina que trabaja en una red de tres hilos siendo sus

características 230 volts y 300 ampères, ¿cuál será su potencia?

$$\text{Watts} = \text{Volts} \times \text{Ampère}$$

$$\text{Volts} = 230$$

$$\text{Ampère} = 300$$

luego

$$\text{Watts} = 230 \times 300 = 69.000$$

ó

$$69 \text{ kilowatts.}$$

19

Una máquina produce 500 ampères y 100 volts, ¿cuál es su potencia en kilowatts y en caballos?

La potencia es de

$$500 \text{ ampères} \times 100 \text{ volts} = 50.000$$

ó

$$50 \text{ kilowatts}$$

y si se quiere expresar en caballos será

$$\frac{50.000}{736} = 67^{\circ}9 \text{ caballos.}$$

20

Una máquina de 500 kilowatts exige para su excitación una diferencia de potencial de 100 volts y 50 ampères, ¿se pregunta cuál es la potencia gastada en excitarse y en qué relación está este gasto con la producción total?

$$\text{Watts} = \text{Volts} \times \text{Ampères}$$

luego

$$100 \times 50 = 5.000 \text{ watts}$$

que es la potencia gastada

Y 5 kilowatts con relación á 500, es el 1 por 100.

21

Una lámpara incandescente tiene una resistencia de 150 ohms,

¿cuál será la resistencia de 10 lámparas, según que las instalemos en tensión ó en cantidad?

En tensión la resistencia total será de

$$10 \times 150 = 1.500 \text{ ohms,}$$

y en cantidad

$$\frac{150}{10} = 15 \text{ ohms.}$$

22

En un circuito de alumbrado instalamos 400 lámparas de 16 bujías en la forma acostumbrada de derivación, ¿cuál será la resistencia del circuito por el solo concepto del número de lámparas é independiente de las demás resistencias y en el supuesto de que la de una lámpara es de 200 ohms?

$$\text{Resistencia total} = \frac{\text{Resistencia de una}}{\text{número}}$$

ó

$$R = \frac{200}{400} = 0.5 \text{ ohms.}$$

23

Un circuito contiene 20 lámparas de arco instaladas en série, ¿cuál será la resistencia total por el solo concepto de las lámparas, sabiendo que la de una son 20 ohms?

$$\text{Resistencia total} = \text{Resistencia de una} \times \text{Número}$$

luego

$$R = 20 \times 20 = 400 \text{ ohms.}$$

24

Se instalan 400 lámparas incandescentes de 16 bujías colocándolas en derivación por grupos de 2, ¿cuál será la resistencia por el solo concepto de las lámparas?

Serán 200 grupos en derivación; cada uno de 2 lámparas en série.

La resistencia de cada grupo será el doble de la de una lám-

para ó sean 400 ohms. Luego la resistencia total se determinará como en el ejemplo 23, y tendremos

$$R = \frac{400}{200} = 2 \text{ ohms.}$$

Todo en el supuesto de ser 200 la resistencia de una lámpara de las condiciones dichas.

25

Una lámpara incandescente exige para su funcionamiento 100 volts y 0'5 ampéres, ¿cuál será su resistencia?

Se tiene

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

de donde

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

$$E = 100 \text{ volts} \quad I = 0'5 \text{ ampéres}$$

luego

$$R = \frac{100}{0'5} = 200 \text{ ohms.}$$

26

Una lámpara de arco tiene una resistencia de 20 ohms, ¿cuál será la resistencia de 10 lámparas en derivación ó cantidad?

Se tiene

$$\frac{20}{10} = 2 \text{ ohms.}$$

27

Dos lámparas de arco de 5 ampéres requieren una diferencia de potencial de 110 volts para funcionar, ¿cuál será la resistencia de cada una de ellas?

Se tiene

$$I = \frac{E}{R} \text{ de donde } R = \frac{E}{I}$$

y por consiguiente

$$R = \frac{E}{I} = \frac{110}{5} = 22 \text{ ohms}$$

para las dos lámparas y

11 ohms para cada una.

28

Con una diferencia de potencial de 110 volts, se desea alimentar 100 lámparas incandescentes de 16 bujías y 10 lámparas de arco de 500 bujías, ¿cuál será la intensidad necesaria?

Una lámpara incandescente de 16 bujías, á 4 watts por bujía, consume 64 watts.

Luego 100 lámparas incandescentes de 16 bujías, consumirán 6.400 watts.

A 110 volts, la intensidad será de $\frac{6.400}{110} = 58.1$ ampéres. Una lámpara de arco de 500 bujías á 1 watt por bujía consume 500 watts.

Luego 10 lámparas de arco de 500 bujías, consumirán 5.000 watts.

A 110 volts, la intensidad será de $\frac{5.000}{110} = 45.45$ ampéres.

La disposición que se dé á estas 10 lámparas de arco, instalándolas en derivación en grupos de 2 ó todas en serie, originará que el consumo sea de la mitad de lo calculado, ó del total.

29

Suponiendo que las lámparas incandescentes de 16 bujías consuman por bujía 3.5 watts y trabajen al potencial de 220 volts, ¿qué intensidad necesitan 1.000 lámparas de esas condiciones?

$$\text{watts} = \text{volts} \times \text{ampéres}$$

ó

$$\frac{\text{watts}}{\text{volts}} = \text{ampéres}$$

$$E = I \times R$$

y como

$$R = \frac{L}{c \times S}$$

sustituyendo esta segunda fórmula en la primera

$$E = \frac{I \times L}{c \times S}$$

y por tanto

$$S = \frac{I \times L}{c \times E}$$

I = intensidad = 32.

L = longitud en metros = 10.

c = coeficiente conductibilidad = 61'94

E = pérdida de tensión = 2.

luego

$$\text{Sección } \text{ó } S = \frac{32 \times 10}{61'94 \times 2} = 2'5 \text{ mm}^2.$$

Pero como empleando un cable de esta sección, la densidad de corriente por mm^2 sería de 12 amperes, lo cual es arriegado, tomaremos un cable ó hilo de 8 mm^2 para que solo pasen 4 amperes por mm^2 . De este modo se asegura no llegar á los 2 volts de pérdida y se evita el peligroso recalentamiento del cable ó hilo.

En la práctica, este problema solo aquí presentado como ejercicio, se resuelve prontamente haciendo uso de las Tablas sobre conductores que todos los libros de Electricidad insertan.

32

Expresar en kilowatts y caballos la potencia necesaria para una instalación de 1.000 lámparas incandescentes de 100 volts y 0'6 amperes.

Una lámpara de 100 volts y 0'6 amperes, consume

$$100 \times 0'6 = 60 \text{ watts}$$

luego 1.000 lámparas consumirán

60 kilowatts

y como el caballo

1 caballo = 736 watts,

la potencia expresada en caballos será

$$\frac{60.000}{736} = 81'52 \text{ caballos.}$$

33

¿Cuál será el trabajo total producido en 24 horas por una Central que con la diferencia de potencial de 100 volts suministra corriente de 10 ampéres desde media noche á las 4 de la tarde, 50 ampéres desde las 4 á las 6, 100 ampéres desde las 6 hasta las 11 de la noche, y 60 desde las 11 hasta media noche?

Desde media noche á 4 de la tarde el trabajo producido es:
 100 volts $\times$ 10 ampéres $\times$ 16 horas. = 16.000 watts horas

De 4 tarde á 6:

100 volts $\times$ 50 ampéres $\times$ 2 horas . = 10.000 > >

De 6 á 11 noche:

100 volts $\times$ 100 ampéres $\times$ 5 horas. = 50.000 > >

De 11 á 12 noche:

100 volts $\times$ 60 ampéres $\times$ 1 hora . = 6.000 > >

Suma total. = 82.000 watts horas

6

82 kilowatts horas

6

$$\frac{82.000}{736} = 111 \text{ caballos horas}$$

34

¿Cuántos acumuladores son necesarios para alimentar 25 lámparas incandescentes instaladas en derivación y exigiendo cada una 65 volts y 0'98 ampéres?

Como fuerza electro-motriz será conveniente contar con un 10 por 100 más de la exigida por las lámparas, en atención á la resistencia que pueden ofrecer los conductores. Así pues, la estimamos en 71 volts.

La intensidad será

$$0.98 \times 25 = 24.5 \text{ ampéres}$$

Elijamos un tipo de acumulador tal como el Philippart, número 1, con 25 ampéres á la descarga.

Si asociamos 36 en tensión, tendremos 72 volts en el supuesto de que cada elemento dé 2 volts. Pero será conveniente contar con 4 más para irlos asociando si la fuerza electro-motriz desciende de esta cifra.

Necesitaremos, pues, 40 elementos del tipo dicho, con lo que obtendremos acoplados en la forma descrita, una corriente adecuada á las lámparas por el concepto de fuerza electro-motriz é intensidad, y con una capacidad de 150 ampéres-hora, lo que permite 6 horas de alumbrado á la descarga dicha de 25 ampéres.

35

Una Central de 125 lámparas de 16 bujías y 10 arcos de 5 ampéres funciona á razón de 10 ampéres desde las 12 de la noche á las 5 de la madrugada, y desde las 8 de la noche hasta las 12. De 5 á 8 de la noche el régimen es de 100 ampéres y 100 volts.

Se desea calcular una batería de acumuladores para evitar que la máquina funcione de día. ¿Cuál será la duración de la carga?

A el régimen de 10 ampéres trabaja la Central 21 horas según los datos expresados, y exige, por tanto, 210 ampéres-horas útiles, para que la máquina no funcione.

Así, pues, una batería de acumuladores con capacidad de 262 ampéres-horas, toda vez que el rendimiento no es más que el 80 por 100, satisfaría la necesidad cumplidamente.

Poniendo la máquina en movimiento á las 2 de la tarde, que solo son necesarios 10 ampéres, 90 ampéres irían á la carga de los acumuladores y los otros 10 al alumbrado. Y como quiera que hasta las 4 no se entra en el régimen de los 100, contaríamos con 3 horas de carga de los acumuladores, á razón de 90 por hora, ó sea un total de 270 ampéres-hora, que es con exceso lo necesario.

36

Una Central funciona 4 horas diarias; las dos primeras con 20

ampéres y las otras dos con 60. La máquina puede producir 100 volts y 100 ampéres. ¿Cuál será la manera práctica y utilitaria de emplear una batería de acumuladores?

Pues bastará hacer funcionar la máquina durante las dos primeras horas á 100 ampéres.

Tendremos así 20 ampéres empleados en el alumbrado y otros 80 en la carga de los acumuladores, que en las dos horas de carga nos producirán 160 ampéres-hora.

Y como los ampéres-horas que nos precisan en las dos segundas horas son 120, los acumuladores serán suficientes para atender al alumbrado y no habrá necesidad de que funcione la máquina durante ellas, siendo ese el momento indicado para pararla.

37

Una Central de 500 lámparas de 16 bujías ha de funcionar 6 meses á razón de 8 horas diarias y otros 6 á 5 horas, con el número total de lámparas encendidas. Calcular los consumos al año de carbón, valvulina y grasas.

Una lámpara de 16 bujías, á razón de 4 watts por bujía, consume 64 watts, luego:

500 lámparas de 16 bujías, consumirán 32.000 watts.

Como son 6 meses de ocho horas y otros 6 de 5, es lo mismo que si todos los días del año funcionara el alumbrado á razón de 6'5 horas. Por tanto

$$365 \text{ días} \times 6'5 \text{ horas} \times 32.000 \text{ watts.}$$

será el consumo de energía eléctrica en el año, ó

$$75.920.000 \text{ watts-horas}$$

ó

$$75.920 \text{ kilowatts-horas.}$$

Siendo los consumos medios de:

Carbón	—	5	kilogramos por kilowatt-hora útil
Valvulina	—	0'008	" " " "
Grasas	—	0'005	" " " "

tendremos consumo total al año.

$$\begin{aligned}\text{Carbón} &= 75.920 \times 5 = 379 \text{ toneladas} \\ \text{Valvulina} &= 75.920 \times 9'008 = 607 \text{ kilogramos} \\ \text{Grasas} &= 75.920 \times 0'005 = 379\end{aligned}$$

38

Una instalación de 100 lámparas de 16 bujías y 50 arcos de 10 ampéres (2 en tensión sobre 110 volts), debe funcionar durante seis meses en invierno á razón de cinco horas por noche, y en verano otros seis meses á razón de tres. Calcular los gastos durante los seis meses de verano y los seis de invierno en carbón, valvulina y grasas.

Una lámpara de 16 bujías consume

$$64 \text{ watts.}$$

100

$$6.400 \text{ watts.}$$

2 lámparas de arco de 10 bujías consumen

$$110 \times 10 = 1.100 \text{ watts.}$$

50 lámparas de arco de 10 ampéres consumirán

$$1.100 \times 25 = 27.500 \text{ watts}$$

Durante los seis meses de invierno la producción total será:

INCANDESCENCIA

$$\begin{aligned}6.400 \text{ watts} \times 30 \text{ días} \times 6 \text{ meses} \times 5 \\ \text{horas.} \dots\dots\dots = 5.760.000 \text{ vatts-horas}\end{aligned}$$

ARCOS

$$\begin{aligned}27.500 \text{ watts} \times 30 \text{ días} \times 6 \text{ meses} \times \\ 5 \text{ horas.} \dots\dots\dots = 24.750.000 \text{ watts-horas}\end{aligned}$$

$$\text{Que suman} \dots\dots = 30.510.000$$

ó

$$30.510 \text{ kilowatts-horas}$$

Durante los seis meses de verano la producción total será:

INCANDESCENCIA

$$6.400 \times 30 \times 6 \times 3 = 3.456.000 \text{ watts-horas}$$

ARCOS

$$27.500 \times 30 \times 6 \times 3 = 14.850.000 \text{ watts-horas}$$

$$\text{Que suman . . .} = 18.306.000 \quad \rangle$$

6

18.306 kilowatts-horas

CONSUMOS EN INVIERNO

$$\text{Carbón .} = 30.510 \times 5 = 152.550 \text{ kilogramos}$$

$$\text{Valvulina.} = 30.510 \times 0.008 = 244 \quad \rangle$$

$$\text{Grasas.} = 30.510 \times 0.005 = 152 \quad \rangle$$

CONSUMOS EN VERANO

$$\text{Carbón .} = 18.306 \times 5 = 91.530 \text{ kilogramos}$$

$$\text{Valvulina.} = 18.306 \times 0.008 = 146 \quad \rangle$$

$$\text{Grasas.} = 18.306 \times 0.005 = 91 \quad \rangle$$

APÉNDICE NÚM. 2

RECETAS Y NOTAS
DE UTILIDAD PARA LOS ELECTRICISTAS

1.—**Aluminio.**—Su poca densidad permite aplicarlo á la construcción de piezas ligeras. Está siendo objeto de continuados estudios para ver si se alcanza emplearlo como material de conductores aleándolo con otros.

2.—**Barniz resistente á los ácidos.**—Se calienta el barniz de alquitrán á 70° y se añade un 100 por 100 de cal hidráulica y cemento romano ó cemento Portland, deniendo cuidado de agitarlo durante la operación.

3.—**Barniz para papel aislador.**—Se disuelve una parte de balsamo del Canadá en dos partes de esencia de trementina. Se calienta ligeramente y se le filtra antes de enfriarse.

4.—**Barniz rojo.**—Se utiliza para interior de bobinas, galvanómetros metálicos, etc., etc.

Se hace disolver lacre en alcohol á 90 grados y se aplica con pincel en frío, dando cuatro ó cinco capas sucesivas hasta obtener en la pasta el espesor deseado.

Es siempre mucho más ventajoso aumentar el número de capas, que no espesar con exceso el barniz.

5.—**Bronce silicioso.**—Está formado ó compuesto de cobre y estaño. El silicio interviene en su fabricación sin influir en sus cualidades mecánicas, pero como es muy buen conductor, disminuye su resistencia.

6.—**Cobre.**—Después de la plata, es el mejor conductor y el más principalmente empleado en la industria. Los hilos aéreos,

cables subterráneos y submarinos y el enrollamiento de todos los carretes, están hechos con este metal.

7.—**Composición de Chatertón.**—Se elabora con los siguientes elementos:

Brea de Stokolmo.	1 parte
Pez griega	1 —
Gutapercha	3 —

8.—**Cemento Siemens.**

Limadura de hierro ó hierro oxidado	12 partes
Azufre	100 —

9.—**Cemento para aisladores.**—Azufre, plomo ó yeso blanco, mezclado con un poco de cola para impedir su endurecimiento demasiado rápido.

10.—**Cautchouc vulcanizado.**—Mezcla de cautchouc y azufre.

11.—**Cautchouc ó Caucho.**—Goma elástica que existe ó se encuentra en algunos árboles y plantas especiales de los países tropicales y en estado de disolución.

Tal como se recoje llámase *goma virgen*. Calentada y mezclada con azufre se dice está *vulcanizada*. Añadiéndole de esta última sustancia cantidad bastante se la hace muy dura, y si se la dá color negro recibe entonces el nombre de *ebonita*: el de *vulcanista* cuando se nos presenta con el color rojo, facilmente alcanzado mediante el empleo del bermellón ú otra materia colorante.

Así como la goma elástica se endurece al mezclarla en la forma dicha, es fácil disolverla en la esencia de trementina, bencina, cloroformo, eter y otros líquidos: pero siempre en el bien entendido de que se trata de disolver la goma sin mezcla de azufre.

12.—**Conservación de las chimeneas de planchas.**—Las chimeneas de planchas de hierro ó acero tienen el inconveniente de exigir un entretenimiento cuidadoso si se le quiere evitar que al poco tiempo de puestas en uso, la oxidación las destruya.

El *America Artisan* aconseja pintarlas con coaltar y enseguida llenarlas de virutas, á las cuales se les pega fuego. El alquitrán arde y se calcina llenando los poros del metal y formando una capa ligera de carbón adherente que impide todo contacto con el aire y humedad.

Se cita el caso de una chimenea á la cual se aplicó este procedimiento preservativo, y no hubo necesidad durante cinco años de gastar nada en su entretenimiento.

13.—**Composición de Clark.**—Para recubrir la armadura de los cables se emplea la siguiente:

Pez mineral.	65 ptas.
Sílice	30 —
Alquitrán	5 —

14.—**Calorías producidas por la Combustión:**

De 1 kilogramo de madera de tilo.	3.460
— — — — haya	3.375
— — — — encina	3.300
— — — — pino	3.037
— — turba.	4.800 á 5.600
— — lignito	6.000 á 7.500
— — hulla seca	8.000 á 8.500
— — hulla grasa de llama corta	9.300 á 9.600
— — antracita	9.000 á 9.400
De 1 m ³ de gas del alumbrado	4.719 á 5.425

15.—**Consumo de zinc en las pilas.**—Está representado por la siguiente fórmula:

$$p = \frac{893}{n}$$

p = consumo en gramos; n = f. e. m., media de la descarga. El consumo real es doble del teórico.

16.—**Ebonita.**—Un compuesto de goma y azufre. Se somete á una presión de 1 ó 5 atmósferas y temperatura de 75 grados centígrado. Puede afectar la forma que se desea, prestándose, por tanto, á la construcción de toda clase de aparatos de materia aislante.

Para conservarla en buen estado, debe lavarse con una disolución de amoníaco y tratarse con un poco de petróleo.

17.—**Gutapercha.**—Jugo lechoso endurecido de un árbol llamado *Isonandra gutta*, que crece en la península de Malaca y en las islas de la Malasia. Se emplea mucho como aislador ó para formar mezclas aisladoras.

La gutapercha de buena calidad no debe romperse por los

martillazos: debe recobrar rápidamente su forma y soportar mucho más de trescientas veces su peso.

18.—**Hierro.**—Se emplea en las líneas telegráficas aéreas después de cubierto con una capa de zinc.

Se obtiene de este modo el **hierro galvanizado**, así nombrado, porque la capa con que se cubre para defenderlo de la humedad se deposita en su superficie, mediante el empleo de la galvanoplastia.

19.—**Hacer impermeables los muros de ladrillos.**—El procedimiento Sylvestre para hacer impermeables las paredes de ladrillos al agua, lo que puede ser muy interesante en determinadas instalaciones, consiste, en bañarlas alternativamente con una solución de 300 gramos de jabón en un litro de agua y una solución de 200 gramos de alumbre en 4 litros de agua.

Antes de encalarlas con esta composición, se secan y limpian las paredes.

La primera solución se aplica con un pincel en estado casi hirviendo, y cuando ya ha secado se dá la segunda á la temperatura de 16 á 22 centígrados.

Al cabo de las 24 horas puede repetirse esta doble operación, que dura el número de días necesarios hasta asegurarse que la impermeabilidad deseada se ha conseguido.

20.—**Impermeabilidad del cuero.**—Para obtenerla, se prepara una solución de 30 gramos de cautchouc en medio litro de esencia de trementina, y por espacio de ocho días se pinta con esta composición, hasta que el cuero no absorbe más.

21.—**Latón.**—Se emplea para terminales y piezas fijas y móviles de los cuadros de distribución.

El no oxidarse fácilmente y su relativa dureza, son las condiciones que determinan sus aplicaciones á las industrias eléctricas.

22.—**Maillechort.**—Es una aleación compuesta de 50 partes de cobre, 25 de níquel y 25 de zinc.

Con la variación de temperatura apenas si se modifica su resistencia, cualidad que lo hace muy aceptable para rehostatos.

23.—**Mica.**—Este mineral trasparente es abundante, pero escasea mucho el estimado como de condiciones apropiadas para las aplicaciones de la electricidad.

Alemania, Suecia, Rusia, el Africa Oriental y la India, lo producen. Pero el de Alemania y Suecia no es consistente, y carece, por tanto, de gran valor para su empleo electrotécnico.

En el comercio se encuentra en pedazos de pequeñas dimensiones, y esta circunstancia más especialmente es la que ha dado lugar á la fabricación de la **micanita**, compuesta de hojas delgadas de mica natural sometidas á tratamiento, hasta obtener una pasta del espesor deseado para la fabricación de las piezas á cuya confección se aspira.

24.—**Madera.**—Para hacer incombustible la madera de los rehostatos, interruptores, etc., etc., se hace cocer en agua con la mezcla siguiente:

Protocloruro de manganeso.	30
Acido fosfórico	20
Acido bórico	10
Cloruro de magnesio	12
Clorhidrato de amoniaco	25

25.—**Mastic resistente al calor y á los ácidos.**

Azufre	100 partes
Sebo	2 —
Resina	2 —

26.—**Mecheros de gas.**—El consumo de los varios tipos es como sigue:

Circular con tubo de cristal

Con 20 agujeros, consumo por hora.	160 litros
— 40 — — — — —	180 —
— 80 — — — — —	200 —

Con camiseta incandescente y tubo de cristal

Núm. 1, consumo por hora.	55 litros
— 2, — — — — —	75 —

27.—**Mercurio.**—Para asegurar contactos entre piezas móviles, tiene mucha aplicación. También para medidas de resistencia.

28.—**Orín.** (Oxido de hierro).—Para quitar el orín en las piezas de hierro:

Se sumerjen en una solución de cloruro de estaño durante varias horas.

Una vez fuera del baño, se enjuagan en agua, después en amoniaco, y por último, se secan.

Otro procedimiento: Frotarlos con la siguiente composición:

Cianuro de potasio	15
Jabón blando.	15
Blanco de Mendon.	30
Agua, hasta obtener consistencia pastosa. —	

29.—**Plata.**—Lo dúctil y grado crecido de su conductibilidad le dán merecida preferencia para determinados usos, que por otro lado limita su elevado precio.

30.—**Platino.**—El subido grado de calor que su fusión requiere y el ser inoxidable, lo hacen muy adaptable para contactos y uniones en que deben soportarse altas temperaturas.

31.—**Purificación del ácido sulfúrico.**—Por cada litro del ácido que se quiere purificar, se agregan 4 ó 5 centímetros cúbicos de aceite de oliva y se agita. Los cuerpos extraños se precipitan y después se decanta el líquido.

32.—**Pez griega ó colofonia.**

Resina parda	2
Cera amarilla ó parafina	1

33.—**Para-rayos.**—Para orientar las puntas de un para-rayos cuando no se dispone de brújula y sí de un reloj de bolsillo, bastará colocar la esfera horizontal y en forma que el horario se dirija ó apunte al sol. El punto medio entre dicha aguja y la hora XI, será el que corresponde al **Sur** de la brújula, y fácilmente se obtiene el **Norte** al considerar el opuesto.

34.—**Potencia luminica.**—El cristal según como esté preparado absorbe la siguiente potencia luminica.

Cristal claro	10	por	100	de	luz
— esmerilado	30	—	—	—	—
— opal	60	—	—	—	—

Los colores en mayor proporción.

35.—**Pasta para cubrir los hilos de los electro-ímanes.**

Los grandes electro-ímanes están generalmente formados por hilo de cobre recubierto de una doble capa de algodón.

Se endurece la capa exterior bañándola en frío con un barniz espesado con goma laca.

Con la ayuda de un ascua de carbón de madera caliéntase esta capa y únese más fuertemente.

Después, con piedra pomez se la pulimenta y últimamente se barniza.

36.—**Relojes (Desimantación de los)**—Para desimantar un reloj se aproxima á los inductores de una dinamo y se le aleja lentamente, haciéndolo girar con rapidez entre las manos y en todos sentidos.

Los relojes que emplea el personal de las Fábricas de Electricidad deben estar protegidos.

Basta para ello encerrarlos en una caja de hierro ó reemplazar la espiral de acero por una de paladium.

37.—**Soldaduras en aparatos eléctricos.**—Deben emplearse partes iguales de estaño y plomo. Nunca se hará uso de ácidos ni de cloruro de zinc. Estos líquidos no llegando á desaparecer completamente, acaban por corroer el metal.

En la madera y en la ebonita el cloruro de zinc no se seca nunca y compromete, por tanto, su aislamiento.

Siempre se debe hacer uso de la resina.

38.—**Tornillos.**—Para aflojar un tornillo enmohecido, se calienta la cabeza del mismo antes de actuar con el destornillador, valiéndose de una barra de hierro candente.

39.—**Vapores porosos.**—Para probar la porosidad de los vasos que tienen aplicación en las pilas, se les llena con agua destilada á la temperatura de 14 grados centígrado. En las 24 horas deben filtrar el 15 por 100 de su contenido.

40.—**Vapores ácidos.** (Supresión de ellos en las pilas).—Basta cubrir la batería con una lijera tela de algodón.

APÉNDICE NÚM. 3

TABLA I

UNIDADES PRÁCTICAS ELECTRO-MAGNÉTICAS

Medidas	Unidad práctica	VALOR Ó EQUIVALENCIA
Resistencia	Ohm	Resistencia de una columna de mercurio de 106 c/m de altura y una sección de 1 m/m cuadrado. Equivale á la de 100 m. de hilo de hierro telegráfico de 4 m/m de diámetro.
Fuerza electromotriz	Volt	Equivale aproximadamente á la fuerza electro-motriz de 1 elemento de pila Daniell.
Intensidad	Ampére	Intensidad de la corriente producida por 1 volt en un conductor cuya resistencia es 1 ohm.
Cantidad	Coulomb	Intensidad de la corriente que deposita 4 gramos de plata por hora en la electrolisis del azotato de plata.
Capacidad	Farad	Cantidad de electricidad que con la intensidad de 1 ampére recorre en 1 segundo la sección de un conductor.
Trabajo eléctrico	Youle	Capacidad de un condensador que contiene 1 coulomb cuando la diferencia de potencial de sus armaduras es de 1 volt.
Potencia	Watt	Energía calorífica producida en 1 segundo por una corriente de 1 ampére en un conductor de 1 ohm de resistencia.
		Potencia ó trabajo de 1 joule por segundo.
		El producto de 1 volt por 1 ampére.
		Es 1/20 del patrón absoluto para medir la luz.
Luz	Bujía decimal	Este patrón es la cantidad de luz emitida por 1 centímetro cuadrado de platino fundido en su punto de solidificación.
		La bujía decimal equivale á 1/10 de la lámpara Carcel, que anteriormente era en Francia el patrón.

T A B L A I I**Resistencia de algunos metales á 0° centígrado**

N O M B R E S	Resistencia á 0° de un hilo de 1 metro longitud y un milímetro diámetro
	<i>Ohms.</i>
Plata recocida	0,01899
Plata batida	0,02062
Cobre recocido	0,02017
Cobre batido	0,02063
Oro recocido	0,02598
Oro batido.	0,02645
Aluminium recocido	0,03679
Zinc comprimido.	0,07105
Platino recocido	0,11435
Hierro recocido	0,12270
Nikel recocido	0,15730
Estaño comprimido	0,16680
Plomo comprimido	0,24780
Antimonio comprimido. . . .	0,44830
Bismuto comprimido	1,65600
Mercurio líquido.	1,20120
Maillechort	0,26430

TABLA III

Diámetro, sección y peso de los conductores de cobre desnudos, de tipos y usos más corrientes

Diámetros en milímetros	Sección en cuadrados	Peso por metro en gramos	Diámetros en milímetros	Sección en cuadrados	Peso por metro en gramos	Diámetros en milímetros	Sección en cuadrados	Peso por metro en gramos
1.0	0.785	6.99	5.5	23.758	211.45	7.9	49.017	436.25
1.1	0.950	8.46	5.6	24.630	219.21	8.0	50.266	447.36
1.2	1.131	10.06	5.7	25.518	227.11	8.1	51.530	458.62
1.3	1.327	11.81	5.8	26.421	235.14	8.2	52.810	470.01
1.4	1.539	13.70	5.9	27.339	243.32	8.3	54.106	481.54
1.5	1.767	15.73	6.0	28.274	251.64	8.4	55.418	493.22
1.6	2.014	17.90	6.1	29.225	260.10	8.5	56.745	505.05
1.8	3.141	27.36	6.2	30.191	268.70	8.6	58.088	516.98
2.0	3.141	36.38	6.3	31.173	277.43	8.7	59.447	529.08
2.3	4.155	43.69	6.4	32.170	286.31	8.8	60.821	541.31
2.5	4.908	53.89	6.5	33.183	295.33	8.9	62.212	553.68
2.8	6.157	64.80	6.6	34.212	304.49	9.0	63.617	566.19
3.0	7.069	76.12	6.7	35.257	313.78	9.1	65.039	578.85
3.3	8.553	88.83	6.8	36.317	323.32	9.2	66.479	591.61
3.6	9.621	100.94	6.9	37.393	332.80	9.3	67.929	604.57
4.0	12.566	131.84	7.0	38.485	342.51	9.4	69.398	617.64
4.3	14.522	149.34	7.1	39.593	352.37	9.5	70.882	630.85
4.5	15.904	161.05	7.2	40.615	362.36	9.6	72.382	644.20
4.8	18.096	174.75	7.3	41.654	372.50	9.7	73.898	657.69
5.0	19.635	188.81	7.4	42.708	382.78	9.8	75.430	671.32
5.1	20.428	191.81	7.5	43.779	393.19	9.9	76.977	685.09
5.2	21.237	194.01	7.6	44.865	403.74	10.0	78.540	699.00
5.3	22.062	196.35	7.7	45.966	414.44			
5.4	22.902	203.83	7.8	47.084	425.27			

NOTA.—Para obtener el peso P en gramos de un metro de alambre de cobre, basta multiplicar el cuadrado de su diámetro expresado en milímetros por la cantidad constante 6.99, $P = 6.99 \times d^2$.

TABLA IV**Conductores de cobre empleados en el alumbrado**

Número de hilos	Diámetros de los hilos mm	Sección en mm ²	Resistencia en ohms por kilómetro	Intensidad máxima en amperes	
				Hilo desnudo	Hilo aislado
1	0,8	0,50	34,75	5,5	3
1	0,9	0,64	28,29	6,6	4
1	1,0	0,78	22,91	7,5	4,5
1	1,1	0,95	18,94	9	5
1	1,14	1,02	17,63	9,5	5,5
1	1,2	1,13	15,91	10	6
1	1,3	1,33	13,56	11,5	7
1	1,4	1,54	11,69	13,5	7,5
1	1,5	1,77	10,18	14	8
1	1,6	2,01	9,30	15,5	9
1	1,7	2,27	7,93	17	10
1	1,8	2,54	7,07	19	11
1	1,9	2,84	6,35	20,5	12
1	2,0	3,14	5,73	22	13
1	2,2	3,80	4,73	25,5	15
1	2,5	4,91	3,66	31	18,5
1	2,7	5,73	3,14	34,5	20,5
1	3,0	7,07	2,54	40,5	24
1	3,4	9,08	1,98	49	29
1	4,0	12,56	1,43	62,5	37,5
1	5,0	19,63	0,916	87,5	52,5
1	6,0	28,27	0,636	115,5	69
7	0,4	0,88	20,46	8,5	5
7	0,5	1,37	13,09	12	7
7	0,6	0,97	9,09	15,5	9
7	0,7	2,69	6,63	19,5	11,5
7	0,8	3,51	5,11	24	14
7	0,9	4,45	4,04	29	17

Número de hilos	Diámetro de los hilos mm	Sección en mm ²	Resistencia en ohms por kilómetro	Intensidad máxima en amperes	
				Hilo desnudo	Hilo aislado
7	1,0	5,49	3,27	34	20
7	1,1	6,65	2,70	39	23
7	1,14	7,14	2,52	41	24,5
7	1,2	7,91	2,27	44,5	26,5
7	1,3	9,28	1,93	50	30
7	1,4	10,77	1,67	56	33,5
7	1,5	12,36	1,45	62	37
7	1,6	14,07	1,34	68,5	41
7	1,7	15,89	1,13	75	45
7	1,8	17,78	1,01	81,5	59
7	2,0	21,98	0,815	96	57,5
19	1,14	19,38	0,93	87	52
19	1,2	21,47	0,84	94	56
19	1,3	25,08	0,71	106	63,5
19	1,4	29,26	0,61	119	71
19	1,5	33,44	0,535	131,5	78,5
19	1,6	38,19	0,471	145	87
19	1,7	43,13	0,417	159	95
19	1,8	48,26	0,372	173	103,5
19	2,0	59,66	0,300	202,5	121,5
37	1,4	56,98	0,315	195,5	117
37	1,5	65,12	0,275	216,5	129,5
37	1,6	74,37	0,242	239	143
37	1,8	93,98	0,199	285	171
37	2,0	116,18	0,155	334	200
37	2,2	140,64	0,128	386	231,5
37	2,5	181,62	0,099	468	280,5
37	2,7	212,01	0,084	525,5	315
37	3,0	261,54	0,068	615	369
61	2,5	299,38	0,059	680,5	408
61	2,9	402,91	0,044	850	510

Indice por Capítulos

Páginas.

Capítulo I.—Nociones fundamentales.

Características de la electricidad.—Procedimientos para generarla.—Imanes.—Ley de Ampère.—Cuerpos buenos y malos conductores.—Circuito eléctrico.—Circulación de la corriente.—Unidades prácticas.—Abreviaturas.—Múltiplos y submúltiplos.—Ley de Ohm.—Ley de Joule.—Corrientes derivadas.—Solenoides.—Electro-ímanes.—Leyes de Lenz y Jacobi. 2-32

Cap. II.—Aparatos de medida y utilización.

Galvanómetros.—Amperómetros.—Volmetros.—Re-
ductores.—Interruptores.—Conmutadores.—Inver-
sores.—Corta-circuitos.—Regulador de Corriente.—
Contador Aron, Aubert y Thomson.—Transforma-
dor.—Indicador de tierras.—Indicador de polos.—
Galvanoscopio.—Pararayos.—Lámparas incandes-
centes.—Lámparas de arco.—Disyuntor automático
para acumuladores 32-90

Cap. III.—Máquinas eléctricas.

Inducción.—Leyes por que se rige.—Corriente mono-
fásica, bifásica y polifásica.—Máquinas magneto eléc-
tricas y dinamo eléctricas.—Corrientes de Foucault.
—Self-Inducción.—Teoría del anillo Gramme.—Es-
cobillas.—Colector.—Leyes porque se rigen las má-
quinas.—Diversas formas de excitación.—Rendi-
miento eléctrico é industrial de las dinamos.—Dina-
mo Gramme.—Dinamo Sauter y Lemonier.—Dina-
mo Desroziers.—Dinamo Thury.—Dinamo Alioth.

Teoría de las máquinas de corrientes alternativas.
 —Diversos tipos de alternadores.—Agrupamiento de
 máquinas.—Cuidados que exigen las escobillas, co-
 lector é inducido y manejo de las dinamos.—Resu-
 men de los desarreglos que se presentan en las di-
 namos y causas que los originan 90-138

Cap. IV.—Pilas, Acumuladores, Timbres y Telefonía.

Polarización.—Elementos Bunsen, Grenet, Leclanché
 Daniel y Reina Regente.—Acoplamiento de pilas.—
 Constantes de las pilas.—Acumuladores.—Manera
 de instalarlos y prepararlos.—Ventajas é inconve-
 nientes de los mismos.—Capacidad y potencia.—
 Carga y rendimiento.—Acumuladores Regnier, Phi-
 lippart, Tudor, Julien, Gadot.—Conservación de los
 acumuladores.—Timbres eléctricos y modo de insta-
 larlos.—Telefonía. 138-187

Cap. V.—Canalizaciones y diferentes sistemas de distribución.

Conductores eléctricos.—Pérdida de tensión.—Colo-
 cación de conductores.—Accidentes en los conduc-
 tores.—Disposición que afecta una canalización.—
 Cuadro de distribución.—Diferentes modos de mon-
 tar las lámparas en la distribución bifilar.—Sistema
 trifilar.—Radio de acción de la distribución directa
 á dos, tres y cinco hilos.—Distribución por feeders.
 —Colocación de postes.—Aisladores.—Empalme de
 conductores. 187-224

Cap. VI.—Centrales de alumbrado.

Lugar más adecuado para montar la Central.—Elec-
 ción del sistema de distribución más conveniente.
 —Motores para Centrales.—Turbina Laval.—Calde-
 ras Babcock & Willcox.—Consumos de una Central.
 —Entretenimiento de una Cental de alumbrado.—
 Rendimiento.—Principales Centrales de alumbrado

establecidas en España en 1900.—Instrucciones que deben colocarse en las salas de máquinas de las Centrales.—Contribución por Electricidad 224-270

Cap. VII.—Tracción eléctrica.

Ventajas de la tracción eléctrica.—Rails y enlace eléctrico.—Soportes aisladores.—Línea aérea.—Circulación de la corriente en la línea aérea.—Canalización subterránea.—Empleo de acumuladores.—Coches y sus accesorios.—Motores eléctricos para tranvías.—Regulador.—Centrales para tranvías.—Sistema Diatto para la tracción eléctrica.—Ferrocarriles eléctricos.—Líneas de tranvías eléctricos en España 270-295

Cap. VIII.—Aplicaciones de la Electricidad.

Telegrafía sin hilos.—Instalaciones de alumbrado á bordo de los buques.—Avisador automático para los faroles de situación.—Para-rayos.—Proyectores eléctricos empleados en los buques.—Ventiladores eléctricos.—Trasmisores de órdenes por medio de la electricidad.—Reconocimiento interior de los proyectiles por medio de la electricidad.—Estopines, cebos y encendedores eléctricos.—Disparos de artillería empleando la electricidad 295-322

Apendice núm. 1.—Ejercicios prácticos. 325-342
 > > 2.—Notas y recetas útiles á los electricistas. 342-349
 > > 3.—Tablas para diversos usos. 349-353

Indice Alfabético

Páginas.

A

Accidentes en los conductores	198
Acumuladores	154-157-160-167
Acumuladores. (Baterías para los tranvías)	287
Ader. (Trasmisor telefónico)	182
Agrupamiento de dinamos	127
Agua. (Consumo de)	249
Aisladores	12
Aisladores. (Diferentes tipos de)	221
Aisladores para líneas de tranvías.	275
Aislamiento	65
Alimentación. (Hilos de)	219
Alternador trifásico	227
Alumbrado de coches-tranvías eléctricos	383
Ampère. (Ley de)	11
Ampère.	18
Amperómetro	33
Amalgamar zinc	147
Anillo Gramme. (Teoría del).	98
Arco voltaico	75
Armadura	7
Arón. (Contador de)	50
Aubert. (Contador de)	56
Asociación de elementos de pila	148

B

Babcock. (Caldera de)	242
Bastidor de coche del tranvía eléctrico	280

Batería de pilas	5
Baterías compensadoras de los tranvías	287
Bujía decimal	80
Bunsen. (Pilas de).	141

C

Caballo eléctrico	19
Calderas Babcock.	242
Caja de los coches de los tranvías	280
Cajas de resistencias	62
Campo magnético	8
Canalización subterránea (para tranvías)	277
Cañón (disparo por la electricidad)	321
Capacidad útil de los acumuladores	162
Características de la electricidad	1
Carbón (Consumos de)	247
Carbones de las lámparas	78-81-83
Carga de acumuladores	155
Carcel. (Mechero)	79
Cebos eléctricos	320
Central de alumbrado	224
Centrales de alumbrado en España	254
Centrales para tranvías.	287
Circuito eléctrico	12
— inductor	91
— primario	90
— secundario	91
Compensación. (Hilo de)	215
Constantes de las pilas.	153
Conductores eléctricos	188
Consumos de una Central	244
Contribución por electricidad	269
Conductores	11
Coulomb	19
Conmutador	42

Contador de electricidad	50
Consumo de las lámparas	71
Consumo de carbones en las lámparas de arco	79
Corrientes alternativas	119
Corriente monofásica	94
— alternativa	94-104
— discordante	96
— bifásica	96
— polifásica	96
— Foucault	97
Corrientes continuas	103
Corriente eléctrica	6
Corrientes derivadas	26
Corta-circuito	44-198
Cuadros de distribución	204
Culata. (Electro-ímanes)	31

D

Daniel. (Pila de)	145
Diatto. (Sistema de tranvías eléctricos de)	287
Diferencia de potencias	18
Dinamo Gramme. (Corrientes continuas)	110
— Siemens, id. id.	112
— Edison, id. id.	115
— Sauter y Lemonier, id. id.	116
— Thury, id. id.	117
— Alioth, id. id.	118
— Siemens. (Corrientes alternas).	123
— Gramme, id. id.	124
— Westinghouse, id. id.	126
— Zepernorsky, id. id.	127
Dinamos. (Instalación de)	130
— (Desarreglos de las)	136
Distribución. (Cuadros de)	205
— por corrientes alternas	208
— — — continuas	200

	<i>Páginas.</i>
Distribución por feeders	219
Divisor de corrientes. (Aparato)	216
Disyuntores	44-156
Disyuntor automático para acumuladores.	88
Duración de las lámparas incandescentes	72

E

Economía de la tracción eléctrica.	272
Edisson. (Micrófono de)	180
Electricidad. (Características de la)	1
— (Procedimiento para generarla)	4
— (Qué es)	1
Electro-imanés	7-30
Empalme de hilos	222
Enlace de los rails del tranvía	274
Entreténimiento de una Central	249
Escobillas	100-131
Espectro magnético	8
Estopines eléctricos	320

F

Fase de una corriente	95
Feeders.	219
Ferrocarriles eléctricos	291
Foucault. (Corrientes de)	97
Fotometro	79-81
Frecuencia de una corriente.	96
Frenos de los tranvías	280
Fuerza electro-motriz	5-13-18

G

Gadot. (Acumulador de)	166
Galvanómetro	32
Galvanoscopio	64
Grenet. (Pila de)	142

H

Hilo neutro	215
Hilos. (Empalmes de)	222
Hilos de alimentación	219
Hilos. (Telegrafia sin)	295
Histerisis	31
Hughes. (Micrófono de)	179

I

Imanes	7
Incandescente. (Lámpara)	68
Indicador de polos	59
Indicador de tierras	58-65
Inductor	7-93
Inducidos	7-93-133
Inducción. (Cómo se produce)	6-90
Intensidad de la corriente	13-18
Interruptor	39
Instalación de timbres	173
Instalaciones de alumbrado	197
Instalaciones de alumbrado. (Modelo proyecto de)	1
Instalaciones de alumbrado á bordo de los buques	303
Inversor de corriente	43

J

Jacobi. (Ley de)	31
Julién. (Acumulador)	165

K

Kilowatt	19
--------------------	----

L

Lámparas	68
— de arco	74-81-86
— (Número de ellas necesarias en un local)	211
— (Diferentes formas de instalarlas)	212

	<i>Páginas.</i>
Laval. (Turbina de)	233
Leclanché. (Pilas de)	145
Líneas de fuerza .)	8
— aéreas. (Para alumbrado)	196
— subterráneas. (Id. id.)	196
— de tranvías eléctricos en España	293
— para tranvías	273
Ley de Ampère	11
— Ohm.	21
— Joule.	23
— Lenz.	23
— de Jacobi	24
Leyes de inducción	90-93
Leyes de las máquinas eléctricas.	103

M

Magnetismo	7-10
— remanente	105
Máquinas eléctricas. (Leyes de)	108
Marconi. (Telegrafía sin hilos)	296
Materias lubricadoras. (Consumo de)	249
Mechero Carcel	79
Micrófono	179
Montaje de lámparas	212
Motores para Centrales de alumbrado	226
— — tranvías	284

O

Ohm	16
-----	----

P

Para-rayos	65-311
Pérdida de tensión	191
Pérdidas á tierra	65-58-200
Período de una corriente	95
Philippart. (Acumulador)	163

Pila	5
Pilas (Aplicación de las)	140
— (Constantes de las)	153
Poder luminoso de las lámparas	79-82
Polarización	239
Polos de una pila	5
— — un imán	8
Postes. (Cómo deben colocarse los)	220
Puente de Wheatstone	60
Pulsador	171

R

Rails para tranvías eléctricos	274
Receptor para telegrafía sin hilos.	296
Reconocimiento interior de proyectiles	320
Reductor	37
Regnier. (Acumulador).	163
Regulador de las lámparas	76
Regulador de los coches de tranvías	286
Regulador de corriente	47
Rehostatos para lámpas de arco	84
Reina Regente. (Pila)	145
Rendimiento de los acumuladores	162
— eléctrico	109
— industrial.	110
— de una Central.	250
Resistencias de conductores. (Tabla de)	193
Resistencias	13-60
Reversibilidad de las máquinas	108

S

Solenoides	28
Self inducción	97
Sistema Diatto para tranvías eléctricos	287
Sistemas de distribución	225

T

Teléfonos	176
---------------------	-----

	<u>Páginas.</u>
Telegrafía sin hilos	295
Thomson. (Contador)	53
Timbres eléctricos	170
Tracción eléctrica. (Sus ventajas)	271
Tracción. (Sistema Diatto)	287
Tranvías con acumuladores	278
Tranvías eléctricos en España	293
Trasmisor para telegrafía sin hilos	295
Trasmisores de órdenes	318
Trasformador	57
Trolley para tranvías	273
Tudor (Acumulador)	164
Turbina Laval	233

U

Unidades prácticas eléctricas	15
---	----

V

Vapor. (Consumo de)	248
Volmetro	35
Volt	18

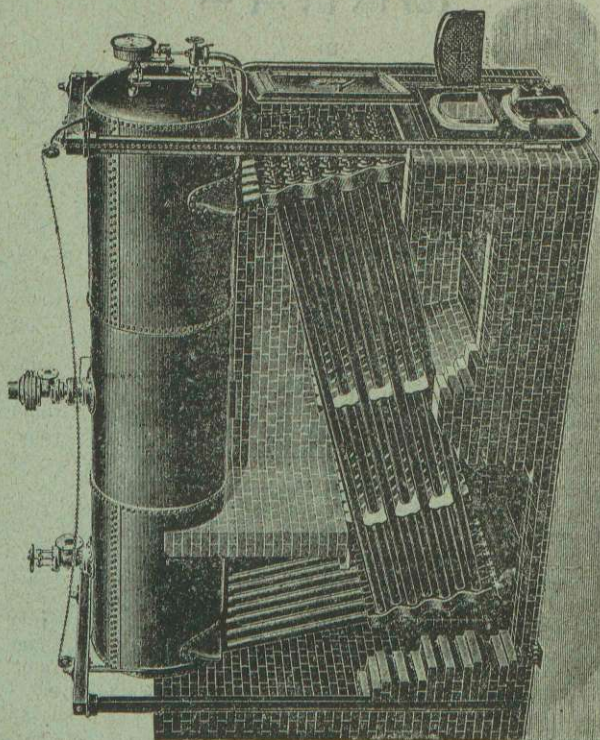
W

Watt	19
Wheatstone. (Puente)	60

BOLETIN DE ANUNCIOS

IV

CALDERAS TUBULARES DE SEGURIDAD PRIVILEGIADAS.



DE BABCOCK & WILCOX LTD.,

especialmente adoptadas por la rápida, económica y segura producción de vapor, hasta las más elevadas presiones.—La fuerza total establecida excede de 2.000.000 caballos.—Presupuestos y detalles se facilitarán por A. F. ABRAHAMSON, Ingeniero.—Calle Alcalá, 49 cuadruplicado.—MADRID.

A. F. HABRAHAMSON

—INGENIERO—

Calle de Alcalá, núm. 49, Cuádruplicado

MADRID

CONSTRUCTOR

DE

ESTACIONES CENTRALES

PARA LUZ ELECTRICA

Y PARA LA

TRANSMISION DE FUERZA A DISTANCIA

VI

ESTABLECIDO EN 1878

ANTONIO LEON VERGEL

MECÁNICO-ELECTRICISTA

JOVELLANOS, 9—SEVILLA—JOVELLANOS, 9

APLICACIONES INDUSTRIALES

DE LA

ELECTRICIDAD

Instalaciones de Alumbrado Eléctrico

Redes Telegráficas y Telefónicas, Pararayos,
Campanillas eléctricas para servicio doméstico y
Composturas en las mismas

FÍSICA Y QUÍMICA

PROYECTOS Y PRESUPUESTOS

REPRESENTACIÓN Y COMISIÓN DE FÁBRICAS EXTRANJERAS

TALLER DE REPARACIONES

Lloyd Andaluz

COMPañIA ANONIMA DE SEGUROS MARITIMOS
FLUVIALES Y TERRESTRES

CADIZ

DIRECTOR GERENTE,

D. E. Mac-Pherson

Dirección Telefónica—**Mac-Pherson**—Teléfono número 11

Esta Compañía, continuadora de los negocios del Lloyd Andaluz, ha quedado constituida por escritura otorgada el 24 de Agosto de 1891. La importancia de su capital así como la respetabilidad de «The Idemnity Mutual Marine Insurance Company Limited,» Sociedad que garantiza solidariamente todas sus operaciones, son datos que demuestran su gran responsabilidad financiera.

Asegura á primas moderadas, mercancías, buques, efectivos y valores cotizados en Bolsa contra riesgos de mar, así como el transporte de toda clase de efectos y mercancías por rios, canales y ferrocarriles. Los asegurados encontrarán en ella toda clase de ventajas y facilidades, tanto en las primas, cuanto en las condiciones de las pólizas, en las que se admitirán todas las cláusulas que se deseen, siempre que figuren entre las aceptadas por cualquier otro Asegurador de respetabilidad notoria.

CAPITAL Y GARANTIAS

40.000.000 PTAS.

VIII

LEVI
Y
KOCHERTHALER

Madrid.—Barcelona

Sucursal de la Compañía General de Electricidad

EN BERLIN

Carrera de San Jerónimo, 42

MADRID

Centrales de Luz Eléctrica

Transmisión de fuerza á distancia

TRANVIAS Y FERRO-CARRILES ELÉCTRICOS

Industrias Electro-químicas

NUÉVO INVENTO

Primer Premio en la Exposición Universal de Chicago.

—1893—

La Máquina de vapor rotatoria de GUSTAVO DE LAVAL

también llamada TURBINA DE VAPOR, ofrece, sobre las máquinas de vapor ordinariamente conocidas hasta hoy, CONSIDERABLES VENTAJAS, por su sencillez, marcha uniforme y suave, y por el poco gasto en vapor, manejo y emplazamiento.

En la dinamo-turbina de LAVAL, los dos aparatos combinados forman un solo cuerpo, que ocupa muy poco sitio, y en que quedan suprimidas las transmisiones.

Se facilitan prospectos por el Representante general para España y Portugal.

A. F. ABRAHAMSON

IX

Oficinas: calle de Alcalá, 49 cuadruplicado.—Almacén: Paseo de Recoletos, 16

THE UNDERWRITING
ASSOCIATION

COMPañÍA

DE

Seguros Marítimos

FLUVIALES Y TERRESTRES

COMPUESTA SÓLAMENTE

DE

MIEMBROS ASEGURADORES

DEL

LLOYD INGLÉS

LONDRES

Asegura también contra todo riesgo los valores
remitidos por correo
y las mercancías que lo son por ferrocarril

Agente general en España y sus posesiones

Don Enry Mac-Pherson

CUARTEL DE MARINA, 4

AGENTE EN LOS PRINCIPALES PUERTOS DE ESPAÑA

SIEMENS & HALSKE, A. G.

BERLÍN

Fábricas de Electricidad

TRANVIAS ELECTRICOS

INSTALACIONES ELECTRO-QUIMICAS

CENTRALES TELEFÓNICAS

DINAMOS.—ELECTRO-MOTORES.—TRANSFORMADORES

LÁMPARAS DE ARCO É INCANDESCENTES

CABLES AÉREOS Y SUBTERRÁNEOS.

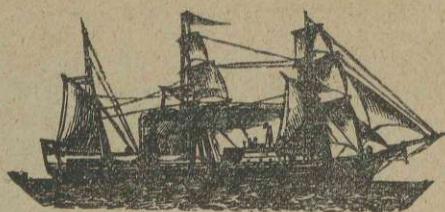
APARATOS PARA PRODUCCIÓN DE RAYOS ROENTGEN Y DE
TELEFONÍA Y TELEGRAFÍA

Representación general para España y Portugal:

MADRID, CARRERA DE S. JERÓNIMO, 43

OFICINAS TÉCNICAS: Barcelona, Calle Aragón, 313 (Siemens & Halske)

Bilbao, Plaza Circular, 2 (P. Haehuer)



VAPORES INGLESES

ENTRE

CADIZ y LÓNDRES, TOCANDO EN LISBOA y VIGO

LOS DE LA COMPAÑIA ANGLO-HISPANA, NOMBRADOS

**Málaga, London,
Lisbon, Gibraltar, Galicia y Cadiz**

Sale un Vapor todos los Jueves

CONSIGNATARIO

D. Daniel Mac-Pherson

Calle Cuartel de Marina, núm. 4

KNOTT'S PRINCES LINE



Línea de Vapores Directos

DESDE CADIZ PARA

New-York, Puertos del Golfo de Méjico

Y CUBA

FLOTA DE LA COMPAÑÍA PRINCE LINE

African	Prince	Roman	Prince	Belgain	Prince
Asiatic	Prince	Russian	Prince	British	Prince
Blanck	Prince	Sailor	Prince	Danish	Prince
Circasian	Prince	Saxon	Prince	Eastern	Prince
Crown	Prince	Scottish	Prince	Grecian	Prince
Iron	Prince	Soldier	Prince	Highland	Prince
Kaffir	Prince	Spanish	Prince	Imperial	Prince
Merchant	Prince	Stuart	Prince	Indian	Prince
Norman	Prince	Swedish	Prince	Moorish	Prince
Orange	Prince	Arabian	Prince	Ocean	Prince
Persian	Prince	Royal	Prince	Tudor	Prince

AGENTE EN CADIZ,

D. DANIEL MAC-PHERSON

CUARTEL DE MARINA, NÚMERO 4

GENERADORES BELLEVILLE

PRIMEROS ESTUDIOS EN 1849

GRAN PREMIO 1889

1896 Ultimos modelos privilegiados (S. G. D. G.)

Instalaciones en Buques de las Marinas Militar y Mercante

	Buques	Caballos
Marina Militar Española.	1	11.000
Marina Militar Francesa.	37	307.120
Marina Militar Inglesa	51	769.900
Mensajerías Marítimas	14	87.600
Compañía de los Caminos de hierro del Oeste.	5	16.700
Marina Militar Rusa	27	195.200
Marina Militar Japonesa.	7	95.700
Marina Militar Austriaca.	2	21.000
Marina Militar Chilena	4	26.500
Marina Militar Argentina	1	13.000
Marina Militar Italiana	1	13.500
TOTAL.	150	1.557.220

Caballos alimentarios y reguladores detendores de vapor.

Compresores de aire.

Condensadores.—Destiladores autónomos.—Ventiladores.

Instalaciones para Centrales de Electricidad.

Acumuladores de vapor para Tranvías eléctricos.

ENVÍO FRANCO DE INFORMACIONES GENERALES.

Agente Comercial en España: **SR. D. EMMANUEL GÉS**

Paseo de Colón y calle de la Merced, 20, 22, 24, Pral.

BARCELONA

MAISON BREGUET

FUNDADA EN 1783

PARIS

Sociedad Anónima—Capital 4.000.000

DIPLOMA DE HONOR

en la Exposición Universal de Electricidad 1881

Miembro del Jurado Exposición Universal de 1889.

Máquinas Eléctricas á corrientes continuas y alternativas.

Motores de vapor á gran velocidad.

Proyectores Breguet.—Dinamos Desroziere.—Aparatos para la Marina Militar.—Telegrafía.—Telefonía.—Aparatos de precisión.

Instalaciones eléctricas completas

á bordo de los buques de las Marinas Militar y Mercante.

Lista de las principales aplicaciones

Marina Militar Española	18 buques.
Marina Militar Francesa	53 »
C. ^{ie} Generale Transatlantique Française.	24 »
Compañía Trasatlántica	3 »
Marina Militar Rusa	1 »
Marina Militar China	1 »
Marina Militar Griega	1 »
Compagnie fluviale du Tonkin	1 »
Messageries Maritimes.	1 »
Compagnie des Bateaux Parisiens	44 »

Agente Comercial en España, **SR. D. EMMANUEL GÉS**,
Paseo de Colón y Calle de la Merced, 20, 22, 24 Pral.

BARCELONA

Daniel Mac-Pherson

Establecido en 1840

Telegramas: **Mac-Pherson**, Cádiz: Teléfono H

Agente de las siguientes Compañías de Vapores:

Sres. *John Hall Junr & Co London*.—Vapores para Lisboa, Vigo y Londres.—Salidas de Cádiz todos los Jueves.—Sres. *Furner Edwards & Co Bristol y Exeter*.—Salidas cada mes. (1)

Knott's Prince Line

Vapores para Cuba y Méjico con fletes corridos para los puntos interiores.—Línea directa para New-York.—Salidas cada mes.

The Atlantic transport Line, Philadelphia.—*The National Steamship Company*, New-York.—*The Union Steamship Company*, para el Sur del Africa.—*Société Navale del Ouest*, Paris.—*The Furnes Line de Liverpool á Halifax y Boston*.

Propietario de remolcadores, bombas, etc.

AGENTE GENERAL

EN ESPAÑA, PORTUGAL Y POSESIONES PARA LAS COMPAÑÍAS DE SEGUROS MARÍTIMOS, FLUVIALES Y TERRESTRES

El Lloyd Andaluz.—*The Indemnity Mutual, Marine Assurance Company Limited*, London.—*The Underwriting Association*, London.—*The Merchants Marine Insurance, Company Limited*, London.—*The Royal Exchange Assurance*, London.—*The Bombay Marine*.—*Fire Company Limited*.

Agente de The Agir

- > The Nadejda
- > The Boston Board of underwriter
- > The Bayerioche Lloyd
- > The Russian Company

Stockolm.
St Petersburg.
Boston.
Munchen.
St Petersburg.

Lloyd's Agent

The Salvage Association of Liverpool & London.—*The Liverpool Underunits Association*.—*Insurance Clubs*.—*The Western Assurance Company of Toronto*.—*The Nordischer Bergung Verein of Hamburg Salvage Steamers*.—*The National Board of Marine Underwriters of New-York for The Northern Assurance Co of London & Aberdeen*.

(1) Sres. *John Cory & Co de Cardiff*.—Salidas regulares para Glasgow cada 15 dias.

SOCIEDAD ESPAÑOLA

DEL

ACUMULADOR TUDOR

**Unicos propietarios de las patentes
del acumulador TUDOR
para España, Portugal y Ultramar.**

OFICINAS

Carrera de S. Jerónimo, núms. 7 y 9

Fábrica: LA PILAR, Paseo Sagasta

ZARAGOZA

MIEMBRO DEL CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

SR. D. ENRIQUE TUDOR

inventor del conocido acumulador TUDOR

Fábricas asociadas en *Paris, Lille, Berlín, Hagen*
(Westfalia) *Zurich* (Suiza), *Génova, Viena, Budapest,*
San Petersburgo, Rosport, Bruselas, Mánchester, Chi-
cago, Filadelfia.

PRINCIPALES INSTALACIONES HECHAS EN ESPAÑA

Barcelona

Barcelona.—Sociedad Central Catalana de Electricidad.—Dos
baterías de 1.620 ampéres-horas y 175 volts cada una.
Sabadell.—Sres. Sucesores de B. Brutau.—Una batería de 65
ampéres-horas y 120 volts.

Tarrasa.—Sres. J. Prat é hijo.—Una batería de 195 ampéres-horas y 75 volts.

Cádiz

Cádiz.—Sociedad Cooperativa de Gas.—Dos baterías de 324 ampéres-horas y 140 volts cada una.

Jerez de la Frontera.—Compañía Jerezana de Electricidad.—Dos baterías de 425 ampéres-horas y 125 volts cada una.

Sanlúcar de Barrameda.—Compañía Andaluza de Electricidad.—Dos baterías de 325 ampéres-horas y 130 volts cada una.

Puerto de Sta. María.—Central Eléctrica E. Lebón y Compañía.—Dos baterías de 200 ampéres-horas y 130 volts cada una.

Puerto Real.—Fábrica de Gas y Electricidad.—Una batería de 119 ampéres-horas y 125 volts.

Coruña

Coruña.—Compañía de Gas.—Dos baterías de 500 ampéres-horas y 130 volts.

Guipúzcoa

San Sebastián.—Compañía de Electricidad.—Dos baterías de 400 ampéres-horas y 150 volts cada una.

San Sebastián.—*Palacio de la Reina, Miramar*.—Una batería de 240 ampéres-horas y 125 volts.

San Sebastián.—Compañía Eléctrica de San Sebastián.—Dos baterías de 1.188 ampéres-horas y 125 volts cada una.

Irún.—Ayuntamiento.—Una batería de 960 ampéres-horas y 110 volts.

Madrid

Madrid.—*Palacio Real*.—Dos baterías de 400 ampéres-horas y 125 volts cada una.

Madrid.—*Ministerio de la Guerra*.—Laboratorio del material de Ingenieros.—Una batería de 162 ampéres-horas y 110 volts.

Madrid.—Instituto Radiográfico Español.—Una batería de 102 ampéres-horas y 40 volts.

Madrid.—Compañía de los Ferrocarriles Madrid á Zaragoza y á Alicante. Estación del Mediodía.—Una batería de 195 ampéres-horas y 110 volts.

Madrid.—Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.—Una batería de 90 ampéres-horas y 100 volts.

Madrid.—Compañía Continental de Empresas Eléctricas. Central de Luz Eléctrica.—Dos baterías de 5.040 ampéres-horas y 140 volts cada una.

Madrid.—La misma Compañía. Central de Tranvías Eléctricos.—Una batería-regulador de 800 ampéres-horas y 600 volts.

Málaga

Málaga.—Compañía Alemana de Electricidad.(antes «Fiat Lux.»)
—Dos baterías de 1.595 amperes y 125 volts cada una.

Murcia

Cartagena.—Para el *Ministerio de Marina* (Escuela de Torpedos).
—Una batería de 195 amperes-horas y 80 volts.

Oviedo

Fábrica de Armas de Oviedo.—Una batería de 354 amperes-horas y 110 volts.

Pontevedra

Vigo.—Compañía de Gas.—Dos baterías de 320 amperes-horas y 130 volts.

Reus

Reus.—Compañía Electra Reusense.—Dos baterías de 1.050 amperes horas y 140 volts cada una.

Sevilla

Sevilla.—Compañía Sevillana de Electricidad.—Dos baterías de 972 amperes-horas y 120 volts cada una.
Sevilla.—Central de los Sres. Bonnet y Compañía.—Una batería de 520 amperes-horas y 110 volts.

Toledo

Toledo.—Fábrica de Armas.—Una batería de 160 amperes-horas y 65 volts.

Valencia

Valencia.—Compañía del Gas, E. Lebón y Compañía.—Dos baterías de 1.000 amperes-horas y 130 volts cada una.

Zaragoza

Zaragoza.—Compañía Aragonesa de Electricidad.—Dos baterías de 2.376 amperes-horas y 120 volts cada una.
Zaragoza.—Compañía Aragonesa de Electricidad.—Dos baterías iguales á las establecidas, ó sea de 2.376 amperes-horas y 120 volts cada una.

BATERIAS REGULADORAS FIJAS PARA TRANVÍAS ELÉCTRICOS

Vizcaya

Bilbao.—Compañía Vizcaina de Electricidad, Tranvía de Bilbao
—Una batería de 156 amperes-horas y 400 volts.

BATERIAS ACTUALMENTE EN MONTAJE

Sevilla.—Compañía Sevillana de Electricidad.—Una batería reguladora para la Central de Tranvías Eléctricos, de 277 amperes-horas y 500 volts.

Tarragona.—D. Juan Vila Granada.—Una batería de 33 amperes-horas y 50 volts.

Tudela.—Sociedad Electricista Tudelana.—Dos baterías de 480 amperes-horas y 130 volts cada una.

Esparraguera.—Sociedad de Electricidad.—Una batería de 325 amperes-horas y 120 volts.

Las Palmas (Gran Canaria).—Central eléctrica.—Una batería de 725 amperes-horas y 120 volts.

Jaén.—Central de D. Tomás Cobos.—Dos baterías de 1.700 amperes-horas y 125 volts.

Barcelona.—Laboratorio Microbiológico.—Una batería de 24 amperes-horas y 10 volts.

Irún.—Ayuntamiento.—Ampliación de la batería á 1.500 amperes-horas y 110 volts.

Se han suministrado además por nuestras fábricas hasta el día, más de

6.500 BATERIAS

para distintas poblaciones de Alemania, Francia, Inglaterra, Suiza, etc., etc.

Sociedad Española del ACUMULADOR TUDOR

AVISO. Se advierte que esta Sociedad es LA ÚNICA AUTORIZADA por el Sr. Tudor para la fabricación y venta de los ACUMULADORES TUDOR en España.

Para proyectos, presupuestos y cualquier género de datos que se deseen, dirigirse á las oficinas

Carrera de S. Jerónimo 7 y 9.—Madrid

NUEVO Y EFICAZ
DESINCRUSTANTE COCO

UTILÍSIMO INVENTO

PARA TODA CLASE

DE CALDERAS DE VAPOR

(CON REAL PRIVILEGIO DE INVENCION)

Resultados inmediatos excelentes.

Economiza de 15 á 25 por 100 de combustible.

Es líquido. No ataca al hierro; lo conserva.

Administrado por los aparatos de alimentación, los conserva limpios y funcionando con precisión.

Es el desincrustante más barato y eficaz que se conoce.

Precio de un kilogramo, UNA PESETA

ENVASADO Y FRANCO EN LA ESTACIÓN DE BAEZA (JAÉN)

LOS PEDIDOS A LOS INVENTORES:

SRES. COCO HERMANOS, DE UBEDA (JAÉN)

Comp.^a de Electricidad Thomson-Houston
DEL MEDITERRANEO

Delegación para España y Portugal

Oficina: Madrid, Carrera de San Jerónimo, 53

Centrales de luz eléctrica.—Tranvías y ferrocarriles eléctricos.—

Aplicaciones á las minas,

á la guerra, á la Marina y á las Obras públicas.—

*Especialidad en trasmisiones para aplicación simultánea del fluido para luz y
 para fuerza por corrientes monocíclicas*

PRESUPUESTOS, NOTAS Y PROYECTOS



CARRERA S. JERÓNIMO, 28
MADRID

Representantes generales de The Edison
 Swan United Electric, Light Company, Limited.
 Kalk-Colonia y Londres

ELECTRICIDAD

Dinamos.—Electromotores.—Ventiladores.—Cables, hilos y flexibles.—Lámparas incandescentes de 1 á 2.000 bujías.—Arcos voltaicos con sus resistencias y carbones.—Material pequeño para instalaciones.—Tableros y toda clase de aparatos de medida y comprobación.—Aisladores de porcelana y cristal.—Escobillas de metal y carbón para los colectores.—Reflectores para buques de guerra y teatros.—Aparatos completos y tubos Vacuum para la producción de los Rayos X Roentgen.—Cafeteras, teteras y demás utensilios para cocina y laboratorio eléctrico.—Elementos secos de Edison, E. S.—Figuras artísticas y aparatos de bronce.—Arañas, brazos y péndolas de metal y cristal.—Tulipas, globos, pantallas y piñas de cristal.—Telefonía.—Timbres de todas clases.—Hilos, forrados y desnudos.—Teléfonos y micrófonos.—Pilas y elementos secos.—Peras, pulsadores y rosetas de metal y madera.

The Indemnity Mutual Marine

Assurance Company, Limited

COMPañÍA DE SEGUROS. MARÍTIMOS, FLUVIALES Y TERRESTRES
LONDRES

DIRECTORES: John Nutt Bullen, Esq., Presidente.—Spencer H. Curtio, Esq., Vicepresidente

Rt. Hon. Lord Altonham.

Henry H. Allan, Esq.

Richard J. Ashton, Esq.

Herbert Brooks, Esq.

Major F. Fanning.

Alexander H. Goschen, Esq.

Rodolph A. Hankey, Esq.

Robert K. Hodgson, Esq.

John A. Le Lachour, Esq.

William Meyer, Esq.

Charles D. Rose, Esq.

Hugh L. Taylor, Esq.

Lewis A. Wallace, Junr., Esq.

UNDEEWRIER: Henry Haslam, Esq.

Agente general en España y sus posesiones, **D. HENRY MACPHERSON, Cuartel de Marina, núm. 4**

Asegura también contra todo riesgo los valores remitidos por correo y las mercancías por ferrocarril
Agente en Cádiz: **VIUDA DE FRANCISCO PADÍN**

LA NATURALEZA

Revista Decenal ilustrada sobre Ciencias É INDUSTRIAS

Esta interesante revista debe encontrarse en todas las Centrales de Electricidad, por cuanto es de las pocas publicaciones que recojen los adelantos de la ciencia eléctrica, y los ofrecen y presentan en términos muy apreciables, por la claridad con que todo en ella se demuestra.

Dedica también una parte de sus interesantes noticias á reseñar lo referente al alumbrado.

Aparece esta publicación tres veces al mes en cuadernos de 16 á 24 páginas y además reparte gratuitamente á los suscriptores los cuadernos de una Biblioteca científica de obras selectas nacionales y extranjeras.

PRECIOS DE SUSCRIPCIÓN: España y Portugal, 24 pesetas al año; medio, 13 ptas.—Extranjero, 30 francos año.—Número suelto, 1 pta.

ADMINISTRACIÓN:

ARCO DE SANTA MARÍA, 40.—MADRID

SOCIEDAD ESPAÑOLA
DEL ACUMULADOR

Tudor

ÚNICO PROPIETARIO DE LA PATENTE DEL ACUMULADOR TUDOR
PARA ESPAÑA, PORTUGAL Y ULTRAMAR

OFICINA CENTRAL: Carrera de S. Jerónimo, núms. 7 y 9, Madrid

FABRICA: Zaragoza, Camino de Cuéllar, 103, "LA PILAR"

MIEMBRO DEL CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Sr. D. Enrique Tudor

INVENTOR DEL CONOCIDO Y RENOMBRADO ACUMULADOR TUDOR

CAPITAL: Ptas. 1.000.000

FÁBRICAS ASOCIADAS: Paris, Lille, Berlin, Hagen (Vestfalia), Zurich (Suiza), Génova, Viena, Budapest, San Petersburgo, Rosport, Bruxelles, Manchester, Chicago y Filadelfia.

Fabricación de acumuladores de superficie grande.—Placas positivas hechas por el procedimiento electrolítico y SIN PASTA, especialidad de nuestra exclusiva propiedad, evitando de un modo absoluto la destrucción de las placas positivas, destrucción que resulta completamente inevitable siguiendo el sistema hoy empleado por todos los demás fabricantes por la caída de la pasta adherida á las placas por medio de procedimientos mecánicos.

Acumuladores para centrales de alumbrado eléctrico, empleados en todas las grandes fábricas de Europa.

Acumuladores con descarga rápida.

Acumuladores reguladores para centrales de tranvías eléctricos

PÍDANSE PRESUPUESTOS Á LA OFICINA CENTRAL,
Carrera de S. Jerónimo, 7 y 9, Madrid

AVISO.—Se advierte que esta Sociedad es la única autorizada por el Sr. Tudor para la fabricación y venta de los Acumuladores TUDOR en España y sus colonias.

BAZAR INGLÉS

Almacenes de Ferretería

DE

Fernando Labra

CALLE DE SAN PEDRO

ESQUINA Á LA DE SAGASTA

Cádiz

Escojido surtido de aparatos de diversas formas

PARA EL

ALUMBRADO ELÉCTRICO

Hilo flexible forrado en seda, lana y algodón de variados colores
Aisladores de porcelana, cables, conmutadores, corta-circuitos,
interruptores, porta-lámparas
y demás accesorios para instalaciones de electricidad.

Tulipas, reflectores, pantallas y globos de cristal.

Salc6, Hermida y Peña

Ingenieros constructores de material el6ctrico

Oficinas: ALCALÁ 4, 1.º

Fábrica y Almacenes, Costanilla de San Andrés, 7

M A D R I D

INTERRUPTORES, CORTA-CIRCUITOS,
CUADROS DE DISTRIBUCIÓN,
VENTILADORES, AISLADORES, ETC., ETC.

Grandes existencias de conductores aislados y desnudos.

Aparatos de medida,

Lámparas y toda clase de material
para instalaciones particulares y Centrales.

Fábricas de Electricidad

TRANVÍAS ELÉCTRICOS.

TRANSPORTES DE FUERZA

PRESUPUESTOS Y PROYECTOS GRATIS

Pídanse Catálogos

THE MERCHANTS MARINE

Insurance Company Limited

COMPañÍA DE SEGUROS MARÍTIMOS

FLUVIALES Y TERRESTRES

LONDRES

DIRECTORES

James Mc. Gregor (Messr. Mc. Gregor Gow & C.^o), London, Presidente.

Williams Livingstone Watson, London, Vicepresidente.

Williams Luidsay Alexander (Messr. George Henderson & Sons), London.

Leonard Frederik Harrold

(Mess. Harrold Brothers (London).

Thomas Steel (Messr. Webster. Stell & C.^o) London.

J. Brown Westray (Messr. J. B. Westray & C.^o) London.

George Rainy Joung (Messr. Smith, Wood & C.^o) London.

UNDERUNTER,

Akroyd Hyslop.

SECRETARY,

Alfred Dawson.

Agente general en España y sus posesiones,
DON HENRY MAC-PHERSON
Cuartel de Marina, 14

Revista Minera

Metalúrgica y de Ingeniería,

FUNDADA EN 1850

Año L

1899

Director: D. Adriano Contreras,

Ingeniero de Minas

y Profesor de la Escuela de Minas de Madrid

Oficinas, Villalar, 3, Madrid

El periódico industrial más antiguo y el más conocido en las Centrales de alumbrado, por ocuparse con preferente interés de los asuntos que se refieren á la **Electricidad**, tanto en lo que atañe al alumbrado público y particular, como en lo que se relaciona con el transporte y aprovechamiento de la energía eléctrica.

Se envía gratuitamente un número de muestra.

PRECIO DE SUSCRIPCIÓN POR UN AÑO

En España sin el Anuario . . .	18'00 pesetas
» » con » » . . .	25'00 »
En el Extranjero sin el Anuario . . .	25'00 francos
» » con » » . . .	32'00 »

La tarifa de anuncios se remite á quien la solicite.

Administración y Redacción, Villalar 3, Madrid

FABRICA DE LAMPARAS DE INCANDESCENCIA

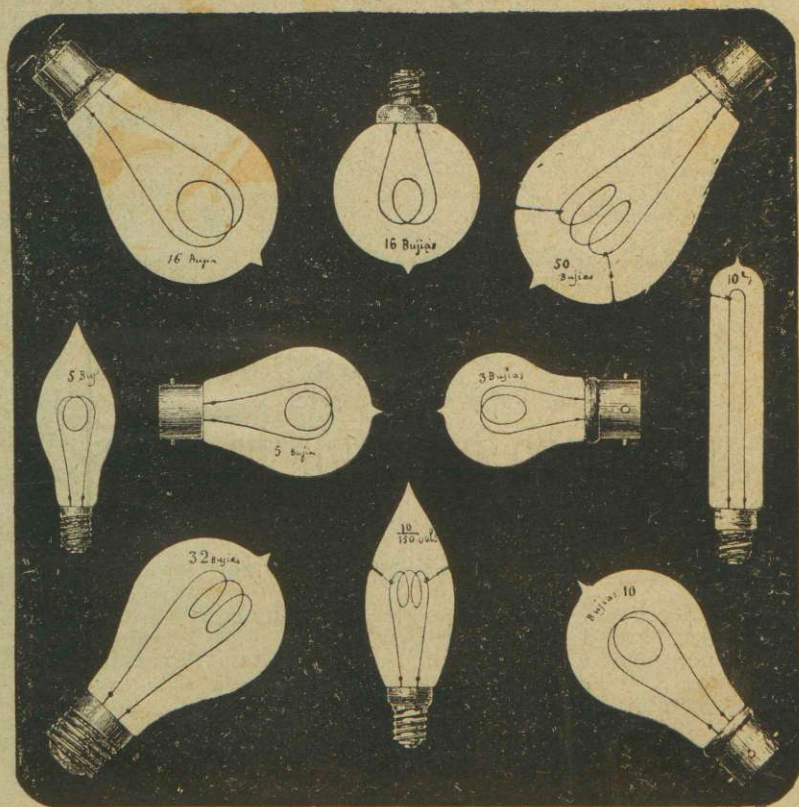
SUCURSAL ÚNICA EN ESPAÑA DE LA

C.^{IE} G.^{LE} D'ELECTRICITÉ, DE PARIS

ADMINISTRACIÓN Y FÁBRICA: BARRIO DEL PACÍFICO. — MADRID

Dirección telefónica y telegráfica: **INCAND-MADRID**

Apartado de Correos núm. 130



Tipografía Gaditana

ARGANTONIO, 5 Y 7 y ALCALÁ GALIANO, 6

Cádiz

Esta Casa se dedica con preferencia á la impresión y encuadernación de toda clase de obras, desde las de más lujo hasta las más modestas.

Los citados trabajos resultan los más económicos de España, y con la perfección y limpieza que se nota en esta obra.

Los precios son desde **15 pesetas**

EL PLIEGO DE OCHO PÁGINAS

y con tirada de 500 ejemplares.

A los señores clientes que no residan en esta ciudad, se les envían las pruebas cuantas veces sea necesario, á fin de evitar las erratas que tan mal resultan en esta clase de trabajos.

Los gastos que los citados envíos causen, son de nuestra cuenta.



