



CARTILLA
DE
ELECTRICIDAD PRACTICA

5-XIX
4.108

CARTILLA DE ELECTRICIDAD PRACTICA

PARA USO DEL PERSONAL

DE LA

COMPañÍA TRASATLÁNTICA

POR

D. Eugenio Agacino y Martínez

JEFE DE LA ARMADA

CÁDIZ

Tipografia Gaditana
1894.

PRÓLOGO

DE LA

PRIMERA EDICIÓN

La publicación de esta *Cartilla* como la de *Máquinas de vapor* que con tanta aceptación ha sido recibida, obedece al patriótico pensamiento del Presidente de la Compañía Trasatlántica Sr. Marqués de Comillas, en querer facilitar al personal de Pilotos y Maquinistas de la Empresa, pequeños compendios de fácil y clara comprensión, que gratuitamente dados á unos y otros, sirvan para mejorar la instrucción de los mismos.

Honrados nosotros con el difícil encargo de dar forma real á tan loable propósito, exponremos algunas ligerísimas consideraciones, suficientes para dar idea del trabajo realizado.

Por lo que á su parte material respecta, nada hemos omitido para que en la impresión y grabados, resulte el libro á la altura de sus análogos publicados en el extranjero.

En cuanto á su estructura, nos han servido de guía los siguientes preceptos, en los cuales entendemos debieran inspirarse cuantos de redactar obras didácticas de este género se ocupan.

1.º Proporcionar la clase y dosis de la doctrina, á la base general de conocimientos de los que han de recibirla.

2.º Exponer los principios fundamentales y todo cuanto fuere pertinente al fin propuesto, con claridad, sencillez y precisión.

3.º Establecer la debida armonía entre las materias tratadas.

Y 4.º Mucha figura que ilustre; mucho ejemplo práctico que aclare, y dejar para otro género de obras de más

elevado vuelo, tratar aquellos particulares que sólo en el vastísimo, fecundo y amplio campo de los principios científicos, pueden ser convenientemente analizados.

Que España se encuentra necesitada de obras didácticas elementales, para la preparación y educación científica de un personal, que como el de Maquinistas y Pilotos; tan indispensables servicios presta á bordo de nuestros buques mercantes, asunto es acerca del cual no debemos ni podemos argumentar, sin ofender notoriamente la ilustración general.

En Italia, Francia é Inglaterra es crecido el número de obras de este género que á su disposición tiene aquel que quiere instruirse.

En España no se carece de textos de electricidad que traten ampliamente la materia: pero ó faltan lectores para estos libros, ó á éstos les sobra original que pueda ser comprendido por los más.

Obras de verdadera propaganda y vulgarización de conocimientos son tan pocas las que existen, que á la ausencia de las mismas, en gran parte achacamos el retardo con que se marcha con respecto á otras naciones, en las aplicaciones que por base tienen estas ciencias de moderna utilización en las industrias.

Nuestro trabajo no ha llegado á adquirir la categoría de libro. Su programa es mucho más modesto. Para llamarlo *Cartilla*, necesitamos emplear un poderoso esfuerzo de benevolencia.

El que sepa electricidad, hará bien en apartarle de su vista por innecesario. Pero aquellos que no conozcan la materia y quieran aprender el a, b, c, de esta ciencia, encontrarán en él provechosa lectura.

Si esa misma elementabilidad de que hablamos, produce como consecuencia en el que lo hojea, considerarlo como compañero que instruye sin fatiga ni dificultad para el entendimiento, nuestros propósitos habrán sido satisfechos y recompensada con creces la pobre labor que su confección representa.

Eugenio Agacino.

PRÓLOGO

DE LA

SEGUNDA EDICIÓN

Tres meses no bien contados, suficientes han sido para agotar la primera edición de esta *Cartilla*, cuya tirada fué de 1.700 ejemplares.

Este hecho, quizás sin precedente en España, tratándose de libros didácticos con ciencias relacionados, nos ha hecho confirmarnos más y más en la opinión que hace tiempo sustentamos, acerca de la necesidad que existe entre nosotros de obras completamente de vulgarización, en las que el autor olvidándose un poco de su personalidad, solo piense en transmitir á los demás, cómoda, fácil, agradable y hasta económicamente los conocimientos que se proponga enseñar.

En España el número de libros de este género es y será siempre muy reducido, porque un concepto por completo equivocado, lleva fatalmente á los autores á que la nota predominante en sus obras sea, la de que no aparezcan ellos como deficientes ó escasos de conocimientos en la materia, ante los que se supone saben más ó tratan extensamente estos mismos particulares. Los más se olvidan por lo tanto al escribir, de todo aquello que en nuestro primer Prólogo hemos presentado, como necesarios requisitos que debe reunir el libro dedicado á la enseñanza.

A la carencia, pues, de libros de verdadera vulgarización en asuntos de Electricidad, atribuimos la bondadosa y excepcional acogida conque el público ha recibido el nuestro. A este señalado favor, quizás no del todo justificado, pero desde luego por nosotros muy reconocido y apreciado,

correspondemos hoy ofreciendo la segunda edición de la *Cartilla de Electricidad Práctica*, corregida y notablemente aumentada.

Diez grabados y veinte páginas más de texto, representan las adiciones, sin que por ello el coste del libro sufra para el público aumento alguno en el precio.

Las lámparas de arco; comparación entre las corrientes continuas y alternas; aumento en el número de ejemplos y ejercicios prácticos; más extensa aclaración en la mayor parte de las respuestas; los proyectores eléctricos; un capítulo sobre *Telefonía*; otro sobre *Recetas útiles* para los Electricistas; y últimamente la adición de no escaso número de tablas compendiadas, forman ó componen la nueva materia que contiene esta segunda edición.

Dispuestos estamos á perseverar en el propósito de hacer cada día más interesante este modesto trabajo, dentro siempre del criterio que no pensamos abandonar, de que su filosofía solo sea, vulgarizar todo lo relativo á las aplicaciones de la Electricidad en general, y más especialmente á los buques.

Por fortuna los progresos siempre crecientes de esta ciencia, suministran materia nueva para que en las ediciones sucesivas pueda anotarse algo interesante, que la práctica sancione como útil y provechoso.

El período álgido de las aplicaciones de la Electricidad parece que se avecina, y no se necesita ser muy lince para predecir, que antes de poco esta nueva diosa llamada *Electricidad*, que tan terrorífica y destructora se nos presentaba á principios del siglo XIX, acabe á fines de él por ser la compañera inseparable del hombre en todos sus trabajos é industrias, como se doblega hoy ya complacientemente para satisfacer muchas de sus necesidades y no pocos de sus caprichos.

Eugenio Agacino.

PRÓLOGO

DE LA

TERCERA EDICIÓN

Perseverantes en nuestro propósito de corresponder al público favor con que son acogidos nuestros modestos trabajos, damos hoy á la estampa la *tercera* edición de esta CARTILLA, con mejoras importantes en su texto.

La parte destinada á definiciones y nociones fundamentales, como base sólida y esencial que es para el electricista, la hemos ampliado y trasformado notoriamente.

Los ejemplos de todas clases, para hacer más fácilmente comprensible todo lo que se explica, se han aumentado también; dando con ello testimonio de consecuencia al sistema seguido desde la publicación de la primera edición, de que la claridad sea el rasgo distintivo de este libro.

Los *contadores* en uso, los diferentes *montajes de lámparas*, el sistema de distribución por *feeders*, las instalaciones de *tres hilos*, y todos cuantos progresos vemos van aclimatándose por virtud de su propia bondad acreditada con la experiencia, todos los vamos introduciendo en el texto, siguiendo así la marcha progresiva y de incesante desenvolvimiento que hoy caracteriza á la ciencia eléctrica.

Hemos aumentado también el número de tablas útiles que al final de la obra se insertan, pues entendemos ha de resultar muy provechoso para la generalidad, una especie de pequeño formulario práctico, en el que puedan tomarse rápidamente todos los datos y referencias necesarios para el estudio relacionado con las instalaciones de alumbrado.

En la parte material, hemos reemplazado el carácter de letra por otro más inteligible; se han sustituido por otras más perfeccionadas, aquellas figuras que nos pare-

cieron deficientes; y por último, preséntanse los ejemplares encuadernados, alcanzando así para el libro más larga duración, con evidente provecho para el que lo adquiera.

Tales son en conjunto las novedades de esta tercera edición, que viene á completar el número de *¡¡7000 ejemplares!!* estampados desde mediados del año 1892.

Concluiremos dando las más expresivas gracias al Profesorado de las Escuelas de Artes y Oficios de la Península y Ultramar, que han juzgado merecedora nuestra CARTILLA de figurar como libro de texto para la instrucción de los obreros mecánicos y electricistas que asisten á sus cátedras.

Eugenio Agacino.

DEFINICIONES

1.—PREGUNTA.—¿Qué se entiende por **electricidad**?

RESPUESTA.—La electricidad no se define. Su naturaleza es desconocida, y solo de ella se sabe de un modo cierto, la manera de producirla y sus manifestaciones.

2.—P.—¿Cuándo se dice que un cuerpo está **electrizado**?

R.—Si un pedazo de ámbar, vidrio, resina, etc., se frota con un trozo de paño seco el primero ó piel de gato los demás nombrados, obsérvase que estos cuerpos adquieren como consecuencia de ello, la especialidad de atraer á determinados más lijeros, como pequeños trozos de papel ó diminutas bolas de médula de sauco.

A este rasgo característico, que no solo se evidencia en los materiales anteriormente citados, sino que con algunas precauciones por lo que á su aislamiento se refiere, es facil poner igualmente de manifiesto en la madera, en los metales y en todos los cuerpos sólidos, es á lo que se llama *electrización por frotamiento*.

La causa que este estado de electrización produce, por completo desconocida en su naturaleza, y tan ignorantes hoy sobre su esencia y constitución como lo estuvieron nuestros antepasados, es á lo que se ha convenido en llamar **electricidad**, sin duda teniendo en cuenta que el **am-**

bar, llamado en griego **electron**, fué el primer cuerpo en quien se reconoció esta singularísima propiedad.

3.—P.—¿Cómo se **electrizan** los cuerpos?

R.—Por diversos medios, siendo los más usuales, **frotamiento, acción química, acción calorífica y acción magnética ó mecánica.**

4.—P.—¿La electricidad que se produce en los cuerpos es de la misma naturaleza?

R.—Con un sencillo aparato llamado *péndulo eléctrico*, fácil es evidenciar la diferente manera con que los cuerpos resultan electrizados por medio del frotamiento.

Un soporte del cual pende un hilo fino en cuya extremidad lleva colgando una pequeña bola de sauco, es lo que constituye el péndulo dicho.

Si imaginamos dos de estos péndulos y acercamos á ellos una barra de cristal electrizado, se observa que la bola es en ambos atraída, hasta que una vez el contacto establecido y electrizadas ellas por este contacto, se separan y obstinadamente repelen la barra que las electriza.

En este estado, si aproximamos al primer péndulo una barra de vidrio y al otro una de resina, ambas electrizadas, notaremos que en el primero la bola es rechazada y atraída en el segundo.

Demuestra esto con claridad suficiente, que la electrificación del vidrio no es la misma que la de la resina; ó en otros términos, que la electricidad del cristal y la de la resina son de **diferente especie.**

Enseña además la experiencia, que todo otro cuerpo cualesquiera electrizado, se conduce del mismo modo que uno de los dos anteriormente nombrados, es decir, que su electricidad es como la del cristal ó como la de la resina.

No hay, pues, más que *dos especies de electricidad*: electricidad *vítria*, y electricidad *resinosa*. La primera se ha

convenido en llamarla **positiva** y en designarla con el signo $+$; la segunda, **negativa**, y se distingue con el signo $-$.

Obtiénese también como consecuencia de lo expuesto, *que dos cuerpos cargados de la misma electricidad se rechazan, y se atraen si las electricidades son contrarias ó de diferente especie.*

Más claro: la electricidad que puede originarse en los diferentes cuerpos, se agrupa en solo las dos clases expresadas.

5.—P.—¿Y la electricidad por la **acción calorífica**, cómo se genera?

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 manera 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.

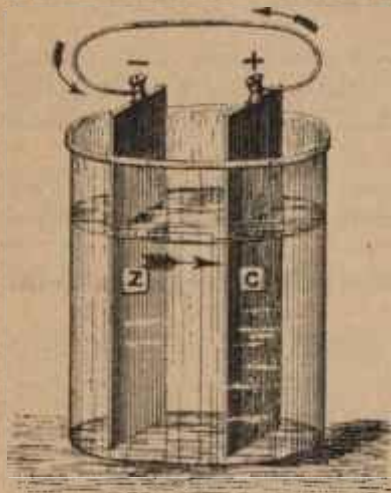
6.—P.—Entre los diferentes medios de producir la electricidad, ¿cuáles tienen en la actualidad más aplicación práctica?

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.

7.—P.—¿Cómo se genera electricidad **química-mente**?

R.—Se toma un vaso de cristal que contenga líquido excitador, ya sea formado ó compuesto con sales de amo-

niaco, ácido sulfúrico ú otra materia. En este liquido se



(Fig. 1)

sumergen en parte dos planchas ó placas, la una de zinc, *Z* (*figura 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**

ca en un elemento, se admite que la acción química del liquido sobre el zinc dá nacimiento á una fuerza llamada **fuerza electro motriz**. Como consecuencia de ella la parte de zinc sumergida se electriza positivamente y la no sumergida negativamente. La electricidad de que el liquido 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.

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

R.—El zinc toma el nombre de polo negativo y el carbón el de positivo.

9.—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.

10.—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 potencia eléctrica 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.

11.—P.—¿Cómo se produce la electricidad por la **acción magnética ó mecánicamente?**

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

Si en el interior de un **carrete** ó **bobina** de hilo



FIG. 2

metálico aislado convenientemente, se mueve un imán (*figura 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 resistencia que el imán presenta por su atracción para detenerla, se convierte 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.

12.—P.—¿Qué es un **imán**?

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

13.—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 o 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, el metal, 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.

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

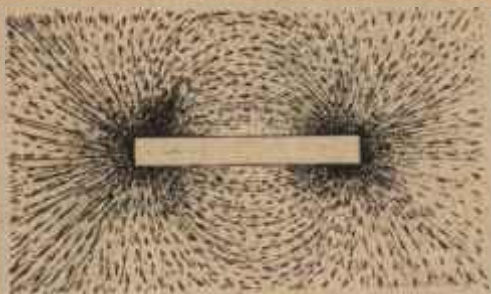
R.—La acción magnética se dirige preferentemente á las extremidades de los imanes, las cuales reciben los nombres de **polos**: disminuye desde los extremos hasta el punto medio, en el cual la acción ya no es sensible, por lo que se le denomina **punto neutro**.

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 lijera capa de limaduras pulverizadas de hierro. Por la parte de abajo del papel colóquese un imán, y se verá que el polvo



(Fig. 3)

de hierro se reparte no en forma caprichosa, sino dibujándose una série de líneas curvas, 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 mucho 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, denominase *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.

15.—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 desvie 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 aquella.

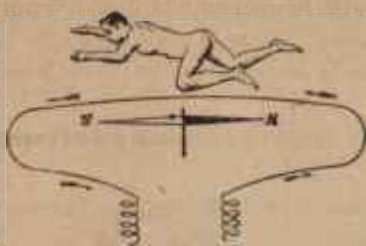
Esto último requiere ser aclarado.

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 aunque 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 agu-



(Fig. 4)

ja se desviará siempre hacia la izquierda de dicho observador.

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 con-

ductor; 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 pies á la cabeza, é inversamente si ocurre lo contrario.

16.—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	Cautchouc
Estaño	Aire rarificado	Goma laca
P'omo	Hielo	Ebonita
Mercurio	Agua pura	Aire seco
	Piedras	
	Madera seca	
	Porcelana	
	Papel seco	

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

La electricidad no se 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, generalmente 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 interrumpe.

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

R.—Para hacerse verdaderamente cargo de las condi-

ciones en que la corriente eléctrica atraviesa un circuito, precisa analizar los tres elementos que la definen. Son estos:

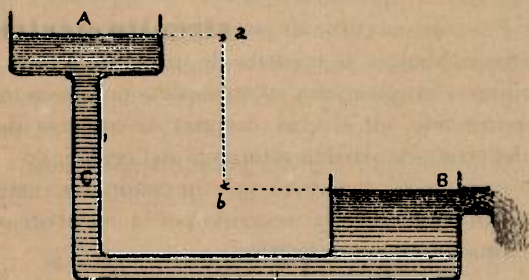
1.º La fuerza en virtud de la cual la corriente se establece: es decir, la **fuerza electro motriz**.

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**.

La circulación de la electricidad para ser bien comprendida, no cabe hacer mejor comparación que la anteriormente expuesta sobre los depósitos de agua con diferente nivel.

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



(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*, tanta 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 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, 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 íntimamente 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 mar- cable y la resistencia del tubo al paso del líquido suma- mente reducida.

19.—P.—¿Cuáles son las **unidades prácticas eléctricas?**

R.—Las siguientes:

Unidad de resistencia.—El **Ohm**.

La resistencia eléctrica que ofrece un alambre telegráfi- co ordinario de 100 metros de longitud y 4 milímetros de diámetro. O también la resistencia que representa una co- lumna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección y

un metro próximamente 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 1 milímetro de diámetro y 48 metros de longitud, es un Ohm.

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, y cuyo coeficiente para los metales más usuales, son los siguientes:

Cobre recocido	63'13
» batido	61'65
Hierro recocido	10'38
Plomo	5'14
Maillechort	4'82

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 60*; si bien aquélla se contrae al hilo de cobre, que es el material más generalmente 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.

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

La fuerza electromotriz desarrollada por un elemento de pila Daniell.

Unidad de intensidad.—El **Ampère**.

La intensidad de una corriente que tenga un 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. -

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.

Unidad de cantidad.—El **Coulomb**.

La cantidad de electricidad que atraviesa un conductor durante un segundo con una intensidad de 1 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.

Unidad de trabajo.—El **caballo eléctrico**.

No debe ser considerado como unidad derivada, sino 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

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	Ampère.	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 significa 1.000,000 de veces la unidad.
Myria » 10,000 » »
Mili » $\frac{1}{1,000}$ » »
Micro » $\frac{1}{1.100,000}$ » »

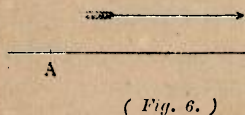
Así, por ejemplo, 1 microhom representa un millonésimo de ohm.—2 miliampères equivalen á 2 milésimas de ampère.

20.—P.—¿Cuál es la **ley de Ohm**?

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 generador ni receptor eléctrico.



Si la corriente que por este conductor pasa tiene 1 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, esta es precisamente de 1 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, medida en ampéres, y

R, la resistencia, medida 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 entre dos puntos 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.

21.—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 éstos dos puntos, R la resistencia que los separa, é I la intensidad de la corriente.

Es evidente que la *potencia* disponible entre ellos es $E \times I$ watt: como hemos supuesto no existe entre ellos

generadores ni receptores, toda esta potencia aparece en toda 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, 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 multiplicados 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 ampéres 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 $R \times I^2$.

EJEMPLO.—Sobre un circuito recorrido por una corriente de 20 ampéres 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, es según la ley de Joule:

$$R \times I^2$$

sustituyendo:

$$10 \times 20^2 = 10 \times 400 = 4.000 \text{ watts.}$$

y expresando este resultado en calor,

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

Se manifiestan ó aparecen en este conductor 960 calorías 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 presentan 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, dan lugar á que el producto $R \times I^2$ 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.

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

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

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

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



que circula por el conductor X A, se bifurca para 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.^o *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 amperes en A M B
18'19 amperes 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 suscintamente 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 se quieren determinar i, i', i² y i³.

El conjunto ó reunión de estas ramas se comporta por lo que á la 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:

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

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

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

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

23.—P.—¿Presentar algunos ejercicios basados en las explicaciones dadas sobre las unidades prácticas?

R.—1.º—Determinar la **intensidad** de una corriente que recorre un circuito, cuya resistencia es de 2 ohms y su fuerza electromotriz de 20 volts.

La ley de Ohm nos dice (pregunta 19).

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

Sustituyendo los valores dados para E y R, tendremos:

$$I = \frac{20}{2} = 10$$

La intensidad pues, será de 10 ampéres.

2.º—Calcular la **fuerza electromotriz** que co-

responde á una corriente recorriendo un circuito cuya resistencia es de 2 ohms, con una intensidad de 10 am-péres.

La ley de Ohm nos dice:

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

Como lo que queremos calcular es E, su valor será

$$E = I \times R$$

Sustituyendo los valores de I y R, tendremos:

$$E = 10 \times 2 = 20$$

Luego la fuerza electromotriz será de 20 volts.

3.º—Hallar la **resistencia** de un conductor por el que circula una corriente cuya intensidad es de 10 ampéres y su fuerza electromotriz 20 volts.

La ley de Ohm nos dice:

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

Como lo que queremos calcular es R, lo despejo y será:

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

Sustituyendo los valores de E é I que nos son co-nocidos:

$$R = \frac{20}{10} = 2$$

Luego la resistencia del conductor deberá ser 2 ohms.

4.º—¿Cuál será la **potencia eléctrica** de una co-rriente cuya fuerza electromotriz es de 100 volts y la inten-sidad de 70 ampéres?

Sabemos que la potencia eléctrica, es el producto de la intensidad por la fuerza electromotriz, luego

$$P = I \times E$$

Sustituyendo los valores de I y E, tendremos:

$$P = 70 \times 100 = 7,000$$

luego la potencia eléctrica será 7,000 watts.

5.º—¿A cuántos caballos eléctricos equivalen 7,000 watts, ó por mejor decir para obtener una energía eléctrica de 7,000 watts en el supuesto de que no hubiese pérdidas, cuántos caballos de vapor se necesitan?

El caballo de vapor indicado ó de 75 kilogrametros, vale 736 watts.

Luego dividiendo 7,000 por 736, obtendremos lo que se desea. El cociente es 9'5.

Por lo tanto será preciso un trabajo de 9 caballos y medio, para obtener esa energía.

6.º—¿Una corriente cuya potencia es de 7,000 watts y su fuerza electromotriz de 100 volts, qué intensidad le corresponderá?

Sabemos que los watts, son el producto de los volts por los ampères, luego

$$\text{watt} = \text{volt} \times \text{ampère}$$

Como se quiere hallar el valor del ampère, lo despejaremos y será:

$$\text{ampère} = \frac{\text{watt}}{\text{volt}}$$

sustituyendo en esta expresión las cantidades conocidas, será:

$$\text{ampère} = \frac{7,000}{100} = 70$$

Luego la intensidad será de 70 ampères.

7.º—¿Qué **cantidad** de electricidad ha pasado por un conductor en una hora, siendo la intensidad de la corriente de 70 ampères?

Tenemos:

$$Q = I \times t$$

Poniendo en lugar de I y t sus iguales.

$$Q = 70 \times 3,600 = 252,000$$

Luego la cantidad buscada estará representada por 252,000 **coulombs**.

Si se quisiera expresar en **ampéres horas**, dividiríamos 252,000 por 3,600, que son los coulombs correspondientes á esta otra unidad.

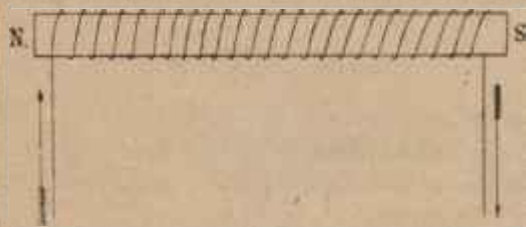
APARATOS

que se emplean en el alumbrado eléctrico

24.—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



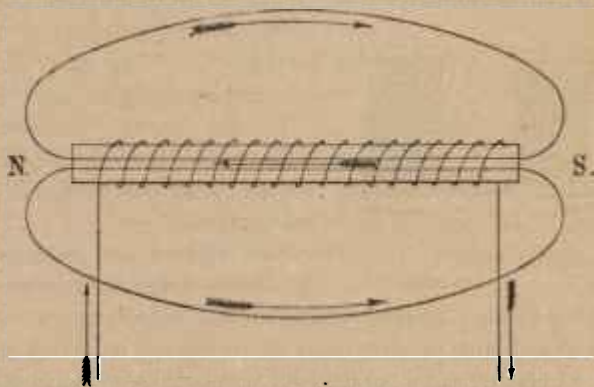
(*Fig. 8*)

interior, y formado, por ejemplo, por un hilo de 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 (14).

Si se analizan los fenómenos que en el interior de esta bobina se producen, pónese enseguida de manifiesto (*figura 9*), la existencia de las líneas de fuerza interiores que com-



(Fig. 9)

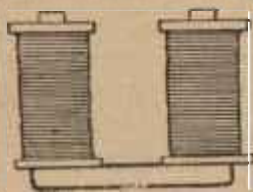
pletan el circuito magnético, y vienen á formar con su conjunto de líneas paralelas un campo magnético *uniforme*, en el que la fuerza de inducción sigue la dirección marcada por la flecha.

Pues bien, si en este campo magnético interior, que en el caso presente está ocupado por el aire que circula en el interior del tubo de cristal, colocamos una barra de hierro dulce, por ejemplo, los efectos de la inducción referida aumentanse 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.

25.—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.



(Fig. 10)

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

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

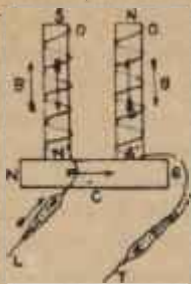
Los núcleos son dos barras de hierro dulce ligadas en su base por una pieza del mismo metal, en términos de que estos elementos pueden considerarse como una sola pieza.

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.

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

R.—La extremidad exterior *L* (fig. 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, la corriente atraviesa por ellos por la pieza intermedia que los une. 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.



(Fig. 11)

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 SN, 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.

28.—P.—¿Qué es un **galvanometro**?

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

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

R.—Si se situa 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 situa 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 situa la aguja encima del alambre, con-

servando 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 15, 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 envuelto con forro aislador. Todo esto vá introducido en una caja cilíndrica, en una de cuyas tapas provista de cristal y cuádrante graduado, pueden leerse las deflexiones 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 éste á derecha ó izquierda, el sentido de la misma; y la magnitud de la desviación, su importancia.

30.—P.—¿Qué es un **amperómetro**?

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

31.—¿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, gran número de veces arrollada sobre sí misma, y entre los polos de dos imanes colocados

frente á frente, cuya misión es convertir la barreta en un imán de acción independiente del meridiano magnético.

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.

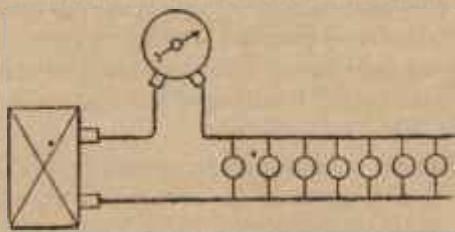
Dos tornillos terminales colocados en puntos diametralmente opuestos, reciben los hilos conductores de la corriente y son también punto de terminación de la lámina de cobre enrollada, de que anteriormente hemos hablado.

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 moible 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 ampéres que la intensidad de la corriente representa.

Es crecido el número de aparatos diversos que para este



(Fig. 12)

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

32.—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.

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.

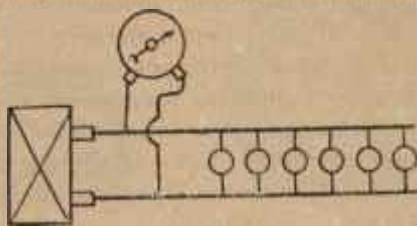
33.—P.—¿Qué es un **volmetro**?

R.—La descripción que en el número 30 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*)

Va provisto también de un botón, para que sólo 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.

34.—P.—¿Qué es un **interruptor**?

R.—Los interruptores son unos aparatos que se colocan sobre uno de los hilos del circuito para establecer ó interrumpir la corriente, con el objeto de encender 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.

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

R.—Uno de los modelos más sencillos es el representado en la (*fig. 14*).



(*Fig. 14*)

La clavija se introduce en el hueco correspondiente á dos placas de cobre, á las cuales vienen á morir las extremidades de los hilos conductores, poniendo así á estos últimos en comunicación. Solo para corrientes pequeñas puede utilizarse este interruptor.

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

Es un interruptor de llave y de construcción más esmerada que el anterior. 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 de la derecha cuando no las toca.

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

R.—En los lugares alumbrados por medio de lámparas incandescentes, se necesita á veces colocar fuera de circuito,

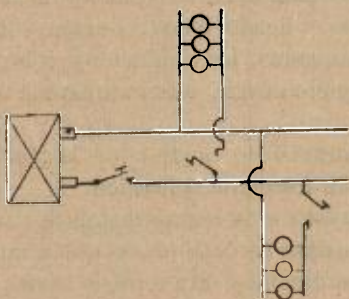


(Fig. 15)

bien el conductor principal, ya algunos de los secundarios.

La (fig. 16) representa la disposición del interruptor para estos diferentes casos. Debe procurarse siempre colo-

carlos 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.



(Fig. 16)

Los aparatos más cómodos de esta clase, son aquéllos cuyas piezas son visibles de tal modo, que siempre

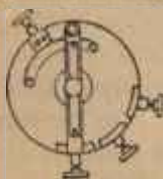
puede uno asegurarse del buen estado de los contactos y ver si la barra ó manivela está bien colocada. Si los detalles del interruptor no están visibles, es muy beneficioso darles la preferencia á aquéllos que están contruidos de modo que no permiten más que dos posiciones para las superficies de contacto.

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.

37.—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. 17*) nos representa el conmutador circular, tan sencillo en su construcción, que basta la simple inspección del dibujo para quedar impuesto de su estructura. La posición que se adopte para la maniveta ó barra, fijará la dirección que quiera dársele á la corriente.

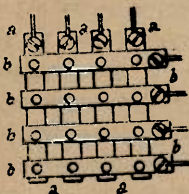


(Fig. 17)

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 maniveta: 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 (*fig. 18*) representa, tiene también frecuente aplicación.

Se compone de una serie *a* de barras metálicas paralelas, á cuyos extremos se fijan los conductores que arrancan de las dinamos: otra serie 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. De esta segunda serie de barras parten los conductores, que han de transportar la corriente á las lámparas.

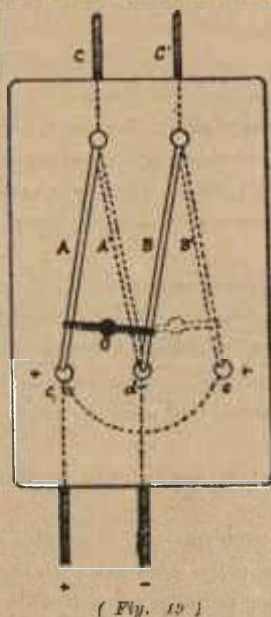


(Fig. 18)

Instalado el aparato en la forma dicha, la corriente no circulará por la separación ó aislamiento que existe entre las dos series 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.

38.—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 pasar la corriente positiva por el conductor en que circula la negativa é inversamente.



La (fig. 19) nos representa el modelo más generalizado, cuyo funcionamiento vamos a explicar.

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 e 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 ba-

rras 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.

39.—P.—Qué es un **cortacircuito?**

R.—Bajo la denominación de **corta circuito, disyuntores ó fusores**, designasen 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 aquella. 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 presenta 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 útiles aparatos. Sin embargo, muchas veces se le reemplaza por aleaciones fusibles,

cuyas propiedades adecuadas han sido determinadas por Mr. Weisbach, y algunas de las cuales anotamos en la tablilla inserta al final de esta **Cartilla**.

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.

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 — . . .	» » 2'5 —
» 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.

A bordo de los buques se establecen corta-circuitos para

cada lámpara. En las instalaciones de tierra no es esto tan general; pero desde luego no queda sin protección, toda derivación cuya densidad de corriente exceda de 5 amperes.

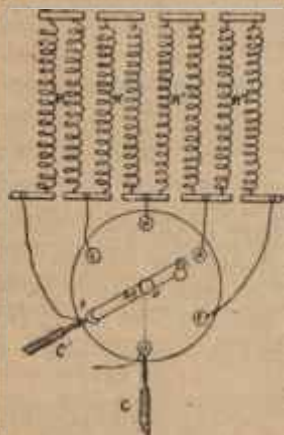
40.—P.—¿Qué es un **regulador de corriente**?

R.—Por regulador de corriente ó rehostato 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 serie de resistencias R, R^1, R^2, R^3 , enrolladas en hélice y de hilo de maillechort. La (fig. 20) nos presenta la disposición más sencilla que afectan. Unas están ligadas á las otras 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 serie de resistencias.



(Fig. 20)

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'*, 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.

Fuera parte del 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 todos se gobiernan por el regulador general.

No todos los reguladores de corriente afectan la forma descrita. Los hay también automáticos con diversas dispo-

siciones, 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.

41.—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.

Los péndulos reciben su movimiento de dos aparatos de relojería, cuyas indicaciones, en la forma ordinaria de los contadores, dan la diferencia de las oscilaciones de aquéllos.

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

Mientras no existe corriente en las bobinas, 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, cuánto 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 con facilidad 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.

Se construyen aparatos con diferentes dimensiones.



(Fig. 21)

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 ampéres con 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 amperometros. 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 género, 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 electro-imán, 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.

42.—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

ampéres ó sean 100,000 watts de energía eléctrica, por medio del transformador puede convertirse en otra equivalente de 100 volts y 1,000 ampéres, 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 ligera idea de estos aparatos, reseñamos lo expuesto.

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

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

44.—P.—¿En qué consiste la primera?

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

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 bombilla de cristal que lo encierra.

45.—P.—¿Son iguales todas las lámparas de incandescencia?

R.—Lo son en el principio en que su construcción se apoya; pero difieren en los detalles de fabricación y en la naturaleza del filamento.

Las que más aceptación tienen, son las de **Cruto, Edison, Swan, Gérard y Angenault**.

A continuación exponemos las características de estos diversos tipos.

Lámparas **Cruto** para 100 volts á razón de 3'5 watts por bujía.

Lámparas de 10 bujías	0'35 ampére
» » 16 »	0'56 »
» » 32 »	1'12 »
» » 50 »	1'75 »

Lámparas **Edison** para 100 volts á razón de 3'5 watts por bujía.

Lámparas de 10 bujías	0'50 ampére
» » 16 »	0'75 »

Lámparas **Swan** para 100 volts á razón de 4 watts por bujía.

Lámparas de 10 bujías	0'40 ampére
» » 16 »	0'64 »
» » 32 »	1'28 »
» » 50 »	2'00 »

Lámparas **Gérard**.

Para 6 bujías, 6 volts, 3 ampéres, 18 watts	
» 8 » 10 » 3 » 30 »	
» 10 » 17 » 2'5 » 43 »	
» 15 » 20 » 2'35 » 37 »	
» 20 » 25 » 2'40 » 60 »	

Lámparas **F. Gabriel y H. Angenault** para 100 volts.

Lámparas de 10 bujías	0'35 ampére
» » 16 »	0'48 »
» » 20 »	0'70 »
» » 32 »	0'95 »
» » 50 »	1'50 »

46.—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.

47.—P.—¿Qué duración tienen estas lámparas?

R.—De 700 á 3,000 horas en utilización normal y según los casos.

48.—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.

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

R.—Si consideramos dos barras delgadas de carbón 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, una chispa se produce entre las dos puntas, desarrollándose un calor intenso en el espacio de ella. Esta chispa persiste y forma un haz luminoso, mientras que los carbones se conservan á distancia conveniente, y es lo que toma el nombre de **arco voltaico**.

Solamente estando los carbones horizontales como se representa en la (*figura 22*), el rayo ó haz de luz toma la forma de arco. Sin embargo, continúa llamándosele arco voltaico también, cuando se produce en carbones verticalmente colocados, á pesar de no afectar esta forma.



(Fig. 22)

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 es continua.

50.—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.

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

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.

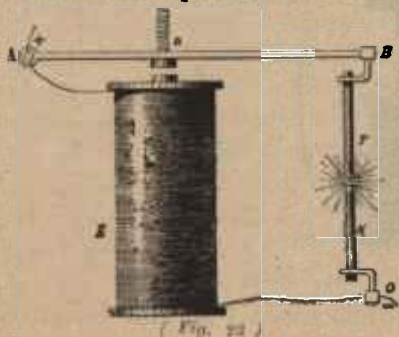
Teniendo esto en cuenta, podemos clasificarlas en dos grupos: **lámparas en derivación** y **lámparas diferenciales**, pues aunque otro pudiera formarse con las llamadas **monófotas**, su reducida aplicación al no poder ser montadas en serie porque la inutilización de una, lleva consigo la de las siguientes,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

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

confundirse con lámparas montadas en derivación, el mecanismo es el siguiente: (*fig. 23*).

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

El funcionamiento no puede ser más sen-



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

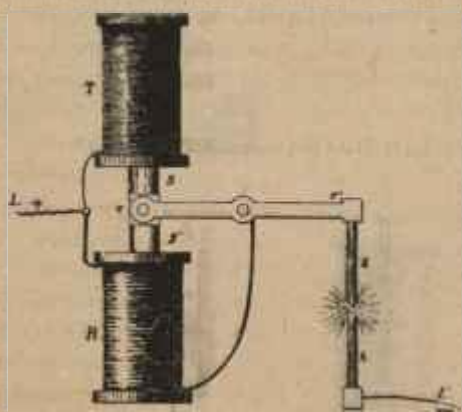
Una derivación del circuito principal partiendo de A, recorre la bobina del electro y en O se une al hilo de salida.

Si la separación de los carbonos 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 carbonos.

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

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

Véase su estructura: (*fig. 24.*)



(*Fig. 24*)

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. SS', una barra de hierro dulce que hace de alma ó núcleo de las bobinas, por cuyo interior puede deslizarse. Se articula en *c* á 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 es atraído hácia arriba, con lo que queda determinada la aproximación de los carbones.

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

52.—P.—¿En qué se apoya 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 aproximación para empezar á funcionar, y la separación conveniente para que se produzca el arco luminoso.

53.—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 in-

conveniente de ser un foco muy intenso, y no tener su luz la fijeza é invariabilidad que con la incandescencia se ha alcanzado.

54.—P.—¿En los buques para qué fin se utiliza la luz de arco?

R.—Para alumbrar y reconocer el horizonte.

— A este fin el núcleo luminoso se coloca en el foco de un reflector cóncavo, de ordinario contenido en el fondo de una caja cilíndrica.

La luz que produce el arco voltaico, se proyecta hacia fuera por medio de un espejo, cuya cara posterior está plateada. Este espejo es el que lleva el nombre de **proyector Magin**, por ser éste su inventor.

Por medio de un tornillo el haz luminoso se acerca ó aleja al proyector, obteniéndose mayor ó menor alcance.

Debe tenerse en cuenta, que todo lo que se gana en alcance de la luz como consecuencia de aproximarla al reflector, se pierde en extensión: de modo que si se pone la luz para que ilumine mucho espacio, será á mucho menos distancia que si se prepara para que alcance mucho, siendo en este caso relativamente pequeña la zona iluminada.

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.—Valiéndose de dos unidades de medida llamadas **cárcel** y **bujía**.

Un cárcel está representado, por la intensidad luminosa de una lámpara, consumiendo 42 gramos de aceite en una hora, con una llama de 40 mm. de altura. La bujía francesa equivale á 0'154 cárcel. Dicho de otra manera, un mechero cárcel representa 6'5 bujías francesas, 7'4 bujías inglesas y 7'6 alemanas.

Es lo más general évaluar la potencia lumínica en bujías. Hay lámparas cuya intensidad se mide por muchos millares de ellas.

Si dos lámparas ó focos presentan notable diferencia en su intensidad, fácil es sin necesidad de ningún aparato decir cuál de ellas suministra mayor cantidad de luz: pero si esta diferencia no es sensible á primera vista y quiere sin embargo apreciarse, se emplea para ello un instrumento llamado **fotómetro**. Con la ayuda de él es como se determina el poder luminoso de las lámparas, y se mide ya sea en cárceles ó bujías, el número de estas unidades que corresponden.

Lo más admitido para distinguir las lámparas es, designar el sistema y el número de bujías: así se dice, una lámpara Cruto de 16 bujías, una lámpara Gramme de 1,000 bujías ó 130 cárceles, etc., etc.

57.—P.—¿Qué características tienen las lámparas de arco más generalmente empleadas?

R.—**Lámpara Gramme:** se construyen de varios tipos y su potencia luminosa varía entre 30, 70, 150 y 500 cárceles.

Lámpara Cance, tipo A:

Intensidad	7 á 8 ampéres.
F. E. M.	45 á 50 volts en los terminales de la lámpara.
Potencia mecánica	1 caballo de vapor.
Potencia luminosa	40 á 45 cárceles.
Duración de los carbones	8 á 9 horas.

Lámpara Thomson-Rice:

Las lámparas corrientes de este sistema son de dos tipos, cuya intensidad luminosa es de 1,200 bujías en uno y de 2,000 en el otro. Requiere una diferencia de potencial de 45 á 50 volts respectivamente en los terminales.

Lámpara Siemens:

La intensidad luminosa varía de 15 á 180 cárcels. Generalmente se emplean de 35 á 40 cárcels, y en este caso requiere $\frac{3}{4}$ de caballo.

Bujía Jablochkoff:

En la bujía Jablochkoff, se suprime el mecanismo que produce la aproximación de los carbones á medida que se desgastan.

En lugar de estar colocados uno en prolongación de otro, se les sitúa paralelamente y á una distancia igual á la longitud del arco.

Esta disposición especial trae aparejada la necesidad de no emplear corrientes continuas, con las cuales sería desigual el desgaste de los carbones. Son, pues, necesarias para su funcionamiento, las dinamos de corrientes alternativas.

Los carbones de la bujía Jablochkoff, tienen ordinariamente 4 mm. de diámetro y dan una luz equivalente á 45 cárcels. La diferencia de potencial que se requiere es de 42 volts, y la intensidad de la corriente de 8 ampéres.

Aquellas otras cuyos carbones tienen 6 mm. de diámetro, necesitan 45 volts, 13½ ampéres y dan 90 cárcels.

58.—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>Ampéres.</i>)	Diámetro del carbón. — (<i>Milímetros</i>)	Intensidad de la corriente. — (<i>Ampéres</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

59.—P.—Para prolongar la duración de las lámparas de incandescencia, ¿qué precauciones conviene observar?

R.—Siempre que las circunstancias no exijan una intensidad de luz igual á aquella para que la lámpara ha sido construida, convendrá que la fuerza electromotriz desarrollada en la dinamo sea un poco inferior á la que la lámpara tiene como reglamentaria, pues con ello se logrará aumentar su duración.

También contribuye al mismo fin, el invertir periódicamente el sentido de la corriente, ya sea por días ó por semanas. Para esto bastará instalar en el conductor principal un inversor de corriente, cuyo aparato ya hemos descrito anteriormente.

60.—P.—¿Cuál es el **rendimiento** luminoso de las lámparas?

Rendimiento luminoso del arco voltaico.

Numerosas aunque todavía no suficientes experiencias, permiten adelantar el conocimiento de los resultados obtenidos en este particular y que son los siguientes.

El rendimiento depende entre otras causas, de la calidad y diámetro de las barras ó carbones, y de la intensidad y naturaleza de las corrientes que se utilizan ó emplean.

Enseña la práctica, que bajo el punto de vista que se

analiza la cuestión, las *corrientes continuas* son mucho más ventajosas que las *alternativas*, pues las primeras dan 100 cárcels por caballo eléctrico y 50 solamente las otras.

Rendimiento luminoso de las lámparas de incandescencia.

Los diferentes perfeccionamientos introducidos en esta clase de lámparas uno y otro día, han aumentado notablemente su duración y rendimiento.

Se construyen ya lámparas que solo gastan 2 watts por bujía; pero reducción tan plausible en el consumo, solo se alcanza á expensas de la duración. Para las lámparas capaces de durar 1,000 horas, debe estimarse que el consumo en watts no ha de ser inferior á 43, lo que aproximadamente supone unos 23 cárcels por caballo eléctrico.

Este rendimiento luminoso, disminuye á medida que el número de horas de servicio aumenta. M. Fontaine estima que después de 500 horas de trabajo, la disminución es de 10 por 100; á las 800 horas, de 15 por 100, y después de 1,000 horas, excede de 20 por 100.

61.—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 ménos 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.

62.—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 exponaremos.

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 caoutchouc*, 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 caoutchouc 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.

	Ampères por mm. ² de sección.
Hilo desnudo al aire libre	6
Hilo cubierto con algodón	4
Hilo aislado con caoutchouc	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 ampères por mm² de sección.

63.—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.

64.—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 sólo se llega á un 5 por 100, cantidad que apenas si se hace perceptible en la intensidad de la luz.

La pérdida de tensión se calcula valiéndose de la ecuación,

$$E = I \times R$$

En la cual como hemos dicho (19), E representa la fuerza electromotriz (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 electromotriz, para saber el consumo por lámpara, se formará una proporción simple, basada en que la intensidad luminosa es proporcional á la de la corriente.

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.

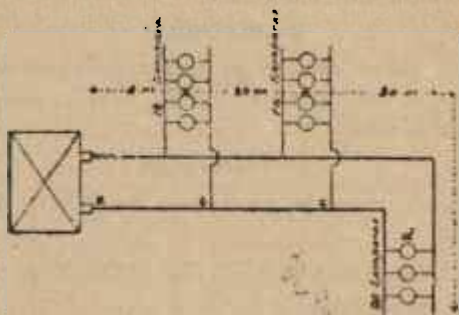
Hilo de cobre

Resistencia para 1 metro de longitud y 1 milímetro cuadrado de sección = 0,0166 ohms.

D	S	R	INTENSIDAD ADMISIBLE					
			1 ampére por milímetro cuadrado		2 ampéres por milímetro cuadrado		3 ampéres por milímetro cuadrado	
			I	E	I	E	I	E
Diámetro	Sección	Resistencia	Intensidad	Pérdida de tensión por metro	Intensidad	Pérdida de tensión por metro	Intensidad	Pérdida de tensión por metro
Milim.	Milim.	Por metro en ohms.	Amp.	Volts.	Amp.	Volts.	Amp.	Volts.
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. 25).



(Fig. 25.)

Empezaremos por calcular el diámetro que deberán tener los conductores principales en las tres partes en que los consideramos divididos; por razón del número 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 sólo la necesaria para el grupo de las 20. La intensidad de las lámparas la suponemos de 16 bujías, y 100 volts la fuerza electromotriz.

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 milíme-

tros. Así es, que el diámetro del conductor será de 4 milímetros, y con él podremos trabajar hasta la intensidad de 25 ampéres, 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 é I, tendremos:

$$\text{Pérdida de tensión ó } E'=22 \times 0'1056=2'323 \text{ volts}$$

b) Conductor *bc*:

$$34 \text{ lámparas: } I=34 \times 0'55=18'70 \text{ ampéres}$$

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*:

$$20 \text{ lámparas: } I=20 \times 0'55=11 \text{ ampéres}$$

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.

65.—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**, 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 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 ó obscuro los negativos.

Tanto en los buques como edificios, el hilo que se utiliza es aislado, y lo más seguro para garantir el alislamiento perfecto, 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.

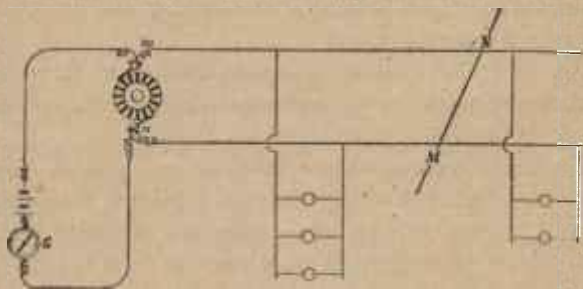
Si los conductores están colocados sobre varetas de madera como anteriormente hemos dicho, la distancia entre ellos puede reducirse hasta 2 centímetros. De no ser esta su disposición, se situarán á 5.

66.—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 galvanometro y se procede como sigue:

1.º—*Corto-circuito*. Sobre un mismo hilo *m n* (fig. 26), se reúne en tensión un galvanometro G y una pila P.



(Fig. 26.)

Demuestra la figura con suficiente claridad, cuál es la verdadera disposición en que el galvanometro 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 empléanse 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 los bornes de la dinamo.

Si la aguja del galvanometro 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 búsqueda 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 todo 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 las lámparas situadas á la derecha.

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, se desmontan las lámparas y se cierran los circuitos derivados; después se liga uno de los bornes de la máquina con uno de los hilos del galvanometro, 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 galvanometro hasta que se obtenga el movimiento de la aguja, que nos indicará el trozo ó sección defectuosa.

Si en el conductor principal nada se ha encontrado, se separa cada circuito secundario y se sigue el mismo procedimiento.

Pilas y sus aplicaciones

67.—P.—¿Qué se entiende por **polarización**?

R.—En la pregunta 7, hemos explicado la manera de producir la electricidad en un elemento de pila. Agregaremos ahora, que en la labor química de que entonces hablamos, van 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, el elemento no suministra electricidad, y entonces se dice que **está polarizado**.

68.—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.

69.—P.—¿Qué aplicaciones tienen las pilas?

R.—Para el alumbrado doméstico ó para la telegrafía, telefonía, timbres, etc.

70.—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.

71.—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 producir vapor. Pero el zinc es 14 veces más caro que el carbón, y suministra 2 veces menos calor en su oxidación. Por consiguiente, la pila no produce electricidad, sino á un precio elevadísimo.

La combustión de un gramo de zinc suministra 22 kilogrametros, y la de un gramo de carbón 44 kilogrametros, ó sea el doble. Pero como el zinc cuesta 14 veces más que el carbón, el trabajo engendrado por una pila será, en definitiva, 28 veces más costoso que el de una máquina de vapor.

La pila, no solo produce electricidad á un precio elevadísimo, sino en cantidades insuficientes.

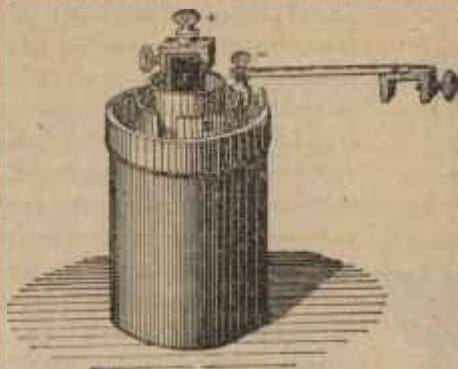
Su empleo, pues, solo está indicado de una manera ventajosa, para corrientes de débil intensidad y de funcionamiento interrumpido, como sucede en la telegrafía y análogas aplicaciones.

72.—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, Leclanche, Daniel y Reina Regente.**

73.—P.—¿Explicar el elemento **Bunsen**?



(Fig. 27)

R.—Está compuesto de las cuatro piezas que la (figura 27) representa, 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 electromotriz es de 1'8 volt.

74.—P.—¿Explicar el elemento **Grenet ó de bicromato de potasa?**

R.—Consiste en un recipiente de cristal, afectando la forma de una botella (*fig. 28*). 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 placa de zinc provista 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. 28*)

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 centígrado, 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 $\frac{1}{2}$, 1 y 2 litros.

La fuerza electromotriz 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 obscuro, 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 deberá añadirsele.

No estará de más advertir, que el bicromato de potasa, además de ser una sustancia nociva, es sumamente caro.

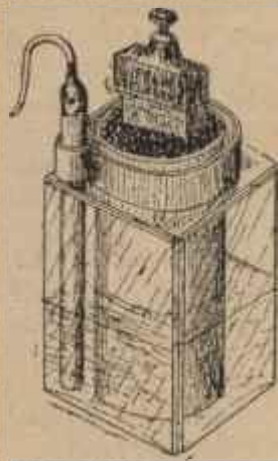
75.—P.—¿Explicar el elemento **Leclanche**?

R.—De tres partes se compone el elemento. Vaso exterior de vidrio, cuya forma espe-

cial enseña la (*fig. 29*). Vaso poroso, que tiene dentro una placa de carbón de retorta, rodeada de una mezcla á partes iguales de peroxido 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 amoniaco. La cantidad de esta sal varía de 100 á 200 gramos, según las dimensiones del elemento.

En el elemento descrito, la fuerza electromotriz es próximamente de 1'46 volt: su resistencia interior, muy próxima á 2 ohms.



(Fig. 29)

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 amalgamado, haciéndose innecesario el levantarlo.

76.—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.



(Fig. 30)

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.

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 electromotriz es de 1'06 volt. La resistencia interior del modelo ordinario, unos 10 ohms.

77.—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.

La (*fig. 31*) representa el modelo del tipo pequeño, teniendo el vaso cuadrado de cristal 18 centímetros de altura por 11 de lado en su base.

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 zines pueden quedar sumergidos, la práctica nos ha hecho ver que lo conveniente es sacarlos.

3.º Que el valor de esta pila es inapreciable como ma-

nantial 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 ampère,	8'50 ptas.
Mediano »	2 »	5 »	15'00 »
Grande »	2 »	10 »	30'00 »



(Fig. 31.)

15 elementos modelo mediano, alimentan hasta 5 lámparas de 12 volts por espacio de 150 horas sin renovar la carga.

Para cargar acumuladores, usos medicales, galvanoplastia, y motores domésticos, su uso parece recomendarse, pues en duración, fuerza y economía, aventajan á los tipos similares.

La Sociedad Anglo-Española de Electricidad (Pelayo 10, Barcelona), suministra todos los datos que sean pre-

cisos sobre la especialidad de estos elementos.

78.—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.

79.—P.—¿Qué condiciones deben reunir las pilas para producción de luz?

R.—1.^a Tener una gran fuerza electromotriz.

2.^a Su resistencia interior pequeña.

3.^a Poseer una gran fuerza electromotriz 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.

Entre las diferentes pilas que hoy se conocen, ninguna llena todas estas condiciones á la vez.

Es práctico y económico en el alumbrado por pilas, servirse de **acumuladores.**

80.—P.—¿Cómo se **asocian los elementos?**

R.— Cuando se desea producir efectos intensos por medio de las pilas, se reunen ó acoplan varios elementos para formar lo que se llama **batería** ó simplemente pila. Los elementos pueden disponerse de diferentes modos, y los resultados obtenidos según el procedimiento que se utilice, difieren completamente.

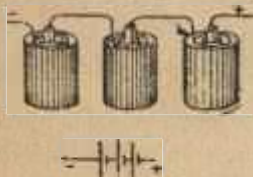
81.—P.—¿Cómo se acoplan en **tensión**?

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, la electricidad del primer elemento penetra en el zinc del segundo con la fuerza electromotriz inicial. La oxidación en este segundo elemento determina una nueva diferencia de potencial. La corriente resultante tiene una tensión doble.

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 electromotriz, deben agruparse los elementos en la forma expresada, á la que se llama en **tensión** y representa la (*fig. 32*)

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.



(Fig. 32.)

Conviene no olvidar, que si por este artificio se logra aumentar la tensión, también se suman las resistencias interiores.

De manera que la fuerza electromotriz y la resistencia

interior de la batería, es igual al producto de la fuerza electromotriz 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 multiplicada 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.

82.— P.— ¿Cómo se asocian en **cantidad?**

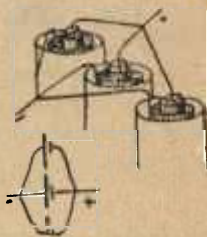
R.—Se reúnen todos los polos positivos de los diferentes elementos en uno, y otro tanto se practica con los negativos, (*fig. 33.*)

Si considero dos elementos con igual fuerza electromotriz y uno sus polos negativos y sus polos positivos, es claro que la corriente en cada hilo estará equilibrada y no se habrá producido ninguna alteración ni movimiento. Pero si ligo el positivo y negativo de la pila resultante, habré conservado la misma fuerza electromotriz 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:

Volts=2, Ampéres=5, Resistencia=0'6 ohms.



(Fig. 33.)

La f , e , m , resultante será de 2 volts.

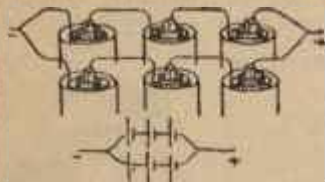
La intensidad, se calcularía como en el caso anterior, apoyándose en la Ley de Ohm.

Y la resistencia interior, el cociente de dividir la de uno por el número total de ellos, ó sea $\frac{0'6}{20} = 0'03$ ohms.

83.—¿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. 34.)



(Fig. 34)

Suponiendo que todos los elementos que formen la pila sean idénticos, la fuerza electromotriz total será igual á la fuerza electromotriz de un elemento multiplicada por el número de elementos de que

se compone ó forme cada serie. La resistencia interior es igual, á la resistencia de una serie dividida por el número de ellas. En el caso de la figura, la fuerza electromotriz 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 ohm.

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:

$$F=2, r=7, R=0.6, \text{ Número de elementos}=20.$$

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.

$$\text{Ley de Ohm } Y = \frac{E}{R+r}$$

$$Y = \frac{2}{\frac{0.6}{20} + 7} = \frac{2}{\frac{140.6}{20}} = \frac{2}{7.03} = 0.2 \text{ amperes.}$$

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.**

84.—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. 35.)

En un acumulador deben distinguirse tres partes principales: los **electrodos, recipiente y líquido.**

Los electrodos que en la (fig. 35) 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 sumerjen, agua acidulada por el ácido sulfúrico al 10.

La utilización más frecuente de los acumuladores, es para el alumbrado y transporte de fuerza.

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.

85.—P.—¿Qué condiciones debe tener un acumulador para su aplicación industrial?

R.—Las siguientes:

1.^a Almacenar la mayor cantidad de electricidad con el menor peso y volumen.

2.^a Tener un buen rendimiento: es decir, restituir en su mayor grado el trabajo que fué necesario emplear para cargarlo.

3.^a Suministrar una corriente constante.

86.—P.—¿Qué se entiende por **capacidad** de un acumulador?

R.—El número de **ampéres-hora** que puede suministrar, por kilogramo de materia empleada.

La capacidad se relaciona, bien con el peso de las placas solas (capacidad por kilogramo de placas), ó ya con el peso total (capacidad por kilogramo de peso total, líquido y recipiente comprendido).

Este último género de medida tiene excepcional importancia en los tranvías y navegación, por la que los pesos muertos adquieren en estas aplicaciones.

Multiplicando la capacidad por la fuerza electromotriz, se obtiene el número de watts que el acumulador puede suministrar en una hora por kilogramo de placas, ó por kilogramo de peso total.

La **potencia** de un acumulador, es la cantidad de trabajo que puede suministrar en una hora por kilogramo de placas ó por kilogramo de peso total.

87.—P.—¿Qué cuidados deben tenerse al **cargar** los acumuladores?

R.—Todos los aparatos productores de electricidad pueden servir ó ser utilizados para la carga. Lo más general es emplear las dinamos de corriente continua.

Se procurará que la carga no empiece hasta tanto que la dinamo no haya adquirido la velocidad de regimen, y durante la marcha se cuidará muy particularmente de que ésta no sufra disminución.

La fuerza electromotriz de la dinamo, debe ser en un 10 por 100 superior á la fuerza máxima que ha de alcanzar la batería.

Siendo de 2'5 volts para cada elemento de acumulador en su máximo y solo en los momentos en que la carga se acaba de terminar, la dinamo deberá tener un número de volts igual al producto de (2'5+0'25) por el número de elementos asociados en tensión.

La intensidad de carga es de $\frac{1}{2}$ ampére por kilogramo de placa para los grandes modelos, y 2 ó 3 ampéres para los pequeños.

Para elementos teniendo 8 ampéres-horas de capacidad, la duración de la carga es próximamente de 12 horas.

88.—P.—¿Qué reglas pueden séguirse para conocer el fin de la carga?

R.—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.

La experiencia enseña, que cuando los elementos están cargados, la densidad del líquido llega á 1'122, siendo de 1'150 cuando agotados se encuentran.

Así, pues, para constatar el estado de carga puede unirse á la primera observación apuntada, la de la densidad del líquido, y últimamente la de la fuerza electromotriz, que para cada elemento debe ser de 2'5 volts.

89.—P.—¿Qué **precauciones** conviene observar en el empleo de los acumuladores?

R.—Deben colocarse siempre en lugar seco y á una temperatura lo más uniforme posible. Nunca en el mismo local de las máquinas, á causa de los vapores ácidos que despiden. La pieza ó habitación debe estar bien ventilada.

Los recipientes deben estar perfectamente aislados, no sólo los unos de los otros, sino también del suelo. Entre ellos debe procurarse una separación de 2 á 3 centímetros, que además de aislarlos permite su limpieza y reemplazo.

Todos los días en una batería cargada se debe vigilar la fuerza electromotriz. Si el número total de volts dividido por el de elementos no pasa de 2, cada elemento separadamente debe ensayarse hasta encontrar el defectuoso.

90.—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 60 á 65 por 100 del trabajo gastado para cargarlo.

No resulta, por tanto, muy económico el empleo de los acumuladores, como se evidencia por este ejemplo.

Supongamos que se emplea una fuerza motriz de 100 caballos, para cargar los acumuladores.

La dinamo lleva consigo la pérdida de un 10 por 100. Los conductores un 5 por 100. Los 100 caballos han quedado reducidos á 85. Si ahora tomamos en consideración que

el rendimiento del acumulador es 0'60, tendremos $0'60 \times 85 = 51$ caballos. Vemos, pues, que la mitad del trabajo motriz ha sido gastado en pura pérdida.

91.—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 t o t a l	Resis- tencia interior	Precio
				A la carga	A la descarga			
		Kilogs.	Kilog.	Ampères	Ampères	Amp.-h.	Ohms	Ptas.
Nº III	9	12'15	20	8 á 12	1 á 18	72	0'010	40
» IV	13	17'35	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 ampères-hora por kilogramo de placa, ó 4 por kilogramo de peso total.

La carga exige 2 á 2'2 volts: la fuerza electromotriz de descarga es de 1'9 á 1'6 y se mantiene de 7 á 8 horas.

Acumuladores Philippart.

La capacidad de estos elementos es próximamente de 10 ampères-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>Ampères</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
9	200	300	360	2,000	470

92.—P.—¿Presentar algunos cálculos numéricos sobre **acumuladores?**

R.—Supongamos se desea saber cuántos acumuladores serán necesarios para alimentar 10 lámparas de incandescencia, cuyas características son 100 volts y 0'50 ampères por lámpara.

La fuerza electromotriz que necesitamos es de 110 volts, si á los 100 de las lámparas sumamos un 10 por 100 de pérdida en los conductores.

La intensidad necesaria estará representada por el producto de 0'50, consumo de una lámpara, por 10, número de ellas, ó sean 5 ampères.

Admitamos que se elige el acumulador Philippart. El tipo 00 suministra 10 ampères en la descarga, por consiguiente en cuanto á la cantidad se refiere, basta uno de estos elementos.

Ahora bien, siendo de 2 volts la fuerza electromotriz de cada elemento, para reunir los 110 que habíamos convenido como necesarios, será preciso asociar 55 elementos en tensión. Y obrando previsoramente, debemos estimar que hacen falta otros 5 más, para irlos añadiendo sucesivamente á medida que la fuerza electromotriz de la batería desciende, como en la práctica ocurre.

Siendo la capacidad del acumulador elegido de 50 am-péres-hora, el alumbrado que como ejemplo hemos tratado, podrá durar como máximo 10 horas. A este resultado nunca se llega en la práctica.

93.—P.—¿Y en el ejemplo anterior cuál será el trabajo necesario?

R.—El trabajo absorbido por las lámparas es:

$$\frac{110 \times 5}{9.8} = 56 \text{ kilogrametros por segundo.}$$

Ó $53 \times 10 \times 3600 = 2016000$ kilogrametros para las dos horas.

Y como el rendimiento de los acumuladores sólo es el 60 por 100, para la carga, habrá sido necesario gastar

$$\frac{2016000}{0.6} = 3360000 \text{ kilogrametros.}$$

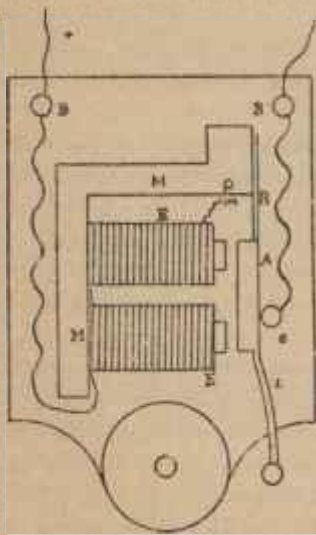
Que dividiendo por 270000, número de kilogrametros que tiene un caballo-hora, será

$$\frac{3360000}{270000} = 12.4 \text{ caball.-hora}$$

Y con más aproximación todavía 13'6, si se tiene en cuenta que la dinamo y las trasmisiones absorben un 10 por 100.

94.—P.—¿Explicar un **timbre eléctrico**?

R.—Se compone de un electroimán EE: la armadura A en la cual está el martillo vá unida á un resorte R. Este último se fija á una escuadra de hierro MM que sujeta los núcleos de las bobinas del electro. La armadura A



(Fig. 36.)

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 los dos bornes 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 sobre 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.

95.—P.—¿Qué es un **botón de llamada ó pulsador?**

R.—Son unos aparatos que sirven para cerrar momentáneamente el circuito, haciendo sonar el timbre.



(Fig. 37)

Su disposición no puede ser más sencilla. Dos láminas de resorte alejadas una de otra como enseña la (figura 37), 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 es-

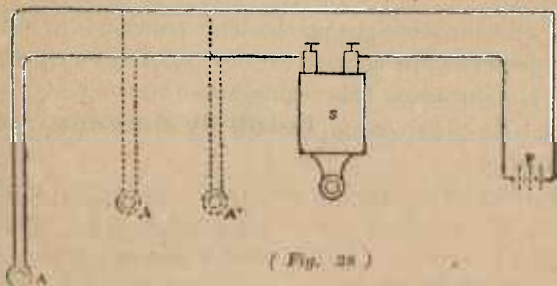
tado de no funcionamiento, los resortes estén alejados convenientemente. Los botones de que antes hemos hecho mención, se fabrican generalmente de hueso, marfil ó ebonita.

96.—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 cuadros indicadores, ofrece ya alguna complicación el problema. Iremos, pues, señalando los diferentes casos que en la práctica ocurren.

97.—P.—¿Cómo se instala un timbre con **varios llamadores**?

R.—La (fig. 38) nos da una clara idea de la marcha

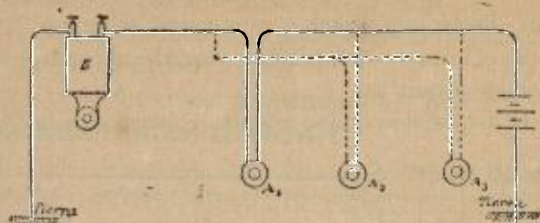


que debemos seguir. S es el timbre, P la pila, A, A' y A'' los botones de llamada.

Los llamadores, como si fueran lámparas en derivación. El timbre, lámpara instalada en serie. 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. 39), en la cual se señalan bien claramente las diferen-

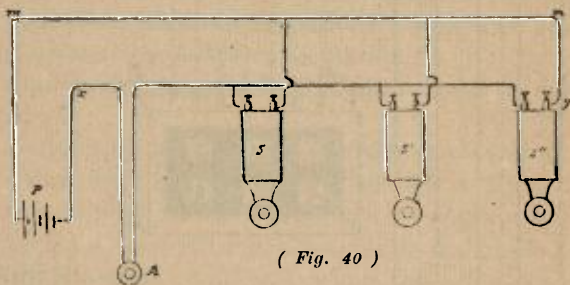
cias con la anterior. El timbre y la pila están ligados con la tierra.



(Fig. 39)

98.—P.—¿Cómo se instalan varios **timbres accionados** por un solo llamador?

R.—La (fig. 40) muestra esta otra disposición. Los tres timbres S, S' y S'' están colocados en derivación y el llama-



(Fig. 40)

mador en série. Es preciso tener cuidado que los timbres sean de la misma resistencia.

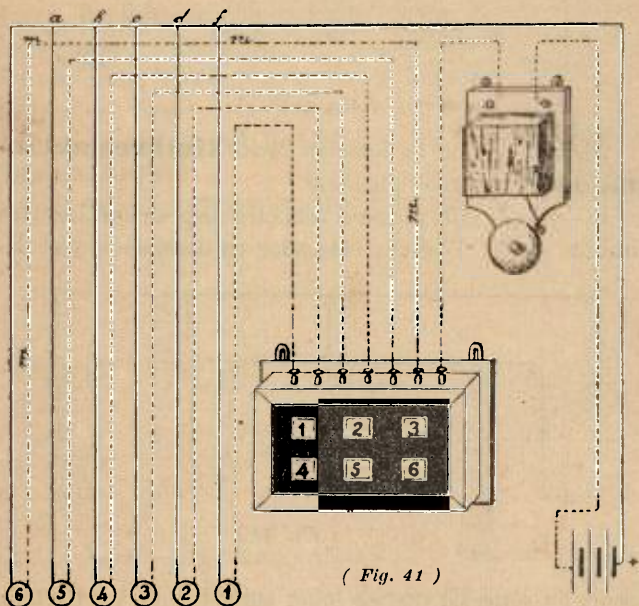
99.—P.—¿Cómo se instala un timbre con **cuadro indicador**?

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 lijera compresión 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 *(figura*



(Fig. 41)

41). 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 tim-

bre 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.

100.—P.—¿Qué otros **cuidados** hay que observar en la **instalación de timbres**?

R.—Los elementos para formar la batería deben ser Leclanche 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 $\frac{1}{4}$ 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 á 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 galvanometro, se procede hasta encontrar la parte defectuosa.

Máquinas eléctricas

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

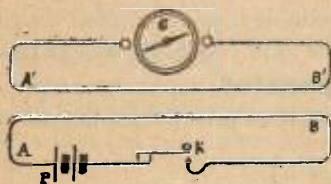
R.—Cuando en las proximidades de un conductor formando un circuito cerrado, se hace mover, bien sea un imán ó ya otro conductor en el cual circula una corriente, éstos últimos obran por influencia sobre el primero y desarrollan en aquéllos corrientes instantáneas.

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

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

R.—Supongamos dos conductores colocados paralelamente el uno al otro (*fig. 42*). 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 galvanometro G.

Cada vez que en el A B se establece la corriente mediante el cierre de la llave K, el galvanometro G demuestra ó acusa el pase de una corriente en A' B' por una desviación sufrida por la aguja, hácia la derecha por ejemplo. Esta desviación no es más que momentánea: la aguja



(Fig. 42.)

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 galvanometro G se desvía de nuevo, pero

esta vez hácia 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.

103.—P.—¿Qué se entiende por **campo eléctrico**?

R.—La porción de espacio en el cual se producen los fenómenos de inducción: **las líneas de fuerza**, son el conjunto de las direcciones según las cuales esta acción á distancia se hace sentir.

104.—P.—¿Cómo pueden aumentarse los efectos de inducción.



(Fig. 43.)

R.—Supongamos dos bobinas A y B (*fig. 43*). 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 galvanometro, veremos producidos los mismos efectos que en el ejemplo de la pregunta 97, 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 en-

vuelta 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.

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.

105.—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 interior del campo disminuye; é inversa, es decir, de sentido contrario, cuando aquélla aumenta.*

106.—P.—¿Qué se entiende por **magnetismo remanente**?

R.—La débil imantación que suele conservar el hierro de los electro-imanés, después de interrumpida la corriente.

107.—P.—¿En qué **principio** están fundadas las **máquinas eléctricas**?

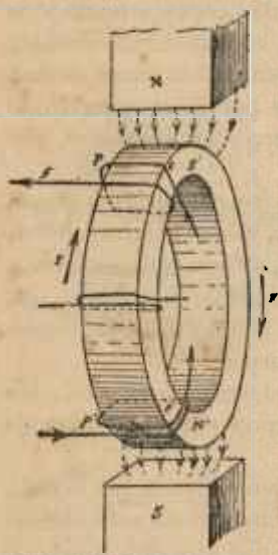
R.—Cuando una bobina de hilo de cobre ú otro hilo

metálico cualquiera, convenientemente aislado y cuyas extremidades están unidas formando un circuito cerrado, gira delante de los polos de un imán ó de un electro-imán, se desarrollan en el hilo de esta bobina corrientes inducidas.

Este es el principio en que se apoya la construcción de las máquinas, tanto dinamo como magneto-eléctricas, destinadas á transformar la energía mecánica en energía eléctrica por medio de la inducción.

108.—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



(Fig. 44)

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.

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 piés 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 piés 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 piés 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 O; por consiguiente la fuerza electromotriz producida exclusivamente por dicha variación, se anula y cambia también de signo, y las corrientes, por tanto, de dirección.

Reasumiendo: 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.

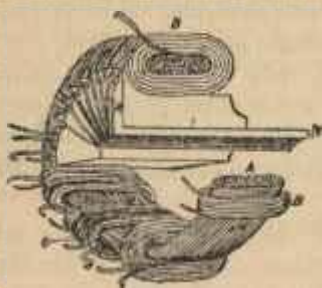
Si las bobinas todas se ligan entre sí, de modo que el

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.

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

R.—La (fig. 45) nos muestra el anillo Gramme, en la disposición más clara para que pueda ser analizado. 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**,



(Fig. 45)

y á las cuales se unen el extremo del hilo de una bobina y el principio del de la inmediata. 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 las generatrices situadas en la zona neutra, se recoge

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 ligadas 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 benefi-

cioso 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 hácia la derecha hasta encontrar la favorable posición de las mismas.

110.—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 electromotriz 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.*

111.—P.—¿En cuántos géneros ó clases pueden considerarse divididas las máquinas?

R.—En dos, según que su disposición sea para producir **corrientes continuas** ó **corrientes alternativas**.

112.—P.—¿Qué disposición tienen las máquinas de **corrientes continuas**.

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

113.—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.

114.—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.**

115.—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 barras de hierro dulce ó electroimanes, hay necesidad de excitarlos.

116.—P.—¿En qué se diferencian las máquinas **magnetoeléctricas** de las **dinamoeléctricas**?

R.—En que los inductores de las primeras son imanes permanentes, y electroimanes los de las segundas.

117.—P.—¿Porqué en las aplicaciones prácticas se dá preferencia á las dinamos sobre las magnetoeléctricas?

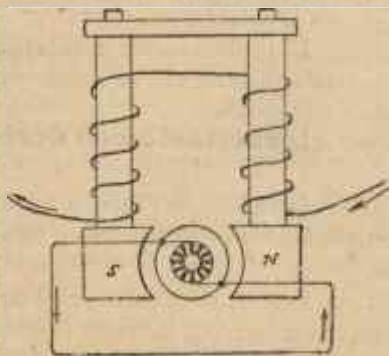
R.—Porque las segundas tienen el inconveniente de exigir mayores dimensiones. La imantación permanente del acero, no llega al mismo grado que la producida sobre el hierro dulce por los electroimanes.

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

R.—Como la misma pregunta lo expresa, en que ésta se obtiene con absoluta independencia de la dinamo. En este sistema como con las magnetos, la fuerza electromotiz 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. 46*)

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



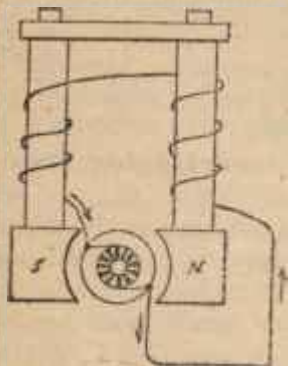
(*Fig. 46*)

Las dinamos de corrientes alternativas tienen necesidad de aplicar este sistema de excitación, á menos que no

se sirvan de un conmutador especial, que haga continua la corriente que vaya á los inductores.

119.—P.—¿En qué consiste la **excitación en série?**

R.—La excitación de los electroimanes está producida en este caso por la corriente misma (*fig. 47*). El hilo de los inductores forma parte del circuito total.



(Fig. 47.)

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 electromotriz, 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.

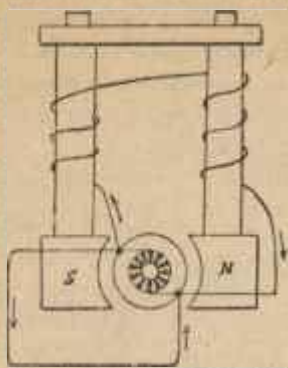
120.—P.—En qué consiste la **excitación en derivación?**

R.—En este sistema, los electroimanes (*fig. 48*), están alimentados por una derivación, tomada del circuito principal sobre las escobillas.

Con esta dinamo, un aumento de resistencia en el circuito exterior, produce un crecimiento en la fuerza electromotriz, toda vez que aumenta la intensidad en la derivación y con ella el campo magnético. Cualquiera sea el circuito exterior y aunque éste no exista, la máquina puede ser excitada.

Las dinamos de este género se emplean para el alum-

brado mixto, ó sea el compuesto de lámparas de arco é incandescencia; para la galvanoplastia, carga de acumuladores y otros usos.



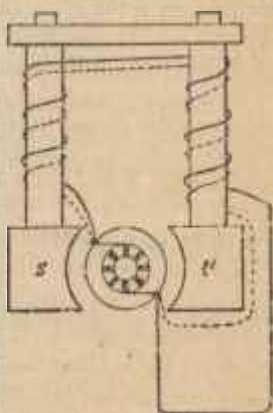
(Fig. 48)

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

R.—Hemos visto ya que con la excitación en série, la fuerza electromotriz 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. Este es el objeto de la **excitación en doble circuito ó compound**, que representa la (fig. 49).

Los electroimanes 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. 49)

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 alum-

brado 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.

122.—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 electroimanes 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.

123.—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 (p. 108) 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 **trasmisión eléctrica de la fuerza.**

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

R.—Estas máquinas que constituyen una especialidad de la casa **Sautter-Lemonier** y que generalmente se distinguen con los nombres de dinamos **duplex, triplex, cuadruplex,**, 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 se diferencian de la Gramme, en 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.

125.—P.—¿Cuál es el **rendimiento** de las **dinamos?**

R.—Todas las máquinas eléctricas, sufren en su funcionamiento pérdidas de energía, debidas á varias causas.

Las corrientes de Foucault, la energía absorbida por la imantación y desinmantación de las piezas de hierro, el trabajo que se transforma en calor que roban los hilos, los

rozamientos y las resistencias pasivas, motivos inevitables son de pérdidas.

Por rendimiento industrial de una máquina debe entenderse, la relación en que está el trabajo eléctrico útil disponible en los terminales, y el mecánico total gastado sobre el eje de la dinamo.

Las máquinas mejor construidas tienen un rendimiento industrial de 85 á 90 por 100, si los núcleos de los inductores son de hierro; de 80 á 85, si son de fundición.

Por un procedimiento mecánico cabe obtener el trabajo de una dinamo.

Se toma una segunda máquina en un todo igual á la que se ensaya, y se ligan los terminales de las dos dinamos por conductores que ofrezcan muy poca resistencia.

La primera accionada por el motor, produce una corriente que recorre la segunda poniéndola en movimiento.

Con el auxilio del dinamometro se mide el trabajo absorbido por la primera, y con el freno de Prony se determina la potencia producida sobre el arbol de la segunda.

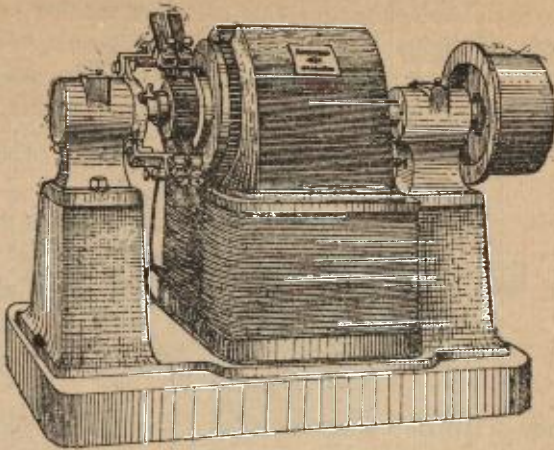
La relación de estas dos cantidades, dá el producto de los rendimientos de las dos máquinas, y como son idénticas, el cuadrado del rendimiento de cada una de ellas.

El resultado cabe comprobarlo, haciendo una segunda experiencia en la que se cambia el papel que cada dinamo desempeña.

126.—P.—¿Describir la **dinamo Gramme tipo superior** de corriente continua?

R.—Por lo que al anillo respecta, es innecesario, después de lo expuesto en la pregunta 108.

Esta máquina que representamos en la (*fig. 50*), está constituida por un poderoso electroimán de fundición,



(Fig. 50)

provisto de varias 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.

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

127.—P.—¿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 (*fig 51*) se compone de un núcleo cilíndrico de hierro rodeado de hilo; pero éste está enrollado en el



(Fig. 51)

sentido longitudinal y solamente sobre la parte exterior. La porción de hilo que se cruza sobre las bases del cilindro queda sin acción útil. Pero este inconveniente se compensa en parte con darle al cilindro más longitud.

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

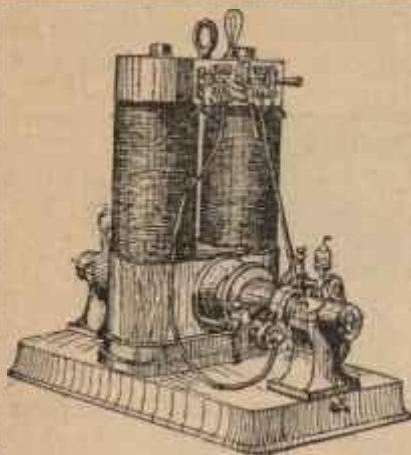
Las características de los diferentes tipos están señaladas en la tabla siguiente:

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 1/2
S D ⁷	24	110	1,500	4 1/2
S D ⁶	20	66	1,600	2 1/2
S D ⁵	16	50	1,500	1 1/2

128.—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.



(*Fig. 52*)

Este se compone de dos bobinas verticales de mucha altura, reunidas en sus extremidades superiores por un blok de

hierro de grandes dimensiones, con lo que se forma un poderoso electro-imán. Terminan por su parte baja 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 bugías de 4 watts	Intensidad normal en ampéres. Bobinas para			Peso	Número de revoluciones	Diámetro de la polea	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	250	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	360	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	88,000	2,220	1,600	1,200	800	11,750	375	800	14,000	

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

R.—En la pregunta 124 hemos expuesto lo necesario para apreciar en qué estriba la especialidad de estas máquinas.

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

Tipos	Revoluciones por minuto	Intensidad ampéres	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		42
Triplex	600			2,000	
S b		600	55		43
S c		500	50		56
S d		400	105		68
Guadruplex	400			4,800	
R b		1,900	55		150
R c		1,500	70		
R d		1,000	105		

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

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

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.

Como consecuencia de estas particularidades, el campo magnético de la dinamo sólo lo crean los inductores.

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

A continuación presentamos algunas características.

TIPOS	AMPÈRES	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

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

R.—Estas máquinas 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.

El rasgo característico de las multipolares, es su pequeña velocidad y alto rendimiento industrial.

Este último resultado se alcanza en estas dinamos, por los factores siguientes:

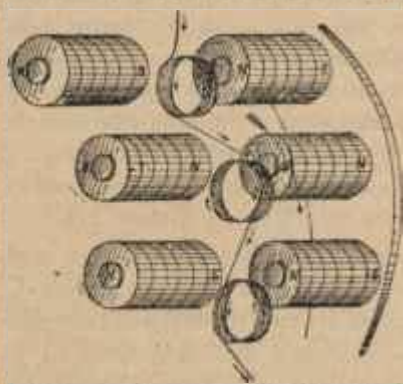
- 1.º—Escasa longitud dada al circuito magnético.
- 2.º—Reducida resistencia que presenta al inductor.
- 3.º—Débil resistencia del inducido.
- 4.º—Gran diámetro del inducido.

Se construyen estas máquinas para todos los voltajes é igualmente se aplican á la electroquímica, electrometalurgia, 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.

132.—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 electroimanes (*fig. 53*)



(*Fig. 53*)

Estos polos son alternativamente de nombres contrarios, de tal manera, que las líneas de fuerza de dos campos magnéticos sucesivos tienen di-

recciones opuestas. La corriente inducida es, pues, de sentido contrario en dos bobinas sucesivas, y se llega á aso-

ciar 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 série no interrumpida de corrientes instantáneas y alternativas, que es posible utilizar recogiénolas por medio de un colector, para distribuir las en un circuito exterior.

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:

Se las puede emplear con tensiones bajas, lo cual 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 crater, 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: con las corrientes alternativas, este crater no se forma.

Ultimamente las corrientes alternativas no pueden, al menos hasta ahora, emplearse, ni en la carga de acumuladores ni en el transporte de fuerza.

133.—P.—¿Describir la **dinamo Siemens de corrientes alternativas?**

R.—Sobre el principio explicado en la pregunta anterior, está basada la construcción de la máquina de Siemens.

Se compone de dos órdenes fijos de electroimanes, 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 continua. 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	36	D ₆
W ₁₆	250	1,300	28	D ₆
W ₁₃	150	1,450	17	D ₅

134.—P.—¿Describir la **dinamo Gramme de corrientes alternativas?**

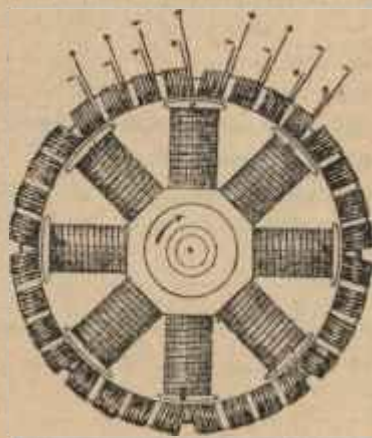
R.—En la máquina Gramme de corrientes alternativas, el inducido es fijo y los inductores son los que giran.

Examinando el diagrama de la (*fig. 54*), 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, electroimanes fijados radialmente alrededor del eje central y provistos de masas polares, que quedan muy próximas á las bobinas inducidas.

Los polos de los inductores están alternados. De manera que á un polo S siga siempre uno N.



(Fig. 54)

En el giro de los inductores, las piezas polares pasando delante de las bobinas, dan 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.

135.—P.—¿Características de la **dinamo Westinghouse de corrientes alternas?**

R.—Estas dinamos se emplean para la distribución por transformadores, según los tipos siguientes:

	Tipos		
	1	2	3
Número de lámparas .	650	1,300	2,600
Corrientes en ampéres.	35	65	180
Volts .	1,050	1,050	1,050
Número de revoluciones .	1,000	1,000	1,000

136.—P.—¿Características de la **dinamo Ziper-nowsky de corrientes alternas?**

R.—Esta dinamo destinada á la distribución por transformadores, comprende los modelos siguientes:

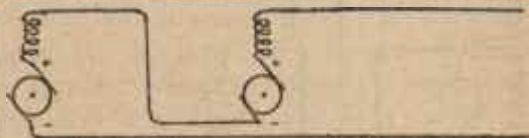
TIPO	1	2	3	5	6	7	8
Volts á los bornes	1,100	2,000	2,000	3,000	5,000	5,000	5,000
Potencia en watts	10,000	20,000	30,000	50,000	80,000	160,000	380,000
Revoluciones.....	830	830	625	500	300	170	125
Núm. de polos...	6	6	8	10	14	30	40
Peso en kilogs....	5	5	1,700	3,700	6,000	11,000	23,000

137.—P.—¿Cómo se **agrupan en série** 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.

Explicaremos la manera de proceder en cada caso.

1.º—Si los inductores están excitados en **série** (*figura*

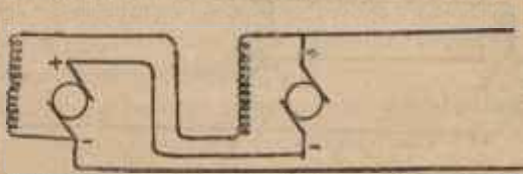


(Fig. 55)

55), 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 asocian, 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. 56*), no es posible reunir las dinamos en série, quedando cada una con su excitación propia.



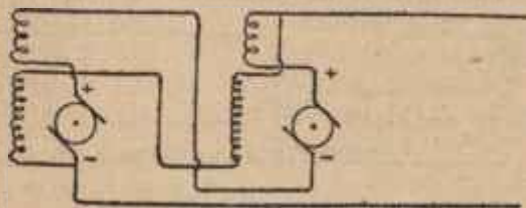
(Fig. 56)

Se liga el terminal — de una máquina á el + de la otra

el circuito exterior se forma, uniendo el terminal $+$ de la 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. 57*), 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 deriva-

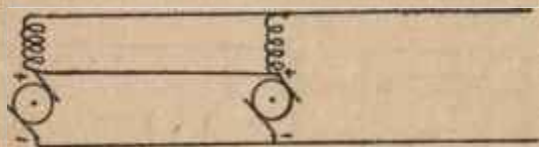


(Fig. 57)

ción, es conveniente colocar un regulador de corriente en el hilo derivado. Si el número de revoluciones se altera, este aparato permite regular la corriente.

138.—P.—¿Cómo se acoplan en **cantidad** las dinamos de corrientes continuas?

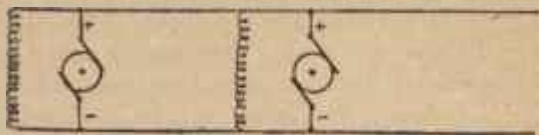
1.º—Si los conductores están excitados en **série** (*figura 58*) se unen los dos terminales $+$ de las máquinas y los



(Fig. 58)

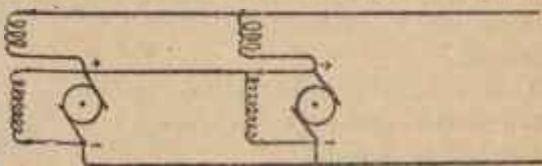
dos $-$; entre los terminales $+$ se coloca también un hilo fino que toma el nombre de **hilo de equilibrio**.

2.º—Si los inductores están en **derivación** (*fig. 59*), se ligan los dos terminales del mismo nombre de la máquina y las extremidades correspondientes de dos circuitos inductores.



(Fig. 59)

3.º—Si los inductores tienen enrollamiento **compound** (*fig. 60*), 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. 60)

139.—P.—¿Cómo se **asocian** las dinamos de **corrientes alternativas**?

R.—Desde luego no cabe acoplarlas en tensión, porque teniendo las corrientes fases opuestas de alternatividad, unas á otras se neutralizarían.

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 alteraciones en la corriente.

2.^a—Que el mismo período ó fase de la corriente, se produzca en el mismo tiempo para cada dinamo.

140.—P.—¿Para la **instalación** de las **dinamos** qué precauciones deben observarse?

R.—a).—El local debe estar al abrigo de la humedad, para evitar las pérdidas de electricidad.

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 diametral del buque.

e).—El sitio más económico y adecuado en los vapores mercantes para la instalación de las dinamos, es la cámara de máquinas.

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 armazón 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.

141.—¿Qué **motor** conviene emplear para el manejo de las dinamos?

R.—De los razonamientos que siguen puede deducirse en cada caso, la preferencia que á unos sobre otros conviene conceder.

La fijeza de luz depende de la constancia de la velocidad. La irregularidad en las revoluciones, produce irregu-

laridades también en la intensidad de las lámparas, lastimando la vista y perjudicando la duración de aquéllas. Dicho se está por lo tanto, la necesidad de que el motor destinado á estos usos sea exclusivamente consagrado al objeto; es decir, que cada dinamo tenga su motor propio.

Los motores de gas de un solo cilindro, no son por tanto ventajosos en las intalaciones de tierra. Con los de dos, se puede ya obtener una velocidad uniforme.

Cuando hay que tener muy en cuenta lo reducido de los espacios y la escasez de personal, como ocurre en los barcos mercantes, el motor de vapor accionando directamente la dinamo, es lo más indicado.

Existen modelos de motores especiales, con los que las dinamos alcanzan grandes velocidades. Tales son los de **Brotherood, Mégy, Westinghouse y Williams.**

El problema del alumbrado abordo se resuelve mejor que con estos motores, con las maquinitas ordinarias de cilindros verticales corrientes. Si las revoluciones no resultan crecidas, en cambio su manejo es muy práctico y rara vez ocurren entorpecimientos provenientes de esta causa.

Una sola dinamo de gran potencia, accionada directamente por su motor y dando un número relativamente reducido de revoluciones, nos parece para un vapor mercante la forma más económica de instalación. Como garantía de funcionamiento en todo caso, la duplicidad de dinamos se hace necesaria.

142.—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.

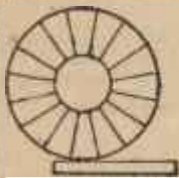
Como el contacto entre estas partes se establece por

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.

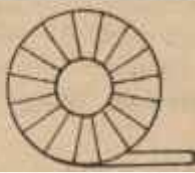
Las escobillas deben limpiarse de tiempo en tiempo, con alcohol ó petróleo. Pero para ello se sacan de su sitio, y sólo se colocan después de bien secas.

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. 61)



(Fig. 62)

(*fig. 61*), debe procurarse no rebasen de 4 á 5 milímetros el punto de contacto. Las que se utilizan en cuña (*fig. 62*), deben tocar al colector en toda su superficie oblicua.

Mientras que están en contacto, evítese dar movimiento á la máquina hácia 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. (1)

143.—P.—¿Qué **cuidados** deben observarse con el **colector**?

(1) Véase lo consignado sobre las escobillas en la pregunta 109.

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 esmeril. 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.

144.—P.—¿Qué **cuidados** requiere el **inducido**?

R.—Generalmente, las averías que con más frecuencia suelen presentarse en la armadura, consisten bien en la falta de aislamiento en el hilo de alguna bobina, ó ya en la rotura del mismo.

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 y 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.

145.—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 necesario 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 galvanometro (*figura 63*) en el mismo circuito que una pila; y



(Fig. 63)

si ahora se toca simultáneamente con los dos extremos del hilo *a b* en puntos que deben estar aislados el uno del otro, el galvanometro 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 galvanometro 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 galvanometro, 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.

Ocurre 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 efecto.

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 ó bobinas de los inductores. Se comprueban estos defectos con el galvanometro, 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 los dos manos, en este caso adquiere mayor fuerza.

Generalidades sobre aplicaciones de la electricidad

146.—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 terminos 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.

147.—P.—¿Qué **ventajas** ofrece el alumbrado por incandescencia sobre los demás conocidos?

R.—1.º—Es más sano, ménos 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 focus, 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 ménos crecido, el costo del alumbrado por incandescencia no resulta excesivamente más caro que el representado por las otras formas de alumbrar, puestas en práctica.

148.—P.—Enumeradas las ventajas del alumbrado eléctrico, ¿qué **inconvenientes** se le imputan?

R.—1.º—La necesidad de tener una máquina contantemente 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.

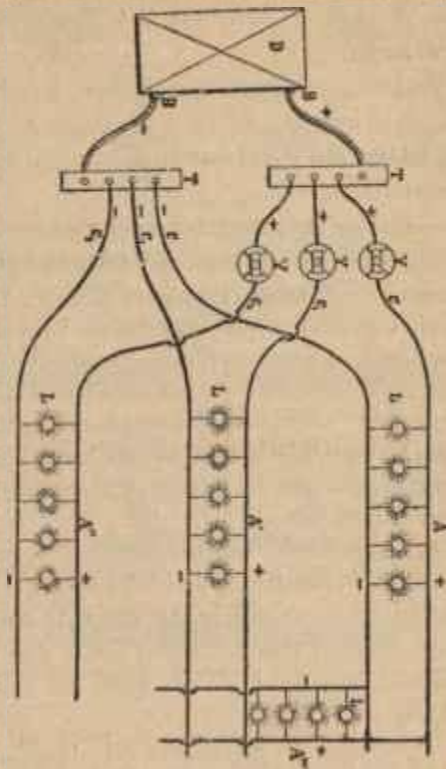
2.º—Que dependiendo la utilización de las lámparas del aparato productor de la electricidad, una avería en éste, obliga á apagarlas todas.

149.—P.—¿Qué **disposición general** afecta una instalación de alumbrado?

R.—La esquema de la (*fig. 64*), 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 terminales B, arrancan los dos conductores principales que llevan el



(Fig. 64)

manantial eléctrico á las dos barras, metálicas T, á partir de las cuales la electricidad se distribuye.

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, fórmasen 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.

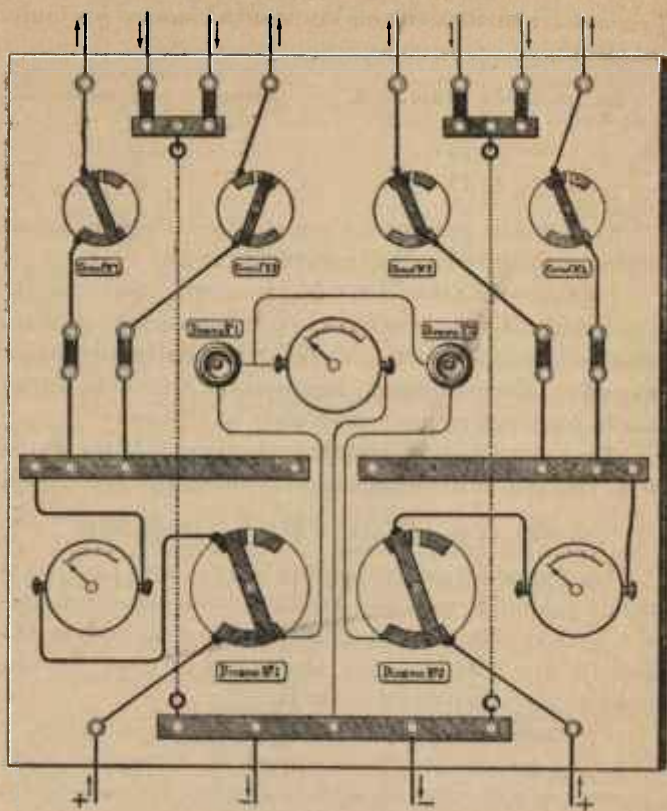
El retorno se efectúa por los conductores secundarios negativos, que vienen á morir á la otra barra T inferior, y de aquí por el principal del mismo signo, hasta el terminal B negativo de la dinamo.

Los interruptores Y, los instrumentos de medición ó sea el volmetro y el amperometro, y las barras metálicas T, forman lo que se llama **tabla de distribución**, y la cual en su conjunto representamos con la (*fig. 65*), cuya notoria claridad nos revela de dar sobre ella más extensas explicaciones.

150.—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.



(Fig. 65)

Dinamo n.º 1

Dinamo n.º 2

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN PARA DOS DINAMOS.

Tratándose de lámparas de arco que deban 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.

Cubíquese 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 m³; 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	6'9	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

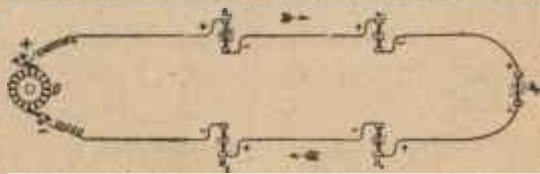
151.—P.—¿Qué **disposición** deberá darse á las lámparas?

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 electromotriz necesaria para la instalación.

Sean I y E la intensidad y fuerza electromotriz 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. 66*).



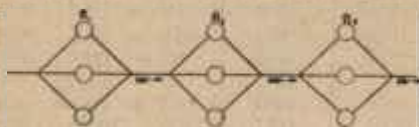
(Fig. 66)

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. 67).

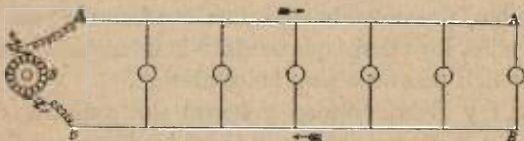


(Fig. 67)

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. 68).

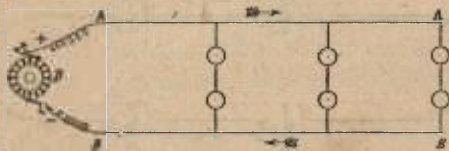


(Fig. 68)

Para n lámparas:

$$I = n i \quad E = e \quad R_n = \frac{r}{n}$$

Si las lámparas forman n grupos en derivación teniendo



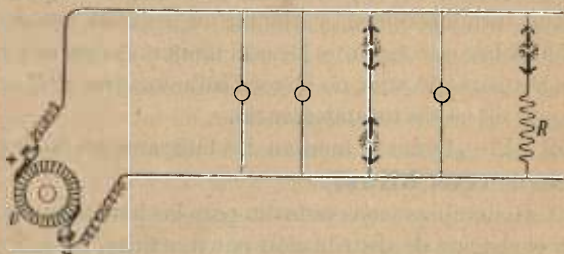
(Fig. 69)

cada grupo n_1 colocadas en série (fig. 69), entonces :

$$I = n_1 i \quad E = n_1 e \quad R_n = \frac{n_1 r}{n_1}$$

4.º— Lámparas de arco é incandescencia montadas en derivación (fig. 70).

Debiendo ser la diferencia de potencial la misma en cada derivación, se hace preciso colocar en cada una 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.



(Fig. 70)

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 estos 8.7 ohms, queremos representarlos por hilo de resistencia, razonaremos de la siguiente manera:

Un hilo de hierro-níquel de 1.5 mm. de diámetro y de 1 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.

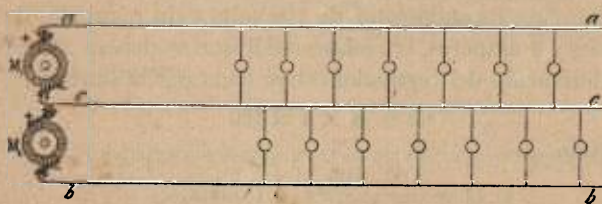
En una instalación de importancia, es preferible colocar los reguladores y lámparas de incandescencia en circuitos diferentes, alimentados por dinamos especiales: se alcanza así un funcionamiento más regular.

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.

152.—P.—¿Cómo se montan las lámparas en las instalaciones de **tres hilos**?

R.—Generalizase más cada día para las instalaciones de tierra, el sistema de distribución por tres hilos, ideado por Edison.

Dos dinamos (*fig. 71*) M_1 , M_2 están acopladas en tensión.



(Fig. 71)

El circuito está formado por dos conductores 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 71 indica.

Para explicar la ventaja de este sistema, 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.

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 representan las cantidades de 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.

153.—P.—¿Cómo se montan las lámparas en los casos de **distribución por feeders?**

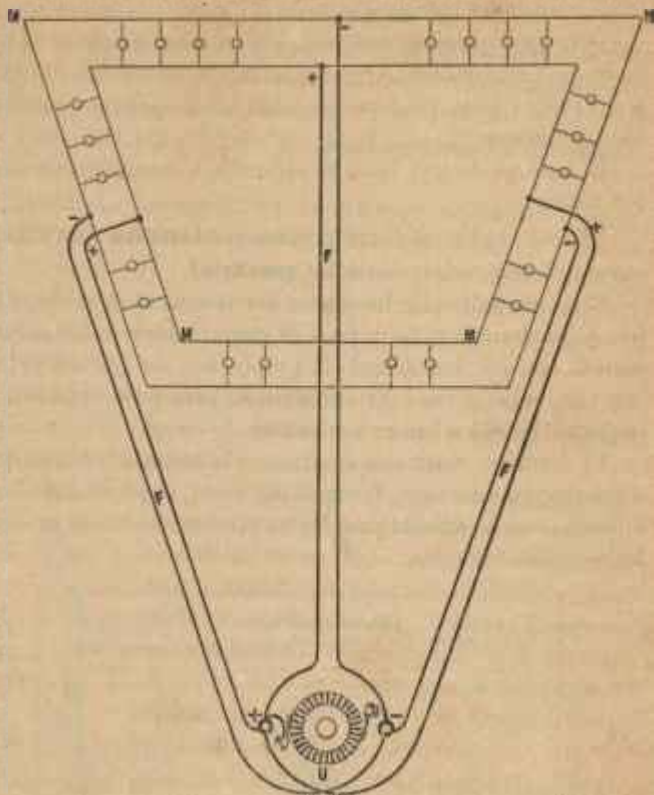
R.—Este sistema está muy generalizado para las estaciones centrales.

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 (*fig. 72*), á diversos sitios del cual el manantial eléctrico es transportado por los hilos alimentadores, que con mayor diámetro se presentan en el grabado.

De la fábrica U parten los alimentadores F que terminan en determinados puntos C del *circuito cerrado*, que vienen á servir como otros tantos centros para la distribución de la corriente, y cuya elección debe hacerse, mediante previo estudio del consumo de intensidad 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 su-

puesto, ó bien de las cajas de distribución, si la red estuviera así arreglada.



(Fig. 72)

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 vol-

metro 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.

154.—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	2'00	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.

155.—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 (*fig. 73*) para este solo objeto dibujada, nos 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 ilgadura 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.



(*Fig. 73*)

156.—P.—¿Cuál es el **precio** aproximado de la **producción de la luz** para el alumbrado eléctrico?

R.—Faltos de datos para poder referirnos á instalaciones llevadas á cabo en España, tomamos de la última obra de Cadiat, las referencias que siguen, suficientes á formarse una idea de este tan importante particular.

1.º—*Gastos de instalación.*—En estos primeros gastos deben comprenderse, el motor, dinamo, canalización, lámpara, y los aparatos accesorios, como conmutadores, volímetros, amperómetros, etc., etc.

Para el motor de vapor, se pueden admitir como precios medios los que siguen:

Máquina de condensación con caldera y montada:

5 caballos	6,000 francos
10 —	8,000 —
20 —	14,000 —
50 —	25,000 —
75 —	35,000 —
100 —	40,000 —

Para las dinamos de gran velocidad, que es el tipo generalmente empleado en las instalaciones pequeñas.

0'50 francos por watt para el modelo de	1,000 watts
0'25 — — —	5,000 —
0'17 — — —	15,000 —

A este precio de la dinamo debe añadirsele un 10 por 100 para gastos de instalación.

Por lo que á los conductores respecta, acúdase á las tablas que al final se insertan, en donde se encuentran los precios con relación á sus secciones.

Para todos los demás aparatos auxiliares y lámparas, no pueden darse reglas fijas, porque son muy varios los tipos y los precios fluctuan entre límites muy distanciados.

Téngase en cuenta, que para todos estos gastos de primer establecimiento, se debe adoptar una amortización anual de 10 por 100, á la cual se añadirá un 5 por 100 para el interés anual.

2.º—*Gastos de explotación.*—Una buena máquina con condensación, gasta aproximadamente 1'3 kilogramo por caballo-hora, medido sobre el pistón. Si admitimos un rendimiento de 75 por 100, el coste del caballo-hora sobre el eje será de 1'75 kilogramo. Si la tonelada de carbón ó sea 1,000

kilogramos cuestan 30 francos, el caballo-hora costará 0'053 francos

La lubricación y demás pequeños dispendios de la máquina, estimasen en 0'017 francos, con lo cual llega á valer el caballo-hora 0'070 francos.

Los gastos por mano de obra y entretenimiento de las lámparas, pueden estimarse como el 5 por 100 del capital representado.

Las lámparas incandescentes de 8 á 20 bujías, cuestan 3 francos y duran 1,000 horas. Su coste estimativo por hora, resulta á 0'003 francos.

Los carbones para lámparas de arco, se venden á 1'20 francos el metro; el consumo de los mismos es de 80 milímetros por hora para los dos, ó sea un gasto por hora de 0'10 francos.

Con estos datos de costo, hagamos una aplicación á un proyecto de alumbrado.

EJEMPLO.—Instalar en derivación 20 lámparas Edison (0'7 ampéres y 100 volts) en un primer circuito cuyo hilo tiene de longitud (ida y vuelta) 100 metros, y 30 lámparas del mismo sistema en un segundo circuito con 150 metros hilo. Ambos circuitos están ligados á la dinamo por una línea de 200 metros.

Pregúntase el costo de la producción de luz en este caso concreto.

Acudiendo á las tablas indicadas para el cálculo de los conductores, fácilmente determinaremos el diámetro de los mismos y la pérdida en volts que deberá tener la línea.

El conductor del segundo circuito será de 4 milímetros de diámetro. El primero y la línea de 5.

La *pérdida* en volts, resultará de 9'59, que es inferior al 10 por 100, límite tolerado en las instalaciones de tierra.

La *intensidad* necesaria, 35 ampéres.

Para calcular la *potencia motriz* haremos uso de la fórmula:

$$P = \frac{\text{volts} \times \text{ampères}}{736} = \text{caballos}$$

de donde,

$$P = \frac{35 \times 109.6}{736} = 5.2$$

Y teniendo en cuenta que la dinamo no rinde más que el 90 por 100 del trabajo mecánico que en accionarla se emplea, llegaremos á la conclusión de que nos son necesarios 6 caballos de fuerza.

Ya con todos estos datos, nos es fácil ir determinando el coste de los diversos elementos, y el cual es el que sigue:

Precio de la máquina de vapor.	6'700 francos
» de la dinamo	1,200 —
El conductor pesará 38 kilogramos, que al precio de 3 francos kilogramo	174 —
Aparatos accesorios é hilos para las instalaciones	300 —
50 lámparas, á 3 francos	150 —
Imprevistos	176 —
Total de gastos de instalación	8,700 —

Supongamos que el alumbrado funciona 5 horas por noche, durante 300 días. Los gastos de explotación serán:

Carbón y lubricación	$0.070 \times 6 \times 1,500$	630 francos
Renovación de lámparas	$0.003 \times 50 \times 1,500$	225 —
Mano de obra	8.700×0.05	435 —
Amortización	8.700×0.15	1,305 —
Imprevistos		155 —
Total.		2,750 —

El precio de producción de la lámpara-hora, será:

$$\frac{1,500 \times 50}{2,750} = 0.037 \text{ francos}$$

Este ejemplo solo sirve como guía para la marcha que deben seguir estos cálculos; pero en modo alguno como garantía para los valores que aquí le hemos dado á los diversos elementos considerados.

157.—P.—¿Exponer algunas consideraciones de carácter general, sobre **las instalaciones de 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.

Cuando un barco de nueva construcción debe iluminarse por la electricidad, sométase al estudio de la *Academia de torpedos de Cartagena*, el formular el proyecto de alumbrado correspondiente. Aprobado éste por la Superioridad, la casa á quien se adjudica, ocúpase en todo lo referente al montaje, hasta quedar en estado de funcionamiento.

Oportuno es consignar en este lugar, que en la Marina no existen disposiciones marcando el voltaje de las lámparas, ni la densidad de la corriente con relación á la sección de los conductores, ni las garantías que deben tomarse en la colocación de los cables, ni sobre el sistema de distribución que debe utilizarse, ni sobre ninguno de los importantes extremos que se relacionan con las bondades y sólidas garantías que deben buscarse, para que en un buque militar, ya sea en tiempo de paz como en caso de guerra, responda la instalación á los beneficios que de un bien estudiado establecimiento fundadamente se deben esperar.

No pudiendo, pues, señalar aquí la legislación nacional á que sujetarse, condensaremos en cortos párrafos, lo 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, 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 los bornes 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 idénticas. Segundo, porque se carece de reguladores á bordo, con que igualar las fuerzas electro-motrices.

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 75 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.

Si se trata, por ejemplo, de un buque cuyo alumbrado por incandescencia exige 230 ampéres, y lleva además 6 proyectores de 60 c/m que cada uno consume 75 ampéres, se soluciona la producción de electricidad con 3 dinamos de 400 ampéres. Una se destina á los proyectores, y será siempre capaz, porque rara vez los seis funcionan á un tiempo: otra, para la incandescencia, con un remanente para algún alumbrado extraordinario; y la tercera afecta al

recambio ó reserva. Siendo las tres dinamos idénticas se las puede permutar á voluntad.

Los aparatos productores de electricidad deben instalarse en los buques de guerra, debajo de la cubierta protectoriz, 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.

Entre los diversos procedimientos de emplear uno, dos ó tres hilos conductores para la red, debe en los buques preferirse, el de dos.

El de *uno*, ó sea utilizar el casco como hilo de retorno de la corriente, no debe establecerse en un buque militar, porque la economía, que es la que en el sistema se alcanza, no compensa el riesgo de los corto circuitos, que tan fácilmente pueden presentarse en el caso de un combate: y el de *tres*, de notoria ventaja cuando las distancias á que se ha de conducir la electricidad son superiores á 600 metros; ningún beneficio reporta en el buque, cuya lámpara más distante no ha de exceder de 200 metros de la dinamo.

La canalización comprende un cierto número de circuito, 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.

Alumbrado exterior. { Circuito de navegación.
 { Circuito de señales.

A cada proyector corresponde además otro circuito distinto.

Para facilitar la búsqueda 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.

Los conductores principales de los circuitos del alumbrado interior, deben estar calculados de modo que permitan el aumento de un 10 por 100 sobre el número de lámparas llamados á alimentar. Además, para la determinación de su sección, se deberá tener en cuenta, que en el supuesto de que todas las lámparas estén encendidas y consumiendo cada una 0'5 ampéres, la caída de potencial entre el cuadro y la lámpara más alejada, no puede pasar de 3 volts. (Esta es reglamentación de la Marina francesa, según *Circular de 3 de Agosto de 1893.*)

Para los circuitos de los proyectores, la densidad tolerable de corriente no debe pasar de 3 ampéres por milímetro cuadrado. El conductor utilizado para los proyectores de 60 c/m (75 ampéres), es el cable de 19 hilos, con 1'4 milímetros de diámetro cada hilo.

Todos los conductores deben ser cubiertos é instalados en cajas de madera ó tubería, según los locales.

Alumbrado interior.—Lo más general es emplear lámpa-

ras 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.

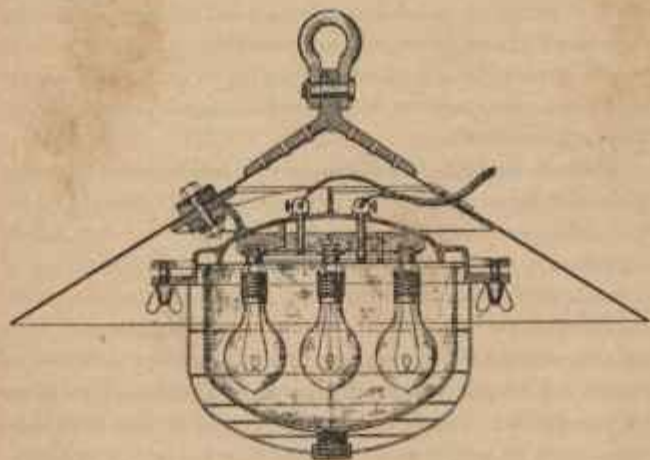
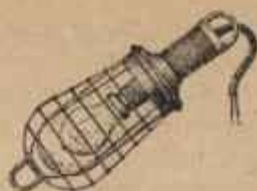
Circuito de día.—Lámparas que deben alumbrar los locales, á los que la luz natural no llega.

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 utilizar en los barcos, como consecuencia de la especialidad de los diferentes locales, quedan representados en la (fig. 74).



Es práctica recomendable para evitar el defectuoso aislamiento de los aparatos, acostumbrarse á colocar redonde-las de fieltro ó cautchouc entre el casco y los conmutadores, corta-circuitos, tomas de corrientes, etc., etc.

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 Trasatlántica, en los cuales se ha hecho reglamentario con muy buen acuerdo después de diversas experiencias y prácticas verificadas, todos los vapores nacionales continúan con su alumbrado de aceite y con todo 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 el cristal verde absorbe los rayos luminosos en más crecida cantidad que el rojo, originando, por tanto, en el farol de estribor una inferior intensidad lumínica.

La introducción de las lámparas de incandescencia en los faroles de situación, reporta dos ventajas importantes, cuyo alcance no puede desconocerse. Es la primera, el aumento de potencia luminosa; y de la segunda forman parte, la facilidad para el entretenimiento, la mayor seguridad en cuanto á la manera de funcionar, y últimamente evitar los grados de demérito que la luz de aceite recorre hasta su extinción, ocasionados unas veces por la disminución del aceite, otras por la lluvia y muchas por la falta de celo en los que las cuidan.

En los malos tiempos sobre todo, en que la necesidad de que las luces de situación se hagan visibles es bien patente, precisamente son en los que la excesiva lluvia, el fuerte viento, los golpes de mar y tantas otras causas, dificultan la marcha regular de los mismos y hacen perder un tiempo considerable, en el caso de que apagándose por cualquiera de las circunstancias enumeradas, se haga preciso encenderlos.

Todos estos inconvenientes se orillan con la aplicación de la electricidad; lo cual no se opone á que el farol conserve su utilización al alumbrado por aceite, para aquellos casos, que aunque alejados, pudiera la producción de electricidad sufrir entorpecimiento.

La casa Sautter-Lemonier construye faroles eléctricos con la siguiente disposición.

Dos bombillas, de 30 bujías cada una, van 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 excepción 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, sólo 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, **Martín 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 sólo 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 electroimanes 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 74), 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.^{ie}*, 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*.

158.—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 ménos 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 descarga, 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, fa-

cilitará el que la descarga tome su camino, defendiendo al edificio de los destructores efectos que al rayo acompañan.

La esfera de acción del para-rayo es bastante reducida. No alcanza su protección más allá de un espacio muy restringido. En términos generales se admite, que la zona de eficacia está limitada por un cono, teniendo por vértice la punta del para-rayo y cuyo ángulo en el mismo es de 90 grados. Algunos hacen valer el ángulo dicho 125 grados, lo que equivale á decir que una sección recta cualquiera de este cono, tiene por radio el doble de su distancia al vértice.

Así pues, para la designación del número de para-rayos necesarios para la protección de un edificio, debe partirse del supuesto, de que cada uno de ellos solo puede proteger un círculo, cuyo radio es doble de su altura, no sobre el suelo, sino sobre la azotea ó tejado en que se instale.

Un buque, aislado en el mar y provisto de palos con mucha altura, parece lo más indicado para recibir las descargas atmosféricas. Así es en efecto.

Se debe durante la construcción del buque, procurar establecer entre todas las partes metálicas importantes, un contacto suficiente para que el buque una vez terminado no forme en realidad sino un solo conductor. Además todos los palos deberán ser provistos de para-rayos.

Para asegurarse de si ésta protección está bien entendida, bastará trazar líneas que partiendo de los topes y marchando en el sentido de la eslora y de la manga, formen 45 grados con la vertical. La zona de cubierta á que ellas alcanzan, marcarán los límites de protección.

Si alguna parte del buque no quedase incluida en este espacio, debe proveérsela de su correspondiente para-rayos.

Generalmente la disposición empleada abordo 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 50 mm² que descende convenientemente aislado por una burda ú obenque.

159.—P.—¿Describir los **proyectores** utilizados en los buques?

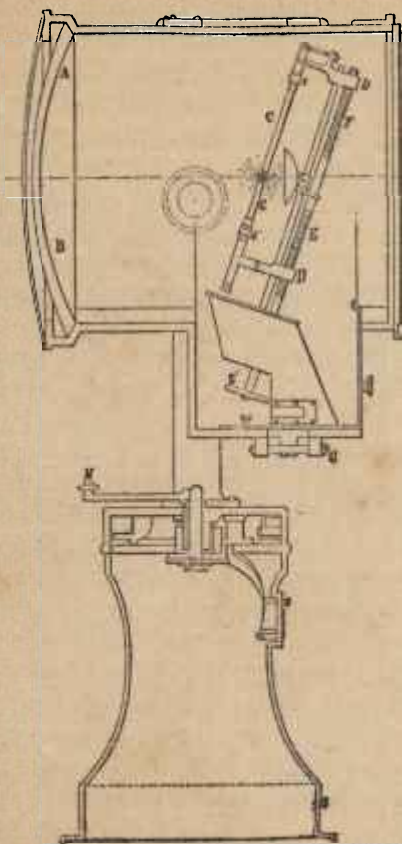
R.—Una de las aplicaciones más importantes en la Marina del arco voltaico, lo es sin duda la de obtener un potente haz luminoso que á grande distancia llevado, permita reconocer y examinar los objetos alejados y oscurecidos, y que sin este eficaz auxilio permanecerían invisibles para los de abordó.

Este poderoso haz luminoso obtiéndose mediante el empleo de los proyectores, sobre cuya invención tiene prioridad el ideado por el coronel francés **Mangín**.

El que se representa en la (*fig. 75*) ofrece al exterior, la forma de una caja cilíndrica de plancha metálica, en cuyo fondo se situa un espejo cóncavo, cuya cara convexa está plateada. La curva de este espejo está calculada de tal modo que, situado en el focus 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. 75.)

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 hácia 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 in-

terruptor 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 torpederos 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.

Lámpara 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 75.

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 con paso diferente 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 focus.

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 focus.

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.

Lámpara Gramme.—Se ha ensayado servirse de reguladores automáticos para el servicio de los proyectores. En la Marina francesa se empleó durante algún tiempo la lámpara Gramme, que no es otra cosa sino la combinación de un regulador Gramme con el de Serrin, también bastante generalizado.

Lámpara mixta Sautter Harlé.—Conviene, en los focus potentes sobre todo, conservar la facultad de poder regular á mano la lámpara. De aquí las lámparas mixtas, entre las cuales alcanza no escaso éxito, la que fabrica la casa Sautter, Harlé y Comp.^a

La regulación consiste en dar á un resorte una fuerza de tensión tal, que la fuerza atractiva del electro-imán que á su inmediación se sitúa, obre para una diferencia de potencial conveniente. Si esta diferencia de potencial aumenta como resultado del consumo de los carbones, la armadura es atraída y una palanca recibe un movimiento de vaivén, hasta que los carbones se han aproximado lo bastante para que la diferencia de potencial adquiera su valor normal.

Un interruptor permite poner fuera de circuito el mecanismo de regulación automática; cuando se desea hacer funcionar la lámpara moviéndola á mano.

La casa Sautter Harlé y Comp.^a, construye tres modelos de lámparas mixtas, con aplicación á los proyectores de 30, 40 y 60 centímetros.

Lámpara mixta Bréguet.—La casa Bréguet es sin duda alguna, la que con más constancia dedicase preferentemente á la fabricación y perfeccionamiento del material eléctrico con aplicación á la Marina.

En la cuestión de los proyectores, constituye especialidad el que elabora, pues difiere en no pocos detalles del de Magín.

Es desde luego una lámpara mixta, y en ella los carbones están horizontalmente colocados, coincidiendo su eje con el del espejo. El carbón positivo es el que está más lejos del fondo del proyector, á fin de que el haz luminoso reflejado, sea producido por los rayos emitidos por el cráter.

Los porta-carbones están ligados á dos piezas que hacen movimiento sobre rails metálicos. Los dos pares de rails, aislados el uno del otro, se ligan por el intermedio de planchas de cobre á los bornes, para entrada y salida de la corriente.

Un aparato, no exento de complicación, y en el que todo está previsto y calculado, permite que á medida que los carbones se gasten, tengan los porta-carbones el movimiento proporcional correspondiente, para mantenerlos á la distancia requerida.

Por mecanismo sencillo, funciona á voluntad la lámpara, automáticamente ó á mano.

La manera de funcionar es como sigue:

Cuando se cierra el circuito de la lámpara, pasa la corriente por un electro-imán y por el motor eléctrico, que se pone á girar acercando los carbones. En el momento que se establece el contacto entre los mismos, la intensidad disminuye en el circuito derivado: el electro-imán abandona su armadura, la que estableciendo contacto con un tornillo, viene á poner en corto-circuito las escobillas del motor; éste se detiene, y un resorte que juega papel importante, domina, produciendo la separación de los carbones, y en su consecuencia se encienden.

La tensión del resorte dicho, está regulada de modo, que la armadura está en contacto con el tornillo, en tanto

que la diferencia de potencial entre los carbones se conserva normal. Si ésta aumenta, el corto-circuito se rompe, y el motor al ponerse en movimiento, produce la aproximación de aquéllos. La regulación, pues, se obtiene por el equilibrio entre las dos acciones antagónicas.

El simple movimiento de una pequeña barra, es suficiente para interrumpir el circuito del motor, con lo que queda fuera de circuito todo el mecanismo automático.

A partir del año 1886, el empleo de los proyectores se ha generalizado mucho en los vapores que efectúan sus travesías por el Canal de Suez, como consecuencia de haber autorizado la Empresa de éste el paso de noche, para todos los buques provistos de los aparatos eléctricos que ella misma ha ñjado.

Son estos:

1.º—Un proyector de 1,200 metros de alcance en la proa.

2.º—Una lámpara eléctrica con reflector suspendida por encima del puente, y capaz de iluminar un campo circular de 200 metros de diámetro.

No es obstáculo para efectuar el paso de noche, carecer el buque de ellos, pues la misma Compañía del Canal los alquila para este sólo objeto.

Mediante esta provechosa medida, las 37 horas que antes eran necesarias para la navegación por el mismo, hánse convertido en 22 para el mayor número, y en 15 para aquellos que poseen velocidad crecida.

Los proyectores Magín de aplicación á nuestros vapores mercantes, y que generalmente tienen 0'40 m. de diámetro, exigen 45 ampéres.

Los constructores ingleses emplean otros de 0'60 metros: pero son de espejo esférico, lo que obliga á aumentar

su diámetro y la intensidad del foco para obtener el mismo resultado. (1)

160.—P.—¿Los **motores eléctricos** qué aplicación tienen en algunos vapores mercantes?

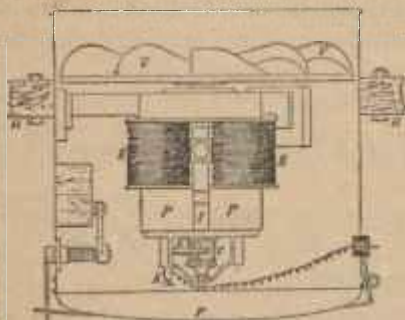
R.—La utilización más generalmente empleada, es para la ventilación de los sollados de pasaje y bodegas principales.

La (fig. 76) nos presenta en su forma más sencilla el aparato completo.

En conjunto se reduce á una dinamo de pequeñas di-

mensiones, 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 al venti-



(Fig. 76)

lador á que está unida.

Y, es el inducido, E los electroimanes ó inductores, P las masas polares, C el colector y B las escobillas. Los terminales A permiten la llegada de la corriente al motor.

Las aletas del ventilador montado sobre el eje del inducido, están representadas por V: F es una puerta de cierre.

Su colocación más usual es, sobre las cubiertas altas de los departamentos que han de ser ventilados.

(1) Véase lo dicho en la pregunta 51.

Ocupándonos en este lugar de las aplicaciones que los motores eléctricos tienen en la Marina, parece no debemos omitir la muy reciente que Mr. Rowan les ha dado con el mayor éxito, para los trabajos de construcción y reparación de cascos de hierro ó acero.

Es sabido de los que de construcción naval se ocupan, que una de las grandes dificultades que este asunto presenta, consiste en abrir rápidamente los agujeros ó taladros, remachar las planchas, y el repicado de las juntas de las mismas; trabajos todos estos que por lo general se efectúan en la grada.

Para obtener los agujeros en las planchas, por ejemplo, obligado se está á emplear taladradores movidos á brazo, que hay necesidad de cambiar de colocación para cada taladro que se practique. La sujeción de esta herramienta á la plancha es bastante complicada, requiere no poca destreza, y lleva consigo la enorme pérdida de tiempo que desde luego es fácil suponer.

El taladrador eléctrico de Mr. Rowan, simplifica mucho la cuestión, y creemos debiera ser acogido por todos los talleres de construcción naval en España, como ya lo está en Inglaterra y Francia.

Véase su funcionamiento:

La corriente producida por una dinamo, alimenta un fuerte electroimán, que es el que soporta el taladrador. Una vez que se ha determinado el sitio en que la herramienta se ha de colocar, basta maniobrar con un conmutador que permitiendo el paso del manantial eléctrico, origina la imantación de las barras y la adherencia consiguiente á la plancha. Un segundo conmutador lleva la corriente al motor eléctrico, que hace girar el aparato.

Como la velocidad de rotación es considerable, el trabajo se ejecuta rápidamente. Una vez éste terminado, el

sencillo juego ó manipulación del conmutador, permite interrumpir la corriente, cesando la imantación de los electros y quedando el aparato en disponibilidad de trasladarse á otro lugar.

Esta sencilla descripción es suficiente para evidenciar la importante economía de tiempo que se puede obtener, toda vez que la operación queda reducida á colocar el aparato en el lugar que sea necesario, y á maniobrar con un conmutador. La flexibilidad de los conductores permite instalarlo en todas las posiciones: lo mismo se puede operar sobre una plancha vertical, que si ésta estuviera inclinada: la adherencia como consecuencia de la imantación, es siempre la misma.

161.—P.—¿Valiéndose de la electricidad, cómo se puede efectuar la **desinfección de los buques?**

R.—Para la desinfección de las bodegas y entrepuentes de los vapores mercantes, se emplean generalmente agentes químicos ó antisépticos, que no aseguran el saneamiento completo y permanente en todas las partes del buque.

Entre los procedimientos hasta el día puestos en práctica para resolver el problema de la salubridad á bordo, merece especial mención en este lugar el de M. E. Hermite de Paris, utilizando la electricidad.

En síntesis está reducido, á distribuir por todos los departamentos del barco y en la misma forma que se hace con el vapor y el agua, un líquido dotado de un gran poder desinfectante, que en todos los momentos y en todos los lugares puede ser utilizado, mediante la simple manipulación de un pequeño grifo.

Por medio de la electricidad y con un aparato al cual su autor llama **electrolisor**, el agua del mar se convierte en líquido desinfectante, y es conducida por tuberías especiales á las diferentes bodegas y sollados del buque.

Daremos una idea del principio en que está basado. Cuando una corriente eléctrica pasa á través de una disolución acuosa de un cloruro, con preferencia el cloruro de magnesium, mezcla de este y clorudium de sodium, como el agua del mar, por ejemplo, este cloruro se descompone al mismo tiempo que el agua.

En el polo positivo, se forma un compuesto oxigenado de cloro, dotado de un gran poder de oxidación: en el negativo un óxido, con fuerza para precipitar ciertas materias orgánicas.

Así, pues, por electrolisis se obtiene en estas condiciones un líquido con las propiedades siguientes:

1.^a—Que destruye las materias orgánicas resultantes de la putrefacción y también los gases, tales como hidrógeno sulfurado, sulfhidrato de amoniaco, carburos de hidrógeno y también los gérmenes ó microbios.

Y 2.^a—Precipitar las materias albuminoides, etc., y por consiguiente clarifica las aguas.

Sustituyendo la disolución de cloruro por agua del mar, como se verifica en el procedimiento de M. E. Hermite, el simple paso del agua del mar por el electrolisor basta para comunicar á esta agua las propiedades desinfectantes.

El aparato completo está formado por una dinamo, el electrolisor y una bomba. Todo montado sobre una placa de fundición.

No conocemos detalles sobre precio, ni tampoco sobre los resultados que en la práctica ha producido.

162.—P.—¿Cómo funcionan los **trasmisores de órdenes**, accionados por la electricidad?

R.—Los trasmisores 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 ván 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 *trasmisor* tan solo se diferencian, en que el último carece del 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 le ván á comunicar órdenes, maniobra con el interruptor del timbre, y cesandó 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.

163.—P.—¿La **galvanoplastia** tiene aplicación en los buques?

R.—El galvanizado de los hierros que han de estar expuestos á las influencias de la atmósfera y humedad, y el dorado, plateado ó cobreado de los metales para decorar cámaras y alojamientos, son las principales aplicaciones á bordo.

164. — P. — ¿Qué debe entenderse por **galvanoplastia**?

R.—El arte de modelar los metales precipitándolos de sus disoluciones salinas, mediante la acción lenta de una corriente eléctrica.

Ella se utiliza para dos fines principales: 1.º, cubrir la superficie de un cuerpo de una capa metálica, destinada á protegerlo contra las influencias atmosféricas; 2.º, precipitar el metal en un molde conductor de electricidad, reproduciendo así en relieve figuras, grabados, medallas, etc.

165.—P.—¿Qué quiere decir **electrolisis**?

R.—Las sustancias que como el agua, son descompuestas por la corriente, y cuyos elementos son completamente separados, han recibido de Faraday el nombre de **electrólitos**, y ha llamado **electrolisis** el acto mismo de la descomposición por la corriente.

La galvanoplastia, pues, no es otra cosa sino una aplicación de los fenómenos de la electrolisis.

166.—P.—¿En términos generales cómo se efectúa la galvanoplastia?

R.—Con el metal que se trata de depositar, fórmase un baño, sobre cuya naturaleza hablaremos más adelante.

La superficie que se quiere cubrir se dispone como **catodo**, es decir, que se liga al polo negativo de la pila ó dinamo productora de la corriente. El **anodo** está formado, bien por el mismo metal de que el baño se ha de componer, en cuyo caso se vá disolviendo en el líquido al

establecerse la corriente, ó ya por un cuerpo extraño, conductor de la electricidad.

Según las leyes de la electricidad, el circuito lo cierra el líquido del baño, y el metal precipitado se deposita en la superficie del catodo.

La cuestión más importante entre las diferentes manipulaciones de la galvanoplastia, es la composición del baño.

167. — P. — ¿Cómo se **reproduce** una medalla ó cualquiera otro objeto por medio de la galvanoplastia?

R. — Ante todo es preciso procurarse un grabado en hueco del mismo, sobre el cual pueda depositarse la capa metálica que debe reproducir en relieve la medalla.

Se empieza cubriendo de plombagina pulverizada, con una brocha suave, el objeto cuya matriz se quiere obtener, con el fin de que no se adhiera á la gutapercha, y calentando después en agua cierta cantidad de esta sustancia, hasta reblandecerla, se aplica encima la pieza que se vá á reproducir, procurando someterla á una presión bastante fuerte.

Dejándola luego que se enfríe, se despega la gutapercha que está poco adherida, y resulta entonces en hueco sobre esta sustancia un grabado muy fiel del objeto. Resta solo dar á esta matriz obtenida, una capa de plombagina, á fin de que constituya ó forme un buen conductor, porque la gutapercha no lo es.

Para reproducir la pieza cuya matriz se ha obtenido, suspenderemos el citado molde en el baño de sulfato de cobre en el polo negativo, colocando en el positivo una pequeña plancha de cobre, cuyas dimensiones se subordinan al gasto de este metal que vá á ser necesario. Cerrado el circuito, se descompone el sulfato de cobre. Su ácido y el oxígeno se dirigen al polo positivo, y sólo el cobre al negativo, depositándose lentamente sobre la matriz que está sumergida.

A las 48 horas próximamente, está recubierta la matriz de una capa de cobre sólida y resistente, pero sin adherir; esta capa de cobre retirada de la matriz y montada en un pedazo de madera, es la que constituye el cliché que, bajo las prensas tipográficas, reproduce los objetos con una exactitud absoluta.

La plancha de cobre puesta en el polo positivo, sirve no sólo para cerrar el circuito, sino también para mantener la disolución en un estado constante de concentración; pues el ácido y oxígeno que van al polo positivo se combinan con el cobre de la plancha, y reproducen constantemente una cantidad de sulfato de cobre, igual á la que se descompone por la acción de la corriente.

De emplearse pilas, la de **Daniell** y la de **Bunsen** son las recomendadas por su constancia.

168.—P.—¿Cómo se efectúa el **dorado, plateado y cobreado galvánico?**

R.—Antiguamente los metales se plateaban y doraban, por medio de la amalgamación (aleando el oro y la plata con mercurio). Cubríase la pieza con la amalgama, y después se calentaba en un hornillo, donde se volatizaba el mercurio y quedaba adherido el otro metal.

La principal imperfección de este sistema, consistía, en que los vapores de mercurio, respirados por los obreros que en la operación intervenían, eran excesivamente dañosos.

El dorado por la galvanoplastia comprende tres operaciones preliminares.

Recocer, raspar y limpiar las piezas que han de dorarse.

Se recuecen ó calientan, para eliminar de su superficie toda sustancia grasa. Se raspan con un cepillo duro, para quitar los óxidos formados durante el recocido: esta operación exige sumergirlas todavía calientes, en ácido sulfúrico

diluido en agua, lavándolas después y secándolas, por último, con serrín caliente. Para abrillantarlas se limpian, mojóndolas en ácido nítrico puro, é introduciéndolas en una mezcla de hollín, sal común y el mismo ácido nítrico, volviendo á lavarlas en agua destilada.

Tras estas manipulaciones, las medallas ú objetos de cobre, bronce, latón, etc., se suspenden con unos alambres del polo negativo de una pila, compuesta de 3 ó 4 elementos Daniell, ó de menos, según los casos, sumergiéndolos en el baño correspondiente contenido en una caja rectangular.

La composición del baño es la siguiente:

Para el dorado.

Agua	5 litros.
Cianuro de oro	5 gr.
Cianoferruro amarillo de potasio	50 gr.

Para el plateado:

Agua	1 litro.
Cianuro de plata	8 gr.
Cianuro de potasio	40 gr.

Para el cobreado del hierro.

Una disolución saturada de sulfato de cobre.

En todos los casos, se suspenderá del polo positivo una lámina de oro, plata ó cobre respectivamente, para sostener el líquido al mismo grado de saturación.

El tiempo invertido en la operación, depende del grueso ó espesor que quiera dársele á la capa adherente.

Después, por frotamiento con ágata ú otros cuerpos duros se hace el pulimento.

El procedimiento descrito para el dorado, es no solo aplicable al cobre, sino también á la plata, bronce, latón y metal blanco (composición de níquel, zinc y cobre).

El hierro, acero, zinc, estaño y plomo se doran mal,

haciéndose preciso para obtener un resultado nada más que mediano, el cobrearlos previamente por medio de la pila.

169.—P.—Toda vez que el plateado galvánico es la operación de más aplicación á bordo, ¿qué cuidados más principales deben con ella observarse?

R.—Los anodos serán de plata pura, y su superficie próximamente igual á la de los objetos que se han de platear. Estarán suspendidos por hilos de platino con preferencia á los de cobre, y se procurará queden por completo sumergidos en el líquido. De no observarse esta última precaución, fácil es que sean cortados á la altura del nivel del baño.

La fuerza electromotriz necesaria, varía entre 2 y 3 volts.

La intensidad de la corriente está comprendida, entre 0'15 y 0'5 ampére por decímetro cuadrado.

La distancia entre los anodos y las piezas, debe ser de unos 10 centímetros.

Los anodos deben presentarse de color gris cuando obra la corriente, y blancos cuando se interrumpe.

Si se oscurecen de una manera marcable durante la operación, es necesario añadir cianuro de potasio; si blanquean, cianuro de plata.

170.—P.—¿Para la galvanoplastia, en qué forma debe producirse la electricidad?

R.—La electricidad necesaria á las operaciones de la galvanoplastia, puede ser suministrada por pilas, acumuladores y dinamos.

Las pilas convienen para las pequeñas instalaciones, y el elemento Daniell es el más indicado. Si la fuerza electromotriz ha de ser más crecida, el de Bunsen llenará mejor el objeto. Los elementos Leclanché no convienen en modo alguno por la facilidad en polarizars

Los acumuladores dan buen resultado, sobre todo si en el paraje en que se utilizan hay fuerza motriz sobrante que poder emplear en cargarlos.

Para una instalación de importancia, deben emplearse dinamos. Escasa fuerza electromotriz y gran intensidad, es el tipo que conviene.

La excitación de las dinamos debe ser en derivación.

Puede operarse con dinamos excitadas en série, pero se vigilará atentamente, para que la fuerza electromotriz de ésta no descienda por debajo del límite exigido para los baños.

Antes de colocar los baños en el circuito, deberá la máquina marchar á la tensión de regimen.

Para colocar los baños fuera de circuito, no se debe parar la dinamo previamente. Se ejecutará marchando ésta á la velocidad normal. De no ser así, el efecto de polarización obrando sobre la máquina, puede producir la inversión de polos.

Telefonía

171.—P.—¿En qué principios está basada la construcción de los **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 senci-

llo 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 engendraríamos 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.

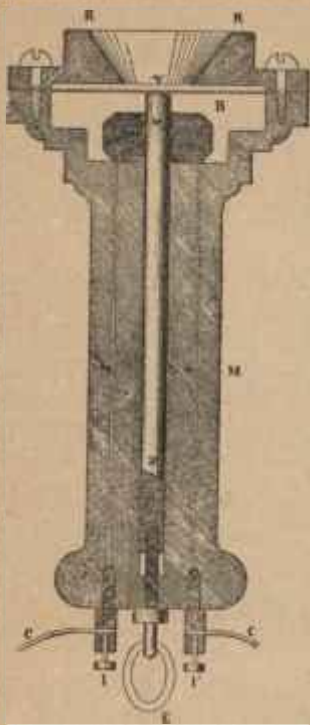
Tal es en sustancia el fundamento en que se apoya la construcción de los teléfonos.

172.—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 **teléfonos de pilas**.

Tanto en los unos como en los otros, el aparato delante

del cual se habla es el **trasmisor**, y aquél que al oído se aplica **receptor**.



(Fig. 77)

173. — P. — ¿Explicar el **teléfono magnético**?

R.—Este aparato (*figura 77*), consta de una barra imantada NS, al extremo de la cual y sirviéndole de eje, está enrollada una pequeña bobina B. Enfrente de ella, sitúase 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 simila 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 II', 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 extructura queda explicada.

174.—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 resistencia.

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 **microfono**, que está basada en la siguiente curiosa observación, debida á Mr. Moncel:

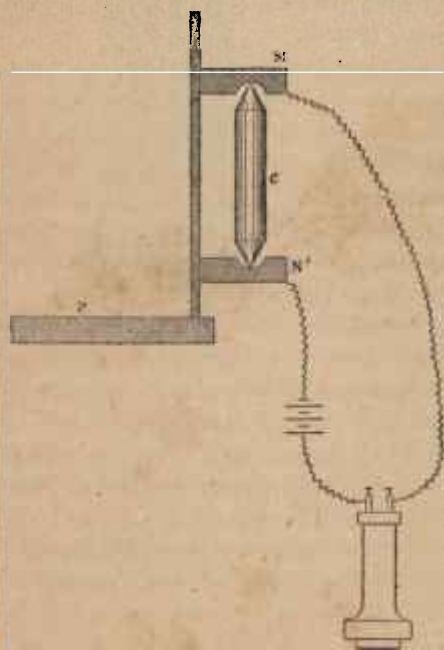
«La intensidad de una corriente en un circuito completado por un interruptor, se modifica según el grado de presión ejercida en el punto de contacto por las piezas conductoras de éste.»

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.

175.—P.—¿Explicar el **micrófono de Hughes**?

R. — Está compuesto este aparato (*fig. 78*), 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.



(Fig. 78.)

La menor vibración de P, se trasmite á las extremidades del lápiz. La resistencia en los puntos de contacto, pasa, pues, por una série de vibraciones, que influyendo en la intensidad de la corriente, producen los sonidos en el receptor.

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.

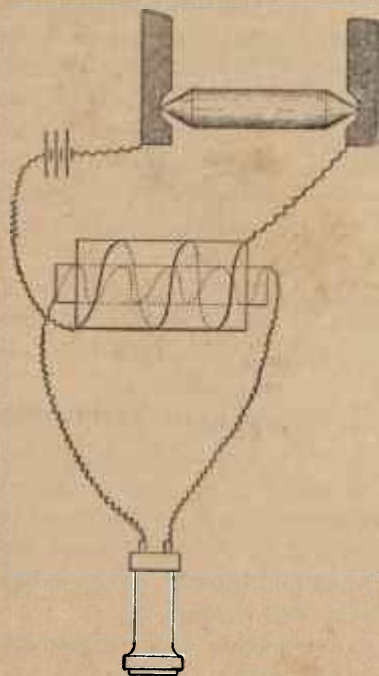
176.—P.—¿Explicar el **micrófono de Edison?**

R.—A el micrófono ligeramente descrito en la anterior pregunta, ha llevado Edison un perfeccionamiento, que

permite aumentar considerablemente la distancia de trasmisión.

A la línea telefónica no se envía la corriente directamente 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. 79*).

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 circui-



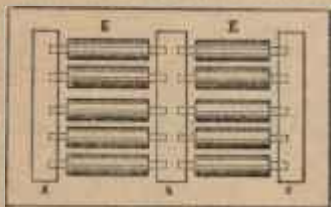
(Fig. 79)

to secundario ó inducido, el hilo fino de la bobina, la línea y el receptor.

Con esta especial disposición, el trasmisor obra sobre una resistencia muy débil que en poca 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.

177.—P.—¿En qué consiste la especialidad del **trasmisor Ader.**

R.—Este aparato (*fig. 80*) está compuesto ó formado por tres placas de carbón *a*, *b* y *c*, que sirven como de so-



(*Fig. 80*)

portes 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.

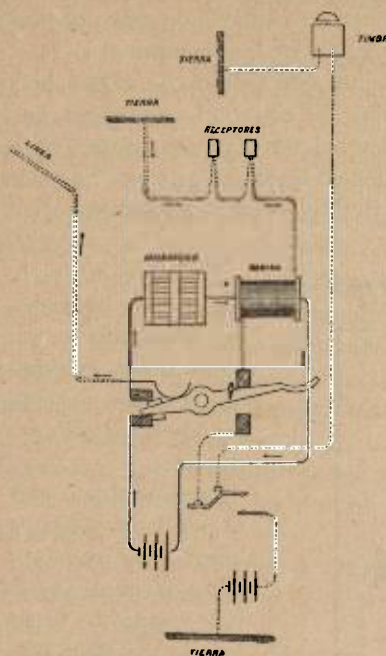
Todo lo descrito es soportado ó vá sujeto á una hoja de madera muy delgada, que es la lámina vibrante, y la cual forma la tapa del pupitre ó caja que contiene la bobina de inducción.

178. — P. — ¿Describir el **aparato telefónico Ader?**

R.—Se compone de un trasmisor tal 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 (*figura 81.*)

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.



(Fig. 81)

receptores, forma una palanca movil 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.

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.

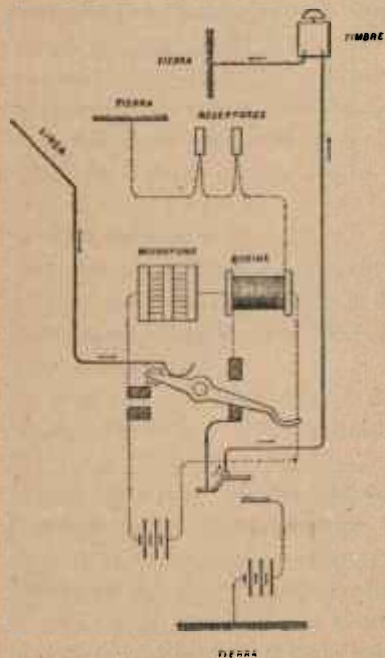
Véase por qué ingeniosos medios han sido satisfechas las condiciones de este programa.

Uno de los ganchos de los cuales se suspenden ó cuelgan los

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 80 y 81 que se refieren al mismo aparato, pero suspendido en un caso el receptor y en otro no, enseñan bien claramente la marcha de la corriente.

En la (*fig. 81*), 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 condiciones de funcionar.



(Fig. 82)

En la (*fig. 80*) el receptor está descolgado. La palanca portanto 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 ejem-

plo, recorre el circuito 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.

179.—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.

180.—P.—¿A qué **distancias** puede emplearse satisfactoriamente el teléfono?

R.—No es esta cuestión que esté 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 telefonar 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 trasmisión.

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.

181.—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 intalaciones telefónicas.

Existen aparatos mucho más económicos que los de Ader, tales como los de Mildé, Branville, Breguet, etc., etc.

Recetas útiles á los Electricistas

I.—Fórmulas para pilas de bicromato.

Bicromato de potasa	100	gramos.
Acido sulfúrico	50	»
Agua	1.000	»

(Poggendorff.)

Bicromato	18'4	
Acido sulfúrico	42'8	
Agua	200	

(Delaurier.)

Bicromato de potasa	250	gramos.
Acido sulfúrico	450	»
Agua	1.000	»

(Trouvé.)

Bicromato de potasa	16	partes en peso.
Acido sulfúrico á 60°	17	» » »
Agua	100	» » »

(Tissandier.)

Para la preparación del líquido con estas fórmulas, el bicromato debe pulverizarse y disolverse en agua tibia, á la que deberá agregársele el ácido gota á gota. Antes de servirse de la disolución, debe dejarse enfriar.

II.—Carbones para las pilas.

Con preferencia á los carbones de retorta, deben em-

plearse los de Carré, que son muy buenos conductores, y que además por efecto de su crecida densidad, impiden que los ácidos suban por su superficie, royéndolo interiormente y dando lugar á ser atacados por capilaridad.

Este último inconveniente está evitado con el siguiente procedimiento.

La cabeza del carbón se sumerge durante algunos minutos en parafina hirviendo: después de refrescada se recubre de cobre por medio de la galvanoplastia. Se aseguran así contactos perfectos é indestructibles.

(Graffigny.)

III.—**Carbón platinado.**

Se empieza por purificar las placas, á cuyo efecto se las deja sumergidas varios días en agua acidulada por ácido sulfúrico al 3 ó al 4; después se fija el conductor en cobre estañado.

El platinado se realiza sumergiendo en ácido sulfúrico al 10, las láminas ó placas, y á cuya composición deben haberse añadido cristales de cloruro de platino, hasta que el líquido tome un color amarilloso. El carbón deberá ligarse al polo negativo de una pila, cuyo otro polo comunicará con una lámina de platino sumergida en la disolución.

Al cabo de veinte minutos de estar sometidas las placas al baño, la operacion está terminada.

Para comprobar si el resultado obtenido es bueno, bastará utilizar una de las placas en la descomposición del agua, y ver si deja escapar el hidrógeno con facilidad por su superficie, sin ninguna adherencia á la misma.

(Graffigny.)

IV.—**Pasta para cubrir los hilos de los grandes electroimanes.**

Los grandes electroimanes están generalmente forma-

dos, por hilo de cobre recubierto con 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 pómez se la pulimenta, y últimamente se la barniza.

(*Graffigny.*)

V.—**Para endurecer los hilos de las dinamos.**

Para endurecer los hilos de las dinamos, se puede emplear el barniz siguiente:

Se ponen en una botella 500 gramos de goma laca blanca y un litro de alcohol á 40° Baumé.

Por espacio de algunos días, se agita varias veces en el día el contenido de la botella, sometiéndolo á una temperatura dulce. A los quince días se filtra.

Para los hilos gruesos, se aplica el barniz en frío con un pincel. Para los finos se opera del mismo modo, pero después de habérsele puesto al barniz una cantidad de alcohol igual á su volúmen.

(*Hospitalier.*)

VI.—**Barniz para papel aislador.**

Se disuelve una parte de bálsamo del Canadá, en dos partes de esencia de trementina. Se calienta ligeramente y se le filtra antes de enfriarse.

(*Hospitalier.*)

VII.—**Composición Chattertón.**

Esta composición sirve para ligar entre sí las diferentes ó sucesivas capas de gutapercha colocadas á los cables:

Alquitrán de Stockolmo	1 parte.
Resina	1 »
Gutapercha.	3 »

(*Hospitalier.*)

VIII.—Composición de Clarke.

Sirve para recubrir las armaduras de los cables:

Pez mineral	65 parte.
Silice	37 »
Alquitrán	7 »

(Hospitalier.)

IX.—Soldaduras en aparatos eléctricos.

Deben emplearse partes iguales de estaño y plomo. Nunca se hará uso de ácidos ni cloruro de zinc. Estos líquidos no llegando á desaparecer enteramente, concluyen por corroer el metal.

En la madera y en la ebonita, el cloruro de zinc no seca nunca y compromete por tanto su aislamiento.

Siempre se debe hacer uso de la resina.

(Graffigny).

X.—Barniz rojo.

Para madera, interior de bobinas de electroimanes, galvanómetros metálicos, etc., etc.:

Se hace disolver lacre en alcohol á 90° 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.

(Graffigny).

XI.—Purificación del ácido sulfúrico ordinario del comercio.

Se le purifica simplemente por agitación con aceite ordinario, á razón de 4 ó 5 centímetros cúbicos de aceite por litro.

Los cuerpos extraños, arsénico, plomo., etc., que atacarian al zinc, se precipitan.

(A. d' Arsonval).

XII.—Pilas que deben emplearse según objeto.

Dorado.—Daniell, Smée.

Plateado.—Daniell, Smée, Bunsen, Slater.

Luz eléctrica.—Bunsen; de bicromato (Grenet, Cloris, Baude), Tommasi, Carré, Reynier, de Lalande, Trouvé, Radiguet, Reina Regente.

Bobinas de inducción.—Bicromato á un líquido, Bunsen.

Experiencias de clase y laboratorio.—Pila de bicromato, acumuladores, Leclanché de gran superficie, Dernelles.

Pilas medicales.—Trouvé, Onimus, Seure, Leclanché al bicloruro de mercurio, al cloruro de plata.

Grandes líneas telegráficas.—Daniell, Callaud, Meidinger, Fuller, Leclanché, de Lalande, Chistaux.

Timbres y usos domésticos.—Leclanché, sulfato de mercurio, sulfato de plomo; Maiche, Thiebaut, Fremy.

Telefonía.—Leclanché, de Lalande, Maiche.

Torpedos.—Leclanché, al bicromato.

Medidas eléctricas.—Leclanché, al bicromato, Daniell.

(*Hospitalier.*)

XIII.—Ebonita.

Mezcla de 2 á 3 partes de azufre con 5 partes de caoutchouc cocido durante varias horas á 75° centígrado, bajo una presión de 4 á 5 atmósferas.

La mezcla de las dos sustancias en estas condiciones, dá una pasta que se presta á tomar todas las formas que se deseen.

Es una excelente sustancia aisladora; pero no debe ponerse en olvido, que bajo la acción del tiempo y la humedad se hace porosa y esponjosa, perdiendo sus cualidades de cuerpo aislador.

(*Graffigny.*)

XIV.—**Artesa estanca para galvanoplastia.**

Una artesa de madera de roble bien empernada ó clave-teada, puede durar doce ó quince años si se tiene la precaución de bañarla con la composición siguiente:

Pez de Burgoña	1.500	gramos
Gutapercha vieja.	250	»
Piedra pómez en polvo	750	»

Hacer derretir la gutapercha y amasarla con la piedra pómez, añadiendo enseguida la pez de Burgoña.

Cuando la mezela está todavía en estado líquido, se baña la artesa con varias capas superpuestas.

Después se quitan las rugosidades é imperfecciones con que haya resultado cubierta la superficie, valiéndose de un hierro caliente ó un soldador, cuyo calor hace que la pasta penetre en los poros de la madera, al mismo tiempo que corrije las desigualdades exteriores.

La artesa así preparada, resistirá los baños de sulfato de cobre, pero no los de cianuro.

(*E. Berthond*).

XV.—**Pasta para adherir los metales al vidrio.**

Esta composición se obtiene formando una pasta plástica, con 2 partes de litargirio fino y 1 parte de cerusa seca, mezclado ó molido todo con aceite de linaza cocida y copal; estos últimos aceites en la proporción de 3 á 1.

(*Tabouret*).

XVI.—**Mastic resistente al calor y á los ácidos.**

Azufre	100	partes
Sebo	2	»
Resina	2	»

Se derrite á fuego lento el sebo y el azufre, mezclándolo luego con polvos de vidrio y añadiendo la resina.

(*Graffigny*).

XVII.—**Barniz resistente á los ácidos.**

Se calienta el barniz de alquitrán á 70° y se añade un 100 por 100 de cal hidráulica, cemento romano ó cemento Portland, teniendo cuidado de estarse constantemente agitando.

Esta mezcla queda perfectamente líquida y constituye un barniz resistente á las influencias atmosféricas, así como también á la acción de los ácidos.

(*M. Mairesse de Ronen*).

XVIII.—**Colocación de hilos de timbres.**

En general, debe emplearse hilo de cobre rojo de $\frac{11}{10}$ milímetro para los hilos que parten de la pila, y de 1 milímetro ó $\frac{9}{10}$ para las derivaciones á los llamadores.

El alambre debe estar recubierto de hilo y algodón.

Para distinguir los polos, conviene ligar al polo positivo (cobre ó carbón) hilo rojo y azul, verde ó blanco al polo negativo (zinc).

Los hilos deben estar suspendidos de aisladores de hueso. Si atraviesan un muro, pasarán por un tubo ó garganta de guta ó cautchouc.

Los empalmes no deben nunca hacerse en las proximidades de los sitios en que atraviesan las paredes.

(*Graffigny*).

XIX.—**Máquinas de inducción llamadas estáticas.**

Estas máquinas suministran una corriente continua como las pilas hidro-eléctricas y las máquinas magneto y

dinamo-eléctricas; esta corriente está caracterizada por una intensidad muy pequeña y una fuerza electro-motriz muy grande.

Así, por ejemplo, la máquina de Holtz, modelo ordinario de los laboratorios, tiene una f, e, m , constante é igual á 50.000 volts próximamente á todas velocidades, pero su intensidad aumenta proporcionalmente á la velocidad de rotación.

A 120 revoluciones por minuto, su resistencia interior es de 2.810 megohms; á 450 revoluciones, baja hasta 646 megohms.

Según las experiencias de Kohlrausch, la corriente máxima suministrada por una máquina de Holtz, no puede descomponer más de 0'0035 microgramos de agua por segundo, lo que corresponde á una intensidad de 40 micro-ampéres próximamente.

(Hospitalier.)

XX.—Limpieza del bronce, cobre, acero, etc.

Se toma 1 onza de ácido óxalico, 6 onzas de tierra podrida, 1 onza de aceite dulce y agua en cantidad suficiente para hacer una pasta con esta mezcla.

Aplicuese esta composición sobre el objeto que se quiere limpiar, y frótese hasta el pulimento con una franela ú otra piel flexible.

(Graffigny).

XXI.—Bronceaje del cobre rojo.

Se hace hervir en un vaso de cobre no estañado el objeto que se desea broncear, en la disolución siguiente:

Acetato de cobre.	250 gramos
Carbonato de cobre	250 »
Clorhidrato de amoniaco	450 »
Acido acético.	100 »
Agua	2 litros

(Graffigny).

Apéndice A

TABLAS Y FÓRMULAS DE DIFERENTES USOS

Resistencia de algunos metales á 0° centígrado

NOMBRES	Resistencia á 0° de un hilo de 1 metro longitud y un milímetro diámetro
	<i>Ohm.</i>
Plata recocida	0'01937
Plata batida	0'02103
Cobre recocido	0'02057
Cobre batido.	0'02104
Oro recocido.	0'02650
Oro batido , .	0'02967
Aluminium recocido.	0'03751
Zinc comprimido	0'07244
Platino recocido	0'1166
Hierro recocido.	0'1251
Nikel recocido	0'1604
Estaño comprimido	0'1701'
Plomo comprimido	0'2526
Antimonio comprimido	0'4561
Bismuto comprimido.	1'6890
Mercurio líquido	1'2247
Maillechort	0'2695

Precio de Conductores

Sección en milímetros cuadrados	PRECIO EN PESETAS POR METRO			
	Aislamiento débil	Aislamiento bueno	Aislamiento fuerte.	Aislamiento con plomo
1	0'17	0'26	0'37	0'72
2	0'23	0'29	0'42	0'92
5	0'38	0'50	0'68	1'43
10	0'60	0'81	1'07	1'98
20	1'10	1'43	1'82	3'13
30	1'61	2'08	2'60	3'92
40	2'13	2'73	3'38	4'55
50	2'60	3'38	4'17	5'22
100	5'25	6'63	8'06	8'45
150	7'47	9'49	11'55	11'32
200	9'75	12'35	13'65	14'30
250	13'02	14'69	15'60	16'90
300	14'30	16'90	17'87	19'50

Composición de algunas aleaciones fusibles

PLOMO	ESTAÑO	BISMUTO	Punto de fusión en grados centígrados
1	1	4	93'8
5	3	8	94'4
2	3	5	94'4
1	4	5	118'8
1	4	1	125'
1	1	1	131'1
1	2	1	167'7
1	3	1	167'7
1	3	1	200'

Pesos específicos á 0°

(Peso específico del agua á + 4° = 1.)

METALES

Acero de cimentación	7'26	á	7'80
» fundido	7'83	á	7'92
Aluminiun fundido.	2'56		
» forjado	2'67		
Antimonio.	6'65	á	6'72
Plata fundida. ,	10'10	á	10'47
» forjada	10'51	á	10'62
Bismuto	9'83		
Bronce	8'30	á	8'60
Cobre laminado	8'8		
» fundido.	8'6		
Estaño	7'3	á	7'5
Hierro forjado	7'6	á	7'79
Fundición de hierro.	7'0	á	7'50
Latón fundido	7'8	á	8'4
Maillechort.	8'3	á	8'62
Mercurio	13'590		
Oro	19	á	19'6
Platino	21	á	22
Plomo	11'40		
Zinc fundido	6'80		
» laminado	7'20		

CUERPOS SÓLIDOS

Álamo blanco.	0'74		
Encina	0'69		
Ébano negro	1'19		
Fresno	0'67		
Pino	0'47		
Pino rojo	0'65		
Ladrillo.	1'40	á	2'20
Cautchouc puro	0'93		
» vulcanizado.	1'25	á	1'75
Hielo á 0°	0'92		
Hulla	1'21	á	1'51

Marmol	2'52	á	2'84
Piedra calcárea	2'44	á	2'50
Arena ordinaria seca	1'64	.	
Cristal	2'89		

CUERPOS LÍQUIDOS

Ácido azetico	1'500
» clorídrico	1'200
» sulfúrico	1'850
Alcohol á 20°	0'792
Agua del mar	1'027
Eter á 20°	0'716
Aceite de lino	0'950

CUERPOS GASEOSOS

Temperatura á 0; aire atmosférico = 1

Ácido carbónico	1'529		
Amoniaco	0'596		
Azoe	0'972		
Gas del alumbrado	0'480	á	0'579
Hidrógeno	0'0692		
Oxido de carbono	0'967		
Oxígeno	1'106		
Vapor de agua	0'620		
» á 100°	0'470		

Densidad del aire con relación al agua = 0'013

Para obtener el peso en kilogramos de 1 metro cúbico de un cuerpo sólido ó líquido, se multiplica su peso específico por 1,000.

Para obtener el peso en kilogramos de 1 metro cúbico de un cuerpo gaseoso, se multiplica su peso específico por 1'3.

**Temperatura
de fusión y ebullición de diversas sustancias
(Presión 76 c/m)**

NOMBRES	Fusión	Ebullición
	<i>Grados</i>	<i>Grados</i>
Platino	+ 2,100.	
Oro	1,250.	
Plomo	326.	
Plata	1,000.	
Bismuto	264.	
Cobre	1,050.	
Bronce	900.	
Acero	1,350.	
Hierro	1,500.	
Fundición blanca	1,100.	
Idem gris	1,200.	
Estaño	228	
Zinc	412	1,040
Antimonio	600	
Aluminio	600	
Mercurio	— 39	350
Azufre	+ 111	400
Parafina	43·7	370
Cera amarilla	61	
Cera blanca	69	
Aceite de linaza	— 20	387·5
Aceite de oliva	+ 2·5	
Sodio	90	
Estearina	60	
Petróleo		106
Fósforo	44·2	
Agua del mar	— 2·5	103
Agua destilada	0	100
Bromo	7·5	63
Alcohol		78·3
Sebo	33	

Alumbrado eléctrico.—Características

	Bujía Jabloch kof	Quemador Jazmin	Lámpara Wenderman	Lámpara Reynier	Incandes- cencia Edison	INCANDESCENCIA			Máxim.
						Siemens.	Gerard.	Sewan.	
Fuerza motriz necesaria	72 kgm.	8 caballos	34 kgm.	15 kgm.	1 caballo	1 cab.	1 cab.	1 cab.	1 caballo
Potencia luminosa de cada lámpara en cárcels . . .	37'5	50	34	12	1'5	2'5	2'0	3	2'4
Número de lámparas por caballo .	1	3	2	5	16	8	9	10	125
Resistencia de las lámparas . . .	3 kgm.	»	»	»	70	182	»	150	»
Fuerza electromotriz	42 v.	50	6'7	5'4	50	109	20	59	3'7
Intensidad . . .	8 amp.	5	50'5	27	0'75	0'75	1'5	0'63	1'7

Características de los diferentes sistemas de pilas

Modelo	F. E. M.	R.	Modelo	F. E. M.	R.	Modelo	F. E. M.	Intensi- dad
	<i>Volts.</i>	<i>Ohms.</i>		<i>Volts.</i>	<i>Ohms.</i>		<i>Volts.</i>	<i>Amperes.</i>
Smée	0'47	»	Carré	1'06	0'12	Maiche	1'25	0'4
W. de la Rue . . .	1'03	»	Tommassi	1'77	0'20	Leclanché	1'48	0'5
Skrivanow	1'50	»	Tissandier	»	0'01	Bazin	1'59	»
Marie-Davy	1'52	»	Trouvé	2	0'001	Siphoide Baudet .	2	30
Leclanché	1'48	1'5	Fuller	2'2	»	Constante Radiguet	1'79	»
Daniell	1'08	»	C. Baudet	2	0'03	Botella Grenet . .	1'20	»
Reynier	1'05	0'075	Higgins	2'2	0'4	Lalande et Chaperón.	0'8	7
Grove	1'96	»	Comb. Reynier . .	0'44	»	Warnon	1'29	»
Bunsen	1'90	0'08	»	0'40	»	Simmen (gran modelo)	2'5	40
D'Arsonval	2'20	»	»	0'46	»	Pila Fournier, gran		
Duchemin	1'54	»	»	0'51	»	modelo (bicroma-		
Niandet	1'50	5	Graffigny	1'65	0'01	mato y dos líqui-		
O'Keenan	2'20	»				dos)	2'2	25

Motores eléctricos.— Características

TIPOS	Número de elementos	F. E. M.	Intensidad	Revoluciones por minuto	Trabajo por minuto en kqm.	Trabajo por gramo de zinc	Rendimiento eléctrico	Rendimiento mecánico	OBSERVACIONES
Marcel Deprez .	5	5	4'41	205	51	134	»	26 por 100	Imán perm.te
Gramme . . .	6	7'5	4'4	200	100	368	0'73	0'75	Pequeño m. ¹⁰
Cramme . . .	44 kqm.	30	11'3	»	19'5	»	»	0'44	Gran modelo
Siemens . . .	70 »	38	18	»	40	»	»	0'57	»
Trouvé . . .	6 elem.	12	20	1.800	3'75	203	»	0'42	»
Ayrton et Perry	12	23	25	2.000	250	»	»	0'39	»
Meritens . . .	12	20	20	850	875	»	0'37	0'51	»
C. Baudelt . .	12	24	6	1.500	125	»	0'42	0'65	Modelo doble

**Gasto aproximado de carbón y materias lubricadoras para máquinas
de 10, 25, 50 y 100 caballos.**

	MAQUINAS DE			
	10 CABALLOS	25 CABALLOS	50 CABALLOS	100 CABALLOS
	<i>kg.</i>	<i>kg.</i>	<i>kg.</i>	<i>kg.</i>
Consumo de carbón por caballo-hora . . .	2'500	2'000	1'700	1'450
	<i>ptas.</i>	<i>ptas.</i>	<i>ptas.</i>	<i>ptas.</i>
Coste del carbón por caballo-hora	0'0625	0'0500	0'0425	0'0362
» de las materias lubricadoras	0'0050	0'0050	0'0050	0'0050
TOTAL	0'0675	0'055	0'0475	0'0412

Consumo aproximado de combustible y vapor por caballo

POTENCIA del motor en caballos	Máquinas sin condensación		Máquinas con condensación	
	CONSUMO POR CABALLO		CONSUMO POR CABALLO	
	de carbón.	de vapor.	de carbón.	de vapor.
	<i>kg.</i>	<i>kg.</i>	<i>kg.</i>	<i>kg.</i>
1 á 3	3'300	30'000	»	»
3 á 5	2'900	25'000	«	»
6 á 9	2'600	21'000	»	»
8 á 12	2'500	20'000	»	»
12 á 15	2'400	19'000	»	»
15 á 20	2'300	18'000	»	»
20 á 25	2'150	17'000	»	»
25 á 30	2'000	16'000	1'550	13'000
30 á 35	1'900	15'700	1'490	12'500
35 á 45	1'800	15'300	1'400	12'000
50 á 60	1'750	14'500	1'350	11'500
65 á 75	1'625	13'500	1'265	11'500
80 á 90	1'550	13'000	1'150	10'000
95 á 100	1'450	12'700	1'150	10'000

Conductores de cobre empleados en el alumbrado

Número de hilos	Diámetro de los hilos en 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	6,5	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	1,97	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
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

Número de hilos	Diámetro de los hilos en mm	Sección en mm ²	Resistencia en ohms por kilómetro	Intensidad máxima en amperes	
				Hilo desnudo	Hilo aislado
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 MATERIAS

MATERIAS	Páginas
Prólogo de la 1. ^a edición	III
» » 2. ^a »	V
» » 3. ^a »	IX

Definiciones

Electricidad	1
Cuerpos electrizados	1
Procedimientos para generar electricidad	2
Diversas especies de electricidad.	2
Electricidad por la acción calorífica	3
» » » química	3
Polos de una pila	5
Corriente eléctrica.	5
Electricidad por la acción magnética	5
Imanes	6
Electro-ímanes	6
Propiedades de los imanes	7
Relación entre el magnetismo y la electricidad.	9
Ley de Ampere	9
Cuerpos buenos, medianos y malos conductores	10
Circuito eléctrico	11
Unidades prácticas	13
Ley de Ohm	19
» de Joule	19
Corrientes derivadas	22
Ejercicios sobre las unidades prácticas.	23

Aparatos que se emplean en el alumbrado eléctrico

Solenoides.	26
Relación entre las corrientes y los imanes	26
Electro-ímán.	28
Galvanómetros	29
Amperómetros	30
Volmetros.	32
Interruptores.	33
Conmutadores	36

MATERIAS	Páginas
Inversor de corriente	37
Corta-circuitos	38
Reguladores de corriente	40
Contadores de electricidad	42
Trasformadores	44
Lámparas incandescentes	46
Arco voltaico.	48
Lámparas de arco	50
Rendimiento luminoso de las lámparas	56
Conductores eléctricos	56
Pérdida de tensión.	58
Accidentes en los conductores.	64

Pilas y sus aplicaciones

Pila Bunsen	69
» Grenet	70
» Leclanche	71
» Daniel	72
» Reina Regente	73
Diferentes formas de acoplamiento	76
Acumuladores	80
Timbres eléctricos	86

Máquinas eléctricas

Inducción	92
Teoría del anillo Gramme	95
Escobillas y colector	97
Leyes de las máquinas eléctricas.	99
Diferentes modos de excitación de las dinamos.	100
Reversibilidad de las máquinas eléctricas	104
Rendimiento de las dinamos	105
Máquina Gramme	106
» Siemens	108
» Edison.	109
» múltiplex Sauter y Lemonier.	111
» Desroziers	112
» Thury	112
Teoría de las máquinas de corrientes alternativas	113
Comparación entre las corrientes continuas y alternativas	114
Máquina Siemens corrientes alternativas.	116
» Gramme » »	117
» Westinghouse » »	118
» Zipernowsky » »	118

MATERIAS	Páginas
Agrupamiento de dinamos	119
Instalación de dinamos	122
Motores.	123
Cuidados con las escobillas.	123
» con el colector.	124
» con el inducido	125
» en el manejo de las dinamos.	126

Generalidades sobre aplicaciones de la electricidad

Ventajas é inconvenientes del alumbrado eléctrico	125
Disposición general de una instalación de alumbrado	130
Tabla de distribución.	133
Diferentes disposiciones que puedan darse á las lám- paras.	135
Instalación de tres hilos.	138
Distribución por feeders.	140
Postes para líneas	142
Precio de la producción de luz.	143
Instalación de alumbrado á bordo de los buques	147
Pararayos	158
Proyectores	160
Motores eléctricos	166
Desinfección de los buques por la electricidad	168
Trasmisores de órdenes para la máquina.	169
Galvanoplastia	171

Telefonía

Principios en que están basados los teléfonos	176
Teléfono magnético	178
» de pilas	179
Microfono de Hughes.	180
» de Edison	181
Funcionamiento del teléfono	185
Distancias á que se puede telefonear	185
Coste de los aparatos	186

Recetas útiles á los electricistas

Fórmulas para pilas de bicromato	187
Carbones para las pilas	187
Carbón platinado	188
Pasta para cubrir los hilos de los electro-imanés	188
Para endurecer los hilos de las dinamos	189
Barniz para papel aislador	189
Composición Chattertón.	189

MATERIAS	Páginas
Composición de Clarke	190
Soldaduras en aparatos eléctricos	190
Barniz rojo	190
Purificación del ácido sulfúrico	190
Pilas que deben emplearse según objeto	191
Ebonita.	191
Artesa estanca para galvanoplastia.	192
Pasta para adherir los metales al vidrio	192
Mastic resistente al calor y á los ácidos	192
Barniz resistente á los ácidos	193
Colocación de hilos de timbres	193
Máquinas de inducción llamadas estáticas	193
Limpieza del bronce, cobre, acero, etc., etc.	194
Bronceaje del cobre rojo	194

Apéndice A.—Tablas y fórmulas para diferentes usos

I.—Resistencia de algunos metales á 0° centí- grado	195
II.—Precio de conductores	196
III.—Composición de algunas aleaciones fusibles	196
VI.—Pesos específicos	197
V.—Temperatura de fusión y ebullición de diver- sas sustancias	199
VI.—Alumbrado eléctrico.—Características	200
VII.—Características de los diferentes sistemas de pilas	201
VIII.—Motores eléctricos.—Características	202
IX.—Gasto aproximado de carbón y materias lu- bricadoras para máquinas de 10, 25, 50 y 100 caballos.	203
X.—Consumo aproximado de combustible y vapor por caballo	204
XI.—Conductores de cobre empleados en el alum- brado	205

ÍNDICE ALFABÉTICO

	Páginas
Accidentes en los conductores.	65
Acido sulfúrico (Purificación del)	190
Acoplamiento de pilas	76
Acumuladores	80
Ader (Coste de un aparato telefónico de)	186
Agrupamiento de dinamos	119
Alumbrado eléctrico.—Características.	200
Alumbrado interior de los buques	150
Alumbrado eléctrico (Ventajas é inconvenientes del).	129
Alumbrado exterior de los buques	153
Ampére (Unidad)	17
Amperometros	30
Amalgamar el zinc.	75
Anodo	171
Angenault (Lámpara incandescente de)	47
Aparatos de alumbrado para los buques	152
Aparatos eléctricos para el paso del Canal de Suez	165
Aplicaciones de la electricidad	128
Artesa para galvanoplastia.	192
Aron (Contador).	43
Arco voltaico.	48
Aubert (Contador).	44
Barniz para endurecer los hilos de las dinamos	189
Barniz resistente á los ácidos.	193
Barniz para papel aislador	189
Barniz rojo	190
Bell (Teléfono de)	178
Bronceaje del cobre rojo	194
Bujía Jablochkoff	54
Bunsen (Pila de)	69
Caballo eléctrico	18
Cálculos sobre acumuladores	85
Campo magnético	8
Campo eléctrico.	93
Canalización (abordo de los buques)	149
Cance (Lámpara)	53

	Páginas
Capacidad de un acumulador	81
Carbones para las pilas	187
Carbón platinado	188
Carga de acumuladores	82
Catodo	171
Circuito eléctrico	11
Circuito de noche	149
» de día	149
» de mar.	149
» de navegación	150
» de señales	150
Cobreado, dorado y plateado	173
Colector	97
Colector (Cuidados con el)	124
Comparación entre las corrientes continuas y alter- nativas.	114
Conductores	56
Conductores (Precio de).	196
Conductores de cobre empleados en el alumbrado	205
Conmutadores	36
Consumo de carbón y materias lubricadoras para má- quinas de 10, 25, 50 y 100 caballos	203
Consumo de combustible y vapor por caballo	204
Contador Arón	43
» Aubert	44
Corriente eléctrica.	5
Corrientes inducidas	92
Corrientes continuas	100
» alternativas	100
Corrientes derivadas	22
Corta-circuitos	38
Coste de la producción de luz con pilas	68
Coste de un aparato telefónico Ader.	186
Coulomb (Unidad).	17
Cuadro indicador para timbres	90
Cuerpos buenos, medianos y malos conductores	10
Cuerpos electrizados	1
Cuidados en las instalaciones de timbres	91
Chatterton (Composición)	189
Daniell (Pila de).	72
Desinfección de los buques por la electricidad.	168
Diámetro de los conductores	57
Distancias á que se puede emplear el teléfono	185
Dinamos para buques.	147
Distribución por feeders.	140

	Páginas
Disyuntores	38
Duración de las lámparas	47
Ebonita.	191
Edison (Máquina de) (Micrófono de)	181 y 109
Electrolisis	171
Electricidad	1, 2, 3 y 5
Electro-imanés (Pasta para cubrir los hilos de los)	28 y 188
Elementos de pila (Acoplamiento de)	76
Escobillas (Cuidados con las).	120 y 97
Ejercicios sobre las unidades prácticas.	23
Espectro magnético	8
Faroles de situación eléctricos	153
Fórmulas para pilas de bicromato	187
Fotometro.	53
Funcionamiento del teléfono	185
Fusores.	38
Galvanoplastia	171
Grenet (Pila de).	70
Hilo único para instalación de timbres	89
Hughes (Micrófono de)	180
Inconvenientes del alumbrado eléctrico	130
Imanes artificiales	6
» naturales	6
Inducido (Cuidados con el).	125
Inducción	92
Instalaciones en buques y edificios	64
Instalar un timbre con varios llamadores.	88
» » » » » y un solo hilo.	89
» varios timbres con un solo llamador	89
» un timbre con cuadro indicador	90
Instalación de dinamos	122
» de alumbrado (Disposición de una).	130
» » » abordo de los buques	147
Instalación de tres hilos	138
Interruptores.	33
Inversor de corriente	37
Lámpara de arco Gramme	53
» » Cance	53
» » Thomso-Rice	54
» » Siemens	54
Lámpara á mano para proyectores	162
» Gramme » »	163
» mixta Sauter Harlé para proyectores	163
» » Breguet » »	163

	Páginas
Lámpara incandescente Cristo	46
» » Edison	46
» » Swan	47
» » Gerard	47
» » F. Grabriel y H. Angenault	47
» en derivación	49
Lámparas diferenciales	50
» necesarias en un local	135
» (Diferentes medios de intalarlas)	137
Leclanche (Pilas de)	71
Ley de los fenómenos de inducción	94
Ley de Ampére	9
Leyes porque se rigen las máquinas eléctricas	99
Líneas aéreas	63
» subterráneas	63
» de fuerza	7
Limpieza del bronce, cobre, acero, etc., etc.	194
Magnetismo remanente	94
Máquina Gramme tipo superior	106
» Siemens	108
» Edison	109
» Sauter et Lemonier	111
» Desroziere	112
» Thury	112
» Siemens (corrientes alternativas)	116
» Gramme	117
» Westinghouse	118
» Zipernowsky	118
» dinamos eléctricas	101
» magneto eléctricas	101
» de excitación independiente	101
» » » en serie	102
» » » derivación	102
» » » doble circuito ó compound	103
» multipolares	105
» de corrientes alternativas (Teoría de las)	113
Máquinas (Cuidados con las)	126
Mastic resistente al calor y á los ácidos	192
Medios para producir la electricidad	2
Microfono de Hughes	180
» » Edison	181
Motores eléctricos (Características de los)	202
Ohm. (Unidad)	13
Para-rayos	118

	Páginas
Pasta para cubrir hilos de electroimanes	188
Pasta para adherir los metales al vidrio	192
Pérdida de tensión.	58
Pesos específicos de los cuerpos	197
Pilas (Características de las)	201
Philippart (Acumulador)	84
Pilas y sus aplicaciones	67
Pilas que deben emplearse según objeto	191
Plateado, dorado y cobreado	173
Poder luminoso de las lámparas	52
Polarización	67
Polos de una pila	5
Postes para líneas	142
Potencia de un acumulador	82
Precio de la producción de luz	143
Principios en que están basados los teléfonos	176
Proyector Magin	52
Prólogos	III
Propiedades de los imanes	7
Producción de luz (Coste de la)	143
Proyectores de los buques	160 y 156
Pulsadores ó botones de llamada	87
Purificación del ácido sulfúrico	190
Recetas para los electricistas	187
Reguladores (Lámparas)	50
Reguladores de corriente	40
Reflectores	156
Regnier (Acumulador)	84
Rehostatos.	40
Rendimiento de las dinamos	105
Rendimiento luminoso de las lámparas	55
Reina Regente (Pila).	73
Rendimiento de los acumuladores	83
Resistencia de los metales	195
Reversibilidad de las máquinas eléctricas	104
Solenoides.	26
Soldadaduras en aparatos eléctricos	190
Tablas y fórmulas para diferentes usos	195
Temperatura de fusión y ebullición de diversas sus- tancias.	199
Telefonía	176
Teléfono magnético	178
» Bell.	178
» Ader.	182

	<u>Páginas</u>
Teléfono de pilas	179
Timbre eléctrico	86
Trasmisores de órdenes para la máquina.	169
Trasformadores	44
Unidades prácticas.	13
Ventajas del alumbrado eléctrico	129
Volmetro	33
Volt (Unidad)	17
Watt (Unidad)	75
Zinc (Amalgamar el)	17
