

LA
ELECTRICIDAD PARA TODOS

CONSTRUCCIÓN DE PILAS,
INANES, ELECTROMOTORES, VARIOS JUGUETES Y DINAMOS

POR

T. O'CONOR SLOANE

Autor de la Electricidad simplificada,
de la Aritmética de la Electricidad, de Cómo se forma un buen electricista
y del Diccionario de electricidad.

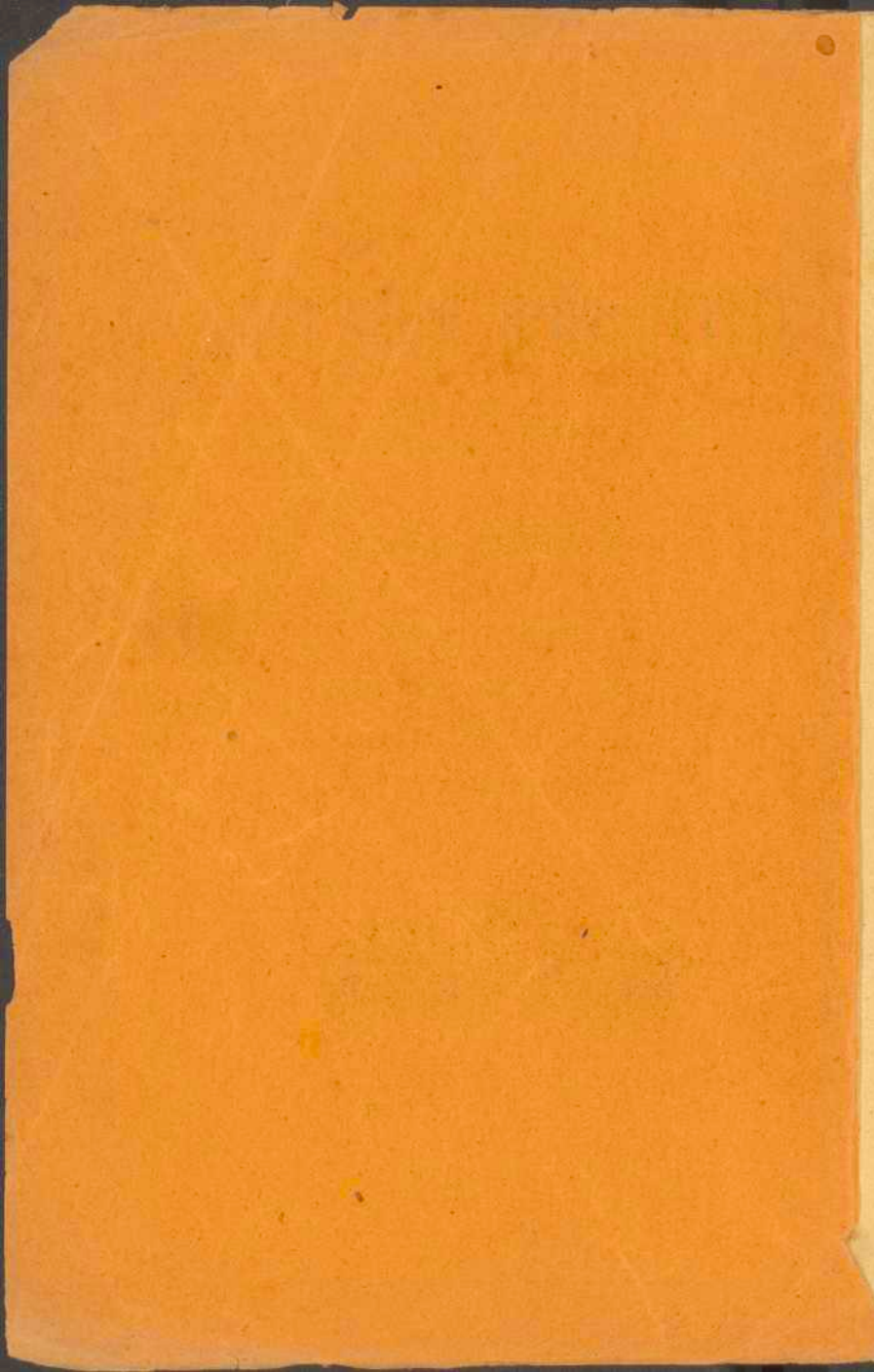
TRADUCIDO DE LA TERCERA EDICIÓN INGLESA

POR

D. JOSÉ PLÁ



MADRID
LIBRERÍA EDITORIAL
DE BAILLY-BAILLIERE É HIJOS
Plaza de Santa Ana, núm. 10.



LA
ELECTRICIDAD PARA TODOS

PRINCIPALES CORRESPONSALES

ALAYA.—Vitoria: L. Munian, P. L. Lafranco.
 ALBACETE.—Sebastián Ruiz, V. Vilar.
 ALICANTE.—V. Tonda, F. Alemany. *Alcoy*: Botella, C. Vilaplana y comp.^a
 ALMERÍA.—G. Gajate, Y. A. Benítez.
 AVILA.—Lucas Martín.
 BADAJOZ.—González, Claramont y C.^a
 BALKANS.—Palma: J. A. López, Fondevila y Alomar. *Mahón*: M. Busutíl.
 BARCELONA.—A. J. Bastinos, J. Güell, J. Llordachs, E. Piguet.
 BURGOS.—C. Avila, Hijos de Rodríguez.
 CACERES.—J. del Pozo y Mateos.
 Cádiz.—Ibáñez y Prados, Morillas. *Jerez*: J. Bueno.
 CANTARIAS.—Las Palmas: A. Delgado. *Santa Cruz de Tenerife*: Delgado Ymar. *Santa Cruz de la Palma*: T. Torres Luján.
 CASTELLÓN.—J. Rovira Borrás.
 CIUDAD REAL.—R. C. Rubisco.
 CÓRDOBA.—M. G. Lovera, F. A. de Muela.
 CORUÑA.—E. Carré, A. Escudero. *Ferrol*: E. Varela, Viuda de Obertin. *Santiago*: J. Escribano, J. Gali.
 CUENCA.—Viuda de Gómez é hijo.
 GIRONA.—Paciano Torres.
 GRANADA.—Guevara, Viuda é hijos de P. Ventura Sabatell, D. Santaló.
 GUADALAJARA.—A. Concha.
 GUAYMALA.—San Sebastián: Baroja, V. Benquet, Viuda de Osés.
 HUELVA.—Viuda é hijos de Muñoz.
 HUENCA.—F. Lacostena, J. Pérez.
 JAÉN.—C. Uribe.
 LEÓN.—Garzo, Miñón.
 LÉRIDA.—J. Amorós, E. Ribelles, Sol y Benet.
 LOGROÑO.—Hijos de Alesón, Viuda de V. Pablo, C. García.
 LUGO.—Juan Antonio Menéndez.
 MADRID.—Alcala: Lobo.
 MÁLAGA.—J. Duarte, J. González.
 MURCIA.—C. Botella, López y compañía.
Cartagena: W. L. García hermanos.
 NATABRA.—Pamplona: R. Becansa. Roldán Pérez y comp.^a, Aramburu, Viuda de M. Carrio.
 ORENSE.—N. Pérez, V. Miranda.
 OVIEDO.—Juan Martínez. *Gijón*, Herógenes Andrade, L. Menéndez.
 PALENCIA.—A. Z. Menéndez, Rincón.
 PONTEVEDRA.—A. García, Joaquín Pora Cobos. *Vigo*: E. Domínguez, E. Irapi, J. Nieto.
 SALAMANCA.—Viuda de Calón é hijo. Manuel Hernández, Vicente Oliva.
 SANTANDER.—L. Gutiérrez, G. Carriles.
 SEGOVIA.—M. Mecina.
 SEVILLA.—Fe, Sanz, Torres.
 SORIA.—P. N. Sebastián.
 TARRAGONA.—J. Font é hijos, S. Gidesta Salas.
 TERUEL.—P. Pínter Navarro.
 TOLDO.—Menor hermanos, Viuda é hijos de J. Pelaez.
 VALENCIA.—Testamentaria de P. Aguiar, Pabui y Morales, R. Ortega.

VALLADOLID.—J. Montero, Nuevo (Hijos de), A. Martíu Sanchez, L. Miñón.
 VIZCAYA.—*Bilbao*: Bully y comp.^a Doehro, Antonio Apellániz, Villar.
 ZAMORA.—Viuda de M. Rico, P. Sendin.
 ZARAGOZA.—A. Allué, Crespo y Alconchel, Gasca, Sanz.

Isla de Cuba.

HABANA.—S. Lopez, M. Ricoy.
 MATANZAS.—G. Moreno. *Cardenas*: Albitos.
 PINAR DEL RÍO.—Mijares.
 SANTA CLARA.—E. Pegudo.
 SANTIAGO DE CUBA.—Gutiérrez Hermoso.

Puerto Rico.

PUERTO RICO.—Sucesión de J. J. Acosta. B. F. Sanjurjo Vidal, J. G. Fons. *Mayaguez*: José Leandro Montalvo.
 PONCE.—Otero y sobrino.

Filipinas.

MANILA.—Both (Viuda de).
 ILAGÁN.—J. D. de la Campa.
 ILO-ILO.—Pineda hermanos.

América central.

GUATEMALA.—P. J. Guirola y compañía.
 NICARAGUA.—Leon: F. Mayorga.
 REPÚBLICA DOMINICANA.—*Santo Domingo*: Henríquez y Carvajal, F. Mejía.

América septentrional.

MÉXICO.—Ballested y C.^a, sucesor, Herrero hermanos. *San Juan Bautista*: J. M. Graham.
 SAN FRANCISCO DE CALIFORNIA.—Tauzy y compañía.

América meridional.

ARGENTINA (REPÚBLICA).—*Buenos Aires*: Etchepareborda, G. Mendesky, Bernardo Loubiere. *Córdoba*: L. Simón.
 BOLIVIA.—*La Paz*: M. Lakermance.
 CHILE.—*Concepción*: Serrato. *Santiago*: R. Miranda. *Valparaíso*: C. F. Niemeyer.
 COLOMBIA.—*Bogotá*: Camacho Roldán y Tamayo, J. Roa. *Barranquilla*: P. C. Angulo. *Cartagena*: Velz. *Panamá*: Preciado y compañía.
 ECUADOR.—*Guayaquil*: Janer é hijo. *Quito*: Viuda de Montesdeoca.
 PERÚ.—*Lima*: Colville y C.^a, E. Rosay. *Arequipa*: R. Albareda. *Callao*: M. D. Arrus.
 URUGUAY.—*Montevideo*: J. A. Fontels.
 VENEZUELA.—*Caracas*: L. Puig Ros hermanos. *Maracaibo*: E. J. de Villaciso.

Antillas holandesas.

CURACAO.—*Willemstad*: Bethencourt é hijos.

Extranjero.

PARÍS.—J. B. Baillière et Fils, Roger et Chernoviz, V.^a Lechevalier.
 LONDRES.—Baillière, Tindall and Cox.

LA ELECTRICIDAD PARA TODOS

CONSTRUCCION DE PILAS,
IMANES, ELECTROMOTORES, VARIOS JUGUETES Y DINAMOS

POR

T. O'CONOR SLOANE

Autor de la Electricidad simplificada,
de la Aritmética de la electricidad, de Cómo se forma un buen electricista
y del Diccionario de electricidad.

TRADUCIDO DE LA TERCERA EDICIÓN INGLESA

POR

D. JOSÉ PLA

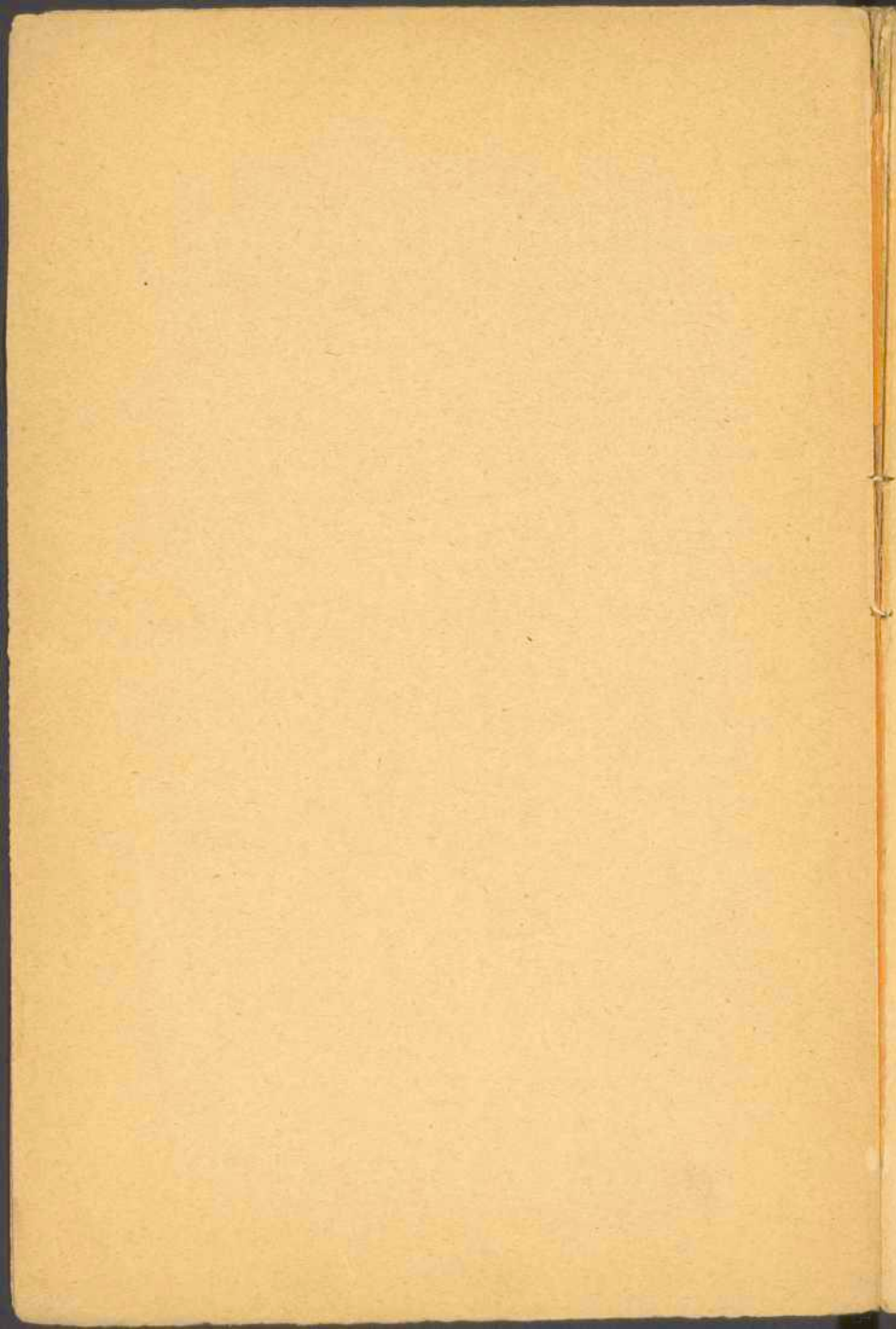
.....
SEGUNDA TIRADA
.....

MADRID

LIBRERÍA EDITORIAL
DE BAILLY-BAILLIERE E HIJOS

Plaza de Santa Ana, núm. 10.

1899



PRÓLOGO

LA ELECTRICIDAD PARA TODOS es un título que abraza mucho más terreno que el que esta obra pretende abarcar. La electricidad puede hacer un papel importante en trabajos de aficionados que pueden pertenecer á otras ciencias y artes, como la física, la mecánica, las ciencias naturales y aun á la prestidigitación.

El objeto de este libro es exponer los métodos de aplicarla á construcciones sencillas, al alcance de los aficionados y propias para ellos.

Nos hemos esforzado en presentar al lector una serie instructiva de experimentos y construcciones, y de abrir ante él un horizonte dentro del cual sus ideas propias pueden extenderse indefinidamente.

Creemos que en la materia de fabricación de
SLOANE.—LA ELECTRICIDAD PARA TODOS.—1

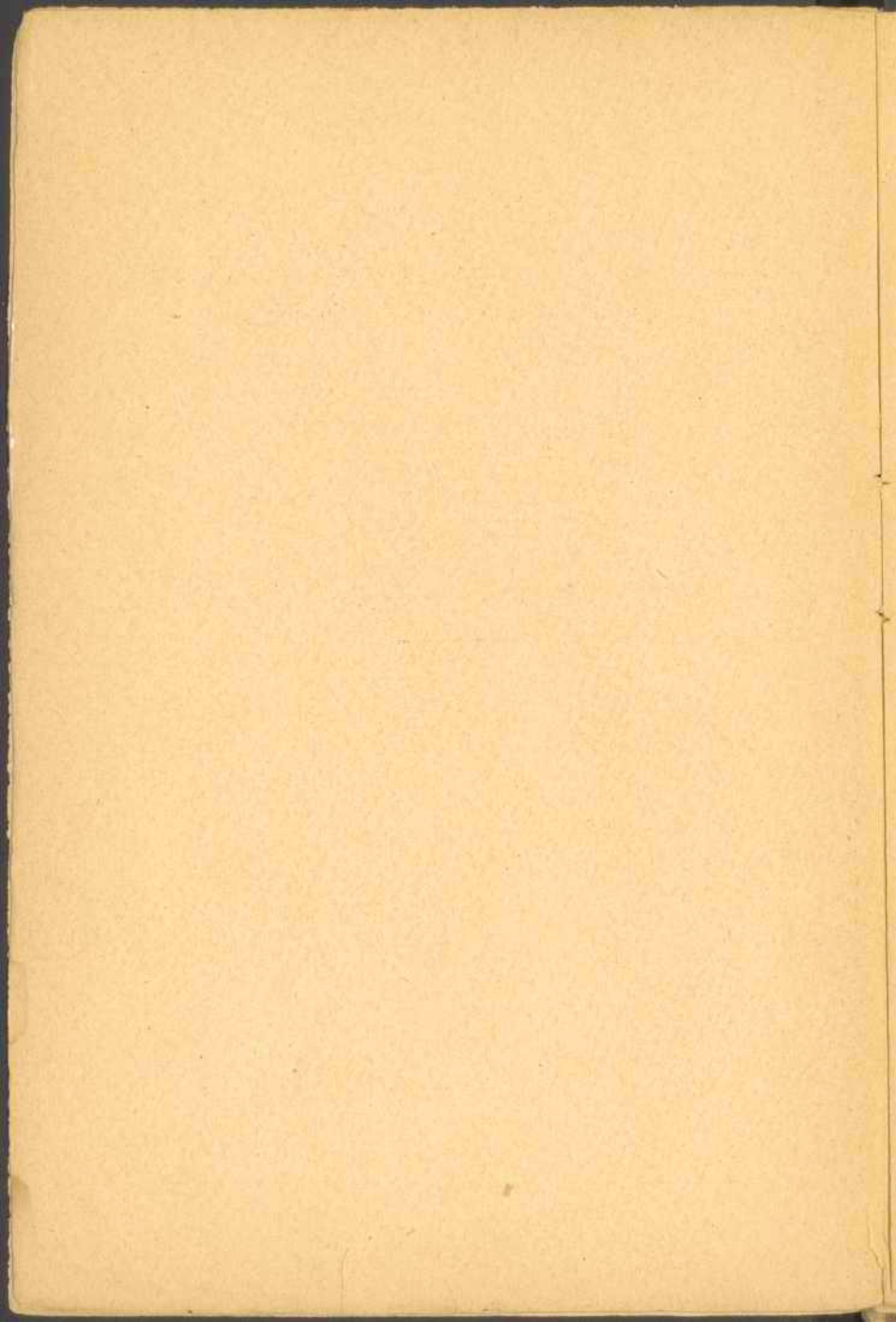
juguets es muy poco lo que hoy se puede hacer fuera de los límites que aquí definimos.

Por ejemplo, como adjuntos de la máquina electroestática de Holtz ó Winshurst, pudieran describirse gran número de piezas de aparatos, pero tales útiles de ningún modo pueden ser designados con el nombre de juguetes.

Esperamos que este trabajo será fértil en resultados en el sentido sugestivo. Muchas de las cosas presentadas son susceptibles de gran número de modificaciones. Hemos elegido los motores con la mira de que no pertenecieran al tipo corriente de *dinamos reversibles*. Hemos procurado en lo posible que los sencillos experimentos y construcciones pertenecientes á la electricidad estática pudieran ser accionados con independencia, aunque para operar algunos de ellos se necesita una pila y una bobina Ruhmkorff.

Así como se conoce un buen trabajador por sus herramientas, se juzga de un electricista por su pila. Las pocas nociones que exponemos sobre el modo de usar las pilas tienen por objeto dar al aficionado una base adecuada para este importantísimo fundamento de sus operaciones.

Con una pila bien cuidada los aparatos bien
construídos aparecen doblemente ventajosos y
su eficacia es segura. Los aparatos parecen á
menudo malos por la insuficiencia del genera-
dor de la corriente.



LA ELECTRICIDAD PARA TODOS

CAPÍTULO PRIMERO

Pilas.

PILAS PRIMARIAS EN GENERAL.—PILAS CON CARBONES DE LÁMPARAS DE ARCO. — PILA DE LATAS DE CONSERVAS. — MATERIALES PARA LOS ELEMENTOS DE LAS PILAS.

Pilas primarias en general.

Es más fácil enunciar los requisitos de una buena pila que realizarlos. Debe ser constante, de poca resistencia y de mucha fuerza electromotriz. Este último factor no debe ser inferior á un volt. Por este motivo las pilas de sosa cáustica no pueden recomendarse apenas, como no sea al aficionado que quiera emplear gran número de elementos.

Por lo que hace á constancia y baratura, las mejores son las de sulfato de cobre; son baratas por su primer coste y por los gastos que origina su uso. Su mayor inconveniente es su resistencia elevada; por tal motivo, una gran pila parece de escasa potencia. Si para reducir su resistencia se aproximan sus placas, se deposita cobre sobre el zinc.

Esta deposición de cobre tiene el doble inconveniente de agotar inútilmente las soluciones y exigir que se raspe y limpie la placa de zinc. Conviene, por consiguiente, no aproximar mucho las placas.

Esta es una de las causas de su resistencia, pero hay otra más importante; las soluciones de sulfatos de zinc y de cobre ofrecen bastante resistencia específica; ninguna de las dos puede compararse con la de ácido sulfúrico diluido.

A causa de su constancia y baratura, las pilas de sulfato de cobre son las más empleadas en telegrafía. En la pila de Daniell, la placa de zinc está colocada dentro de un vaso poroso rodeado de una lámina de cobre. Las tres piezas se introducen en un vaso de vidrio. En el vaso poroso se introduce una disolución de sulfato de zinc, y en el vaso exterior una de sulfato de cobre. En la pila de gravedad sólo hay el vaso exterior y las dos placas; la de cobre está en el fondo, unida á un alambre del mismo metal cubierto de gutapercha; la placa de zinc está en lo alto. Para cargar la pila se introduce agua hasta que el zinc queda cubierto, se echa un puñado de sulfato de cobre y si es necesario un poco de solución de sulfato de zinc. La gravedad se encarga de mantener separadas las dos soluciones; á medida que la pila funciona, la solución de sulfato de zinc se enriquece á expensas de la de sulfato de cobre. Esta última debe siempre estar muy concentrada. Si la solución de sulfato de zinc llega á ser más densa que la de sulfato de cobre, la pila cesará de funcionar bien. Para evitar esto se quita de tiempo en tiempo parte de la solución de sulfato de zinc, que es reemplazada por agua de lluvia.

Antes de la introducción de las pilas secas, la combina-

ción de Leclanché era la más usada para los circuitos que están casi siempre abiertos.

Una y otra clase de pilas son recomendables para circuitos intermitentes; para circuitos constantes ó para un trabajo enérgico, ninguna de ellas.

Para trabajos enérgicos, las pilas de bicromato son bajo todos conceptos las mejores; pero no son muy constantes, y si la corriente es excesiva su voltaje desciende considerablemente.

La pila de Bunsen, en la que el ácido nítrico se ha sustituido por una disolución de ácidos crómico y sulfúrico, es recomendable por la constancia y duración de la corriente. En esta solución, el ácido crómico sirve de despolarizador, el ácido sulfúrico le da conductibilidad. La pila consiste en un vaso poroso interior y en un vaso exterior no poroso. En una de las dos divisiones que resultan se coloca la solución crómica y la placa de carbón, en la otra una disolución de ácido sulfúrico y la placa de zinc amalgamado. Cuanto mejor separados estén los dos líquidos mejor funcionará la pila, pero no se puede impedir que los dos líquidos se mezclen por difusión.

La pila de bicromato de un solo líquido consiste en un vaso que contiene una placa de carbón y otra de zinc amalgamado, sumergidas parcialmente en una disolución de ácido sulfúrico y bicromato de potasa ó de sosa. Esta combinación es defectuosa. El ácido crómico ataca al zinc en circuito abierto y la pila se deteriora rápidamente.

Este último inconveniente se evita retirando las placas, ó cuando menos la de zinc, cuando la pila no está en actividad. Esta práctica economiza solución y es bajo todos conceptos recomendable. Se han inventado varias cons-

trucciones para levantar las placas. Esta clase de pilas se llaman pilas de torno.

La disolución debe prepararse con cuidado; una mezcla inferior produce malos resultados. La mezcla siguiente, debida á Trouvé, es muy usada y digna de toda recomendación.

Tómese:

Agua.	80 partes.
Bicromato de potasa pulverizado. . .	12 —
Acido sulfúrico concentrado.	36 —

Se echa el bicromato en el agua, agitando para la disolución; después se añade poco á poco el ácido sulfúrico, agitando continuamente. La mezcla debe hacerse en un vaso de vidrio ó de hierro bien esmaltado, y valiéndose de un agitador de vidrio. A medida que se va agregando ácido, la temperatura se eleva y el bicromato se disuelve del todo ó casi del todo. A veces se toman 1.300 gramos de agua, 200 de bicromato y 425 de ácido sulfúrico. Todas las partes deben ser pesadas. Es importante que el bicromato esté bien pulverizado y que el ácido se vaya incorporando poco á poco, agitando constantemente.

Al pulverizar el bicromato se deben tomar precauciones para no aspirar su polvo, que produce inflamaciones y aun úlceras en la mucosa nasal.

La solución indicada puede también utilizarse en la pila de dos líquidos con excelentes resultados.

En la pila de dos líquidos, la solución sulfúrica se compone de una parte de ácido sulfúrico concentrado y doce de agua.

Se puede construir una pila pequeña muy útil con un lí-

quido excitador compuesto de dos partes de sal amoníaco y una de sulfato mercurioso. Los dos polos son zinc y carbón en un solo vaso.

Se pueden utilizar los carbones de las pilas viejas barrenándolos en una parte de su longitud para que sirvan á un mismo tiempo de polo positivo y de vaso. Para hacerlos impermeables se les sumerge en un baño de parafina fundida. Una varilla de zinc bastante delgada para penetrar en el agujero sirve de polo negativo. Para impedir el contacto del zinc con el carbón, el zinc estará cubierto de trecho en trecho de anillos de goma elástica, que deben ocupar la menor superficie posible. Se cuidará de que el zinc no toque el fondo del recipiente. El líquido es la mezcla de sal amoníaco y sulfato mercurioso. Se pone en el vaso un poco de la mezcla de las dos sales, se añade agua y se agita para facilitar la disolución. No hay más que colocar el zinc y la pila está dispuesta para funcionar.

Esta pila es, por supuesto, más bien una curiosidad que un aparato práctico para producir corriente.

Para accionar pequeños aparatos es muy buena pila la de cloruro de plata. Su primer coste es elevado, pero la plata no se pierde y puede ser fácilmente recuperada cuando la pila queda agotada.

Un tubo de ensayo de paredes gruesas puede servir de recipiente. Se dobla un pedazo de hoja de zinc, de modo que ocupe todo el tubo, estando en contacto con sus paredes. Una tira del zinc sale fuera del tubo. La placa debe ser casi tan larga como el tubo, debe estar bien amalgamada y colocada en posición.

Sobre una varilla de madera del tamaño de un lápiz ordinario se extiende una hoja muy delgada de plata, y

un alambre del mismo metal va soldado ó unido de cualquier modo á la plata de la varilla. Sobre un poco de papel de filtro se esparce un poco de una pasta espesa de cloruro de plata y agua. El papel debe tener las dimensiones necesarias para cubrir la plata; debe arrollarse sobre la plata, poniendo el cloruro en contacto con el metal.

Sobre el papel se arrolla una delgada tira de muselina dando dos ó tres vueltas y sus extremos se cosen ó se anudan con esmero.

Una gruesa tira de goma elástica, ó mejor unos anillos cortados de un tubo de conducir gases, se colocan en cada extremo de la varilla plateada; deben ajustar sin presión. Dos tapones de corcho perforados responderán igualmente bien á este objeto. Se introduce en el tubo una disolución de sal amoníaco y se coloca en su sitio el elemento plata.

Esta pila carece de acción local, y representa un diminuto ejemplar de pila de circuito «abierto». Dos ó tres pueden accionar una bobina Ruhmkorff. Su duración depende de la cantidad de cloruro de plata.

Como no se produce ningún gas, la pila puede ser cerrada herméticamente con una espesa capa de lacre. De este modo se tiene una buena pila de bolsillo. A veces se hacen con un tubo flexible de goma, cerrado herméticamente por los dos extremos.

Esta obra no tiene por objeto tratar de las pilas, pero ha parecido útil decir algo sobre ellas y dar ejemplos de utilización de materiales comunes para los objetos de las próximas secciones.

Para utilizaciones temporales puede hacerse una pila de gran potencia utilizando la solución de bicromato con polos de zinc y de carbón y con recipientes de porcelana ó de

vidrio, como vasos, copas, etc. Para pilas permanentes hay que esforzarse en montarlas bien para que produzcan buen efecto á la vista del aficionado electricista.

Una palabra para concluir: no uséis nunca zinc sin amalgamar en las pilas de bieromato. Para amalgamar, colocad un pequeño glóbulo de mercurio en una salsera con un poco de ácido sulfúrico. Humedeced la placa de zinc con el ácido, y con un pedazo de zinc ó de hierro frota la superficie de la placa con el mercurio.

En el párrafo sobre los carbones de lámparas, página 13, se exponen modos de amalgamar. La tira de hierro galvanizado se dobla de modo que se adapte á las varillas circulares de zinc.

Pilas hechas con carbones de lámparas.

Los carbones de lámparas son material excelente para los polos positivos de las pilas. Pueden montarse de varios modos.

Lo primero que hay que hacer es quitar la capa de cobre que cubre á veces la superficie del carbón en toda la parte que ha de estar sumergida en el líquido. Esto es fácil de conseguir sumergiendo la parte que se quiere desmetalizar en ácido nítrico diluido; algunos segundos suelen ser suficientes para disolver el metal.

La operación siguiente depende del modo como van á usarse. Los pedazos desechados, como los cabos de las lámparas, pueden emplearse en algunas construcciones. Si los pedazos son muy cortos, el sistema siguiente es muy bueno:

Para cada elemento se escoge un pedazo largo. Se quita el cobre de la parte inferior, dejando metalizados de 3 á 5

centímetros en un extremo. Entonces se le lava y después se le seca. Mientras esté todavía caliente, ó calentándolo ligeramente si se ha enfriado, se sumerge la parte metálica en parafina caliente ó se la aplica hasta que el carbón haya absorbido toda la que pueda.

Los pedazos pequeños deben ser completamente desmetalizados. Se coloca el pedazo grande verticalmente en el

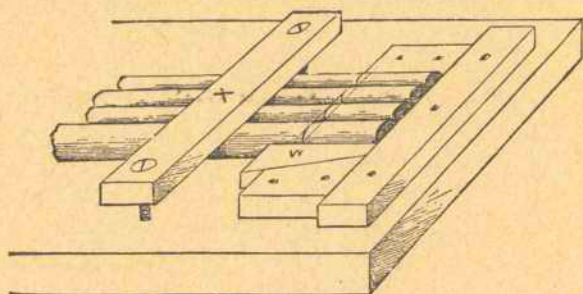


Fig. 1. — Modo de formar placas positivas con carbones de lámparas.

vaso poroso y se le rodea de pedazos pequeños. De este modo se forma el elemento positivo. Se sujeta un hilo metálico á la parte cobreada del polo positivo, pudiéndose si se quiere soldarlo á ella. También se puede perforar un pequeño agujero en la parte superior del polo positivo, para alojar allí un terminal de tornillo, que para mayor seguridad se puede soldar.

La figura primera presenta otro método. Para ponerlo en práctica deben escogerse pedazos relativamente largos. Se disuelve el cobre que tienen, dejando de 3 á 5 centímetros en la parte superior. Después se los lava, seca, y se los impregna de parafina, como hemos dicho más arriba.

Luego se los coloca sobre una tabla y se les sujeta por medio de una traviesa X. Los carbones suelen estar ligeramente encorvados; se tendrá cuidado de colocarlos en el contacto más íntimo que sea posible. Dos bloques laterales de madera, sujetos á una traviesa terminal, dejan un espacio para recibir los extremos metalizados, que son apretados unos contra otros por medio de una cuña W. Con agua de soldar, metal para lo mismo y un hierro, se hace la soldadura de los extremos de los carbones. La soldadura llena los huecos que hay entre los carbones contiguos. Después del enfriamiento, ya unidos, son vueltos del otro lado, por donde son también soldados después de haberlos vuelto á sujetar.

De este modo se obtiene una placa prácticamente sólida y con la ventaja de una gran superficie. Se puede soldar un terminal de tornillo en uno de los espacios entre los carbones.

Otro de los modos de unir los extremos de los carbones es por medio del plomo fundido, pero las placas así obtenidas son muy pesadas y buenas sólo para las grandes pilas.

La figura 2 nos muestra un método excelente. Consiste en cortar un pedazo de madera de forma circular ó cuadrada para tapar ó simplemente para ser colocado sobre la boca del vaso. Se abren en la madera taladros, por los que se introducen los carbones después de haberlos desmetalizado y parafinado. Los carbones deben entrar muy ajustados en los taladros. Se hacen entrar los carbones hasta enrasar con la superficie de la madera y se unen por medio de una lámina de bronce ó de cobre. Para esto se estañan primero las partes de la lámina que han de estar

en contacto con los carbones, y asimismo se estañan los topos de éstos. Se coloca después la lámina en la posición que ha de tener; calentando entonces las dos superficies

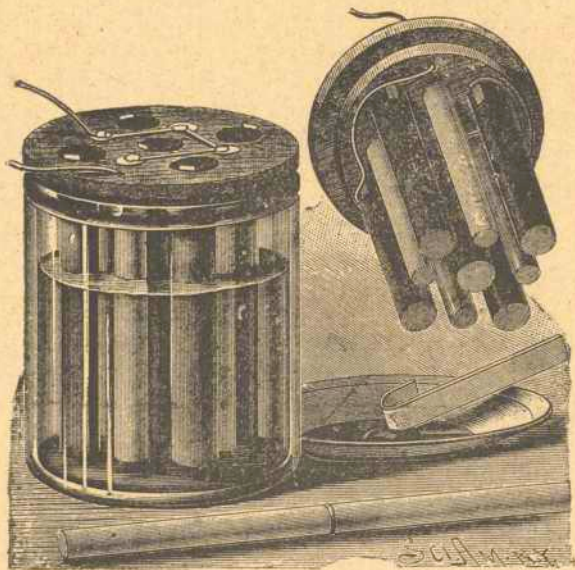


Fig. 2.—Pilas de carbones de lámparas.

estañadas, se determina su unión. La lámina de bronce se tendrá fuertemente apretada hasta que la soldadura se haya endurecido por enfriamiento.

Si los extremos de los carbones no están metalizados, se les puede rodear de una hoja de cobre, con la cual se introducen forzados en los agujeros; á estas hojas va sol-

dado un alambre que pone todos los carbones en conexión. Puede doblarse la hoja de cobre sobre el tope de los carbones, que podrán ser reunidos por una lámina de cobre del modo ya descrito.

Respecto á los zincs, se pueden aprovechar los de las pilas viejas de Leclanché de un modo análogo, introduciéndolos en agujeros hechos en una tabla. La soldadura debe hacerse antes de amalgamar el zinc.

Se hace una pila de buen aspecto cortando toda la madera que sobresale de los bordes del vaso, pero dejándola un reborde para que no pueda hundirse en el vaso. Los zincs y los carbones son colocados introducidos en los taladros como hemos dicho. Para una pila de un solo fluido esta forma de construcción es excelente.

Las tapas de madera pueden ser de pino, pero si se quieren de madera fina, el arce y la caoba son excelentes. El fresno no es del todo bueno, porque si se moja su superficie inferior se alabea fuertemente. Pero esto es de poca importancia, pues hay que impedir con cuidado que se moje la tabla para que el ácido no corroa las conexiones.

Se ve también que se pueden atornillar terminales á las láminas de bronce ó de cobre, y si se quiere soldarlos á ellas.

Pilas de latas de conservas.

Este nombre designa una pila casera, de la que puede formar parte una lata de tomates vacía. Es una pila de mucho mérito, aunque de un voltaje muy bajo.

El recipiente exterior puede ser una lata vacía de tomates ó cualquier otro recipiente de hierro. Dentro hay un vaso poroso. El espacio anular está lleno de finos frag-

mentos de hierro, como torneaduras. En el vaso poroso hay una placa de zinc.

El líquido excitador es una disolución al 10 por 100 de sosa cáustica. Los conductores están, como se ve en la figu-

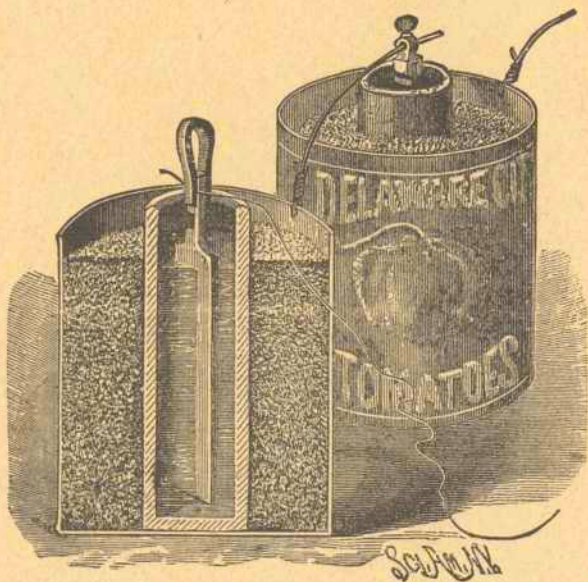


Fig. 3.—Pila de latas de conservas.

ra 3, uno en conexión con la placa de zinc, el otro con la lata.

Esta pila está sujeta á polarizarse, pero la gran superficie del hierro lo impide hasta cierto punto.

Si se le quiere añadir un despolarizador, puede colocarse en el fondo del vaso cierta cantidad de óxido de cobre

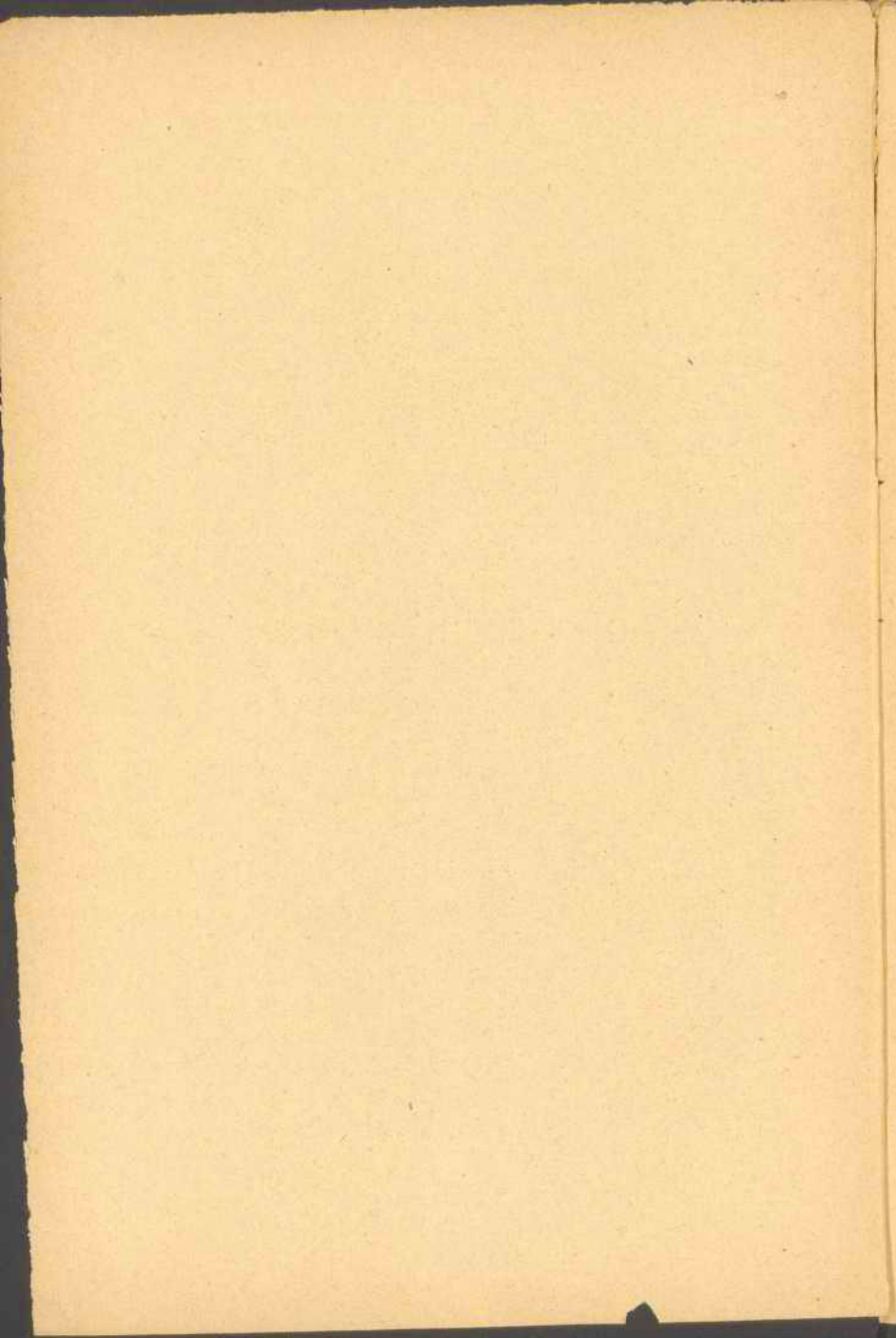
sobre una capa de limaduras de hierro. En este caso el resto de las limaduras ó torneaduras de hierro es innecesario. Dispuesta de este modo la pila, es la de Lalande y Chaperón. Su f. e. m. es de unos 0,75 volt.

Materiales para los vasos de las pilas.

Antes de pasar á otro asunto hemos de decir algo acerca de los vasos exteriores. Los botes de porcelana de conservas son excelentes para las pilas pequeñas. En la elección de vasos hay un punto de importancia especial. Los vasos no deben ser de forma de cono invertido. Es, al contrario, preferible que sean más estrechos por el cuello que por el fondo.

Las pilas de artesas de madera han sido muy usadas. Pueden hacerse de pino, caoba, arce ó roble. Pueden protegerse contra la acción de los líquidos, sometiéndolas á una temperatura algo elevada é impregnándolas de parafina. Pero la disolución de bicromato de potasa acaba por atacar casi todas las sustancias, excepto el cristal y la porcelana.

Para contener numerosos elementos, puede hacerse una gran artesa dividida por placas de vidrio que encajen en muescas hechas en la madera y aseguradas por cemento.



CAPÍTULO II

Imanes permanentes.

MODO DE IMANTAR LAS BARRAS DE ACERO.—ARMADURAS ROTATORIAS. — EL ATAÚD DE MAHOMA.—LOS JACK-STRAWS MAGNÉTICOS.—EL TROMPO MAGNÉTICO.—EL PÉNDULO MAGNÉTICO.—LAS AGUJAS FLOTANTES DE MAYER.—LOS PECES, CISNES, BOTES, ETC., MAGNÉTICOS.

Cómo se magnetizan las barras de acero.

Si se mantiene una barra de hierro dulce en campo magnético, es accionada por las líneas de fuerza que constituyen el campo y se convierten en un imán, adquiriendo la propiedad de atraer el hierro y de obrar exactamente como lo hace un imán permanente. Si se la retira del campo, apenas muestra vestigios de magnetismo. Si se trata del mismo modo una barra de acero, quedará asimismo imantada mientras esté en el campo; pero si se la retira, conservará una parte de él. Se ha convertido en imán permanente. Esta propiedad permite fabricar fácilmente imanes permanentes. La barra de acero debe ser de buena calidad y templada al color dorado ó púrpura. Todas las operaciones de darle forma, limarla ó pulimentarla deben hacerse antes de la imantación, que debe ser la última operación, pues el trabajo de la lima le haría perder parte de su magnetismo.

Puede ser magnetizada por medio de otro imán permanente ó por un electroimán ó bobina magnetizadora. Basta tocar con un extremo de la barra la parte más fuertemente magnetizada del campo de una dinamo; esto es suficiente, á causa de la intensa polaridad de la máquina poderosamente excitada.

Puede ser también magnetizada con un solo imán permanente. Para esto, con uno de los polos del imán se toca la barra, empezando por el centro y pasándola hasta el ex-

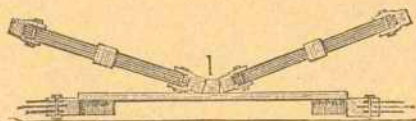


Fig. 4. — Magnetización de una barra de acero.

tremo; entonces se levanta, y llevando el mismo polo por el aire vuelve á tocarse con él desde el centro hasta el mismo extremo, repitiendo algunas veces la operación. Luego, con el otro polo se toca varias veces desde el centro hasta el otro extremo. Conviene volver la barra y hacer la misma operación por el otro lado.

Un método sencillo consiste en pasar uno de los polos de un extremo á otro de la barra, repitiendo la operación siempre en el mismo sentido y volviendo el polo por el aire.

Se pueden colocar dos imanes en posición inclinada con los dos polos contrarios, próximos uno al otro, y frotar la barra con ellos del mismo modo que se ha explicado para el caso de un solo imán. La figura 4 ilustra este método, como también el que vamos á describir.

Un método excelente es aplicar la frotación desde el centro á los extremos con los dos imanes á la vez. Para impedir que los polos opuestos de los dos imanes se toquen, se coloca sobre el centro de la barra un pequeño taco de madera ó bronce. La figura 4 representa esta disposición, representando *l* la pieza separadora; también se ve la barra colocada sobre los polos opuestos de otros dos imanes. El extremo de la barra que debe ser tocado con el polo norte del imán debe descansar sobre un polo norte y viceversa.

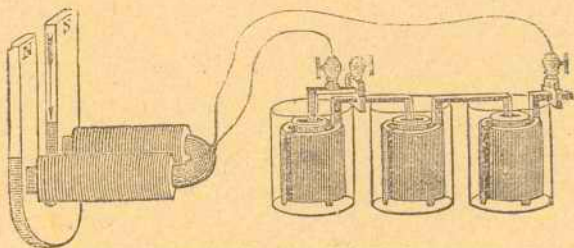


Fig. 5 —Imantación de un imán de herradura.

Los imanes son generalmente rectos ó en forma de herradura. Si son de esta última forma, pueden ser imantados tocando con sus polos los polos opuestos del inductor de una dinamo. Debe observarse que esto reduce momentáneamente la potencia de la dinamo. Si se tiene á mano un pequeño electroimán, puede hacerse el contacto como muestra la figura 5. Se coloca la barra doblada, contra los polos el electroimán, y se la desliza hacia abajo en el sentido de la flecha. Se repite varias veces la operación, y después de cada una la barra es separada del electroimán y repuesta en su posición primitiva. Ahora es conveniente

invertir la operación para magnetizar la otra cara ya parcialmente imantada de la herradura; para esto se aplica la otra cara contra el electroimán, pero esta vez debe ser deslizada de abajo arriba, y la operación queda terminada.

Si el electroimán tuviere sus polos demasiado separados para poder adaptar á ellos la barra de forma de herradura que se desea imantar, puede agregarse á uno de ellos un pequeño bloque de hierro para que sirva de prolongación. Asimismo puede agregarse un bloque á cada polo, de modo que se pueda imantar toda barra de herradura por grande ó pequeña que sea.

Si la barra en herradura fuera delgada en otro sentido, se aplicará contra el electroimán los lados interiores y exteriores en lugar de las caras.

Para hacer un electroimán poderoso se magnetizarán separadamente piezas delgadas de acero y se las reunirá por medio de tornillos. No se debe soldar ni remachar las piezas, para no destruir ó disminuir su magnetismo.

Otro método, el de Jacobi, para magnetizar una barra de herradura, es colocarlos contra los de un fuerte imán de herradura. Una barra de hierro dulce, bastante larga para que pueda ir desde uno á otro lado de la barra en herradura, se coloca de través sobre cerca de los extremos de la barra que hay que imantar y se la desliza hacia atrás, es decir, hacia la curva, hasta quedar fuera de la barra. Entonces se la lleva por el aire, se la vuelve á colocar sobre los extremos de la barra y se repite varias veces la misma operación en las dos caras de la barra. Se dice que un imán formado de este modo es capaz de sostener un peso veintiséis y media veces mayor que el suyo.

Para magnetizar con una bobina no se necesita más que

rodear toda la barra ó parte de ella con una bobina de alambre aislado y hacer pasar por éste una fuerte corriente durante un instante. Por el método de Elias la bobina es movida, mientras pasa la corriente, de atrás hacia adelante y de adelante hacia atrás. El número de veces que hay que ejecutar este movimiento es de gran importancia para las corrientes débiles; si la corriente es intensa, con uno basta.

Para seguir otro método se arma la barra con dos cilindros de hierro dulce de una longitud igual á tres ó cuatro veces su diámetro. Estas armaduras se colocan á los extremos de la barra. La barra está colocada en el eje de una bobina que debe tener el mismo diámetro que las armaduras y que debe ser bastante larga para cubrir barra y armaduras. Se hace pasar una corriente intensa y la barra quedará poderosamente imantada.

Conviene para la conservación de los imanes que los dos polos estén reunidos formando un circuito magnético completo. Si son rectos, puede esto realizarse bien colocándolos de dos en dos, casi en contacto y con los polos contrarios frente á frente; dos barritas de hierro dulce que unen los polos opuestos completan el circuito. Si el imán es de forma curva, basta una barra de hierro dulce que una sus polos opuestos. Un imán se conserva bien sin armadura si se le coloca en el meridiano magnético. En los imanes en forma de herradura los dos polos están en conexión por medio de la armadura.

Al manejar los imanes debe evitarse todo golpe. La separación de la armadura no perjudica al imán cuando se hace con firmeza; la reatracción de la armadura puede ser causa de que ésta choque con el imán. Estos choques son lo que más rápidamente deteriora los imanes permanentes.

Armaduras rotatorias.

La armadura rotatoria consiste en un eje cilindrico y corto, á cuyo centro se sujeta una rueda de plomo ó de

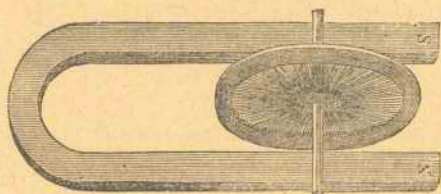


Fig. 6.—Armadura rotatoria.

otro metal. Si se la coloca como en la figura 6, sobre un imán de herradura, se adherirá á él; pero si se inclina el

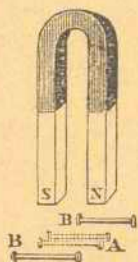


Fig. 7.—Repulsión de las armaduras rotatorias.

imán de un modo conveniente, la armadura rodará hacia abajo. La inercia del volante hará que la armadura cruce los polos y pase al lado opuesto á considerable distancia.

Una modificación de esta armadura consiste en dos pe-

queñas barras de hierro con ruedecillas de bronce en los extremos. Se las coloca en la posición A (fig. 7), representada en líneas punteadas. Si se las acerca el imán se polarizan las dos en el mismo sentido y se repelen, pasando á la posición BB.

Si el imán tiene sus lados paralelos y las armaduras descritas están muy bien hechas, éstas pueden rodar sobre el imán de un modo análogo al de la otra armadura.

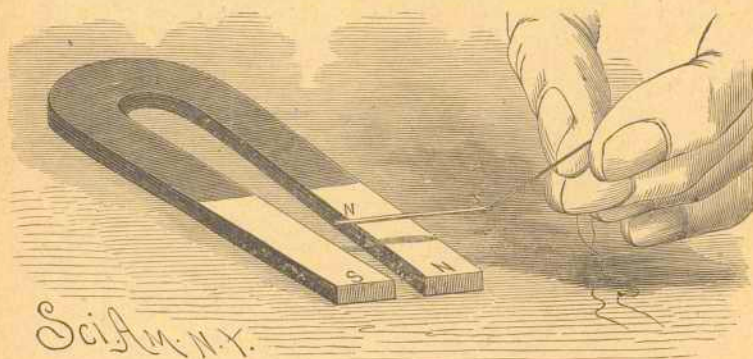


Fig. 8.—Ataúd de Mahoma.

Si se oculta el imán bajo una hoja de papel, la rotación de las dos armaduras, que se apartan una de otra, parece obedecer á una fuerza misteriosa.

Ataúd de Mahoma.

La figura 8 representa un bonito experimento, que recuerda el famoso ataúd de Mahoma. Una aguja, cuya punta se puede romper previamente, ha sido magnetizada por medio de algunos contactos con un imán. Si se la sus-

pende de un hilo sobre el imán en forma de herradura, de modo que los polos del mismo nombre se correspondan, la aguja se colocará horizontalmente y sin movimiento, como si estuviera sostenida por una fuerza invisible. Como es rechazada por los dos polos del imán, tiende á seguir las líneas de fuerza y se eleva siguiendo un arco de círculo hasta alcanzar la posición indicada.

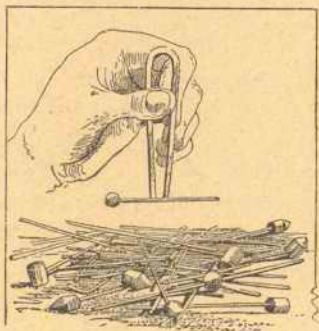


Fig. 9.—Jack-straws magnético.

Con un imán poderoso y una pequeña barra de acero puede simularse perfectamente la última morada del profeta.

Jack-straws magnético ⁽¹⁾

El jack-straws magnético es una modificación interesante de este juego. Se hace con una colección de jack-straws, á cada uno de los cuales se une un pedacito de hierro, y se les da las formas usuales, exactamente lo mismo que en el juego ordinario.

⁽¹⁾ Juego usado en los Estados Unidos.

El gancho es sustituido por un imán, y con éste se sacan las pajas una por una.

En la figura 9 se ve un modo muy sencillo de hacer los *straws*. Se emplean para esto pedazos cortos de hierro ó acero; algunos tienen adheridos pedacitos de madera, otros están doblados ó retorcidos y otros son rectos. Cada clase

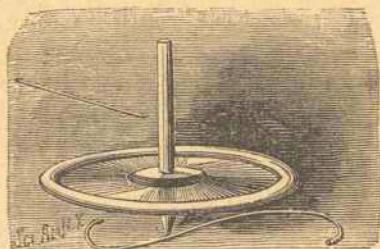


Fig. 10. — Trompo magnético.

tiene asignado distinto valor. Cada jugador va sacando piezas hasta que falta ó saca una que no debe. Entonces juega el otro, y siguen así hasta que han sacado todas las piezas. El que ha hecho más tantos, lo que se calcula sumando el valor de todas las piezas, es el vencedor.

Trompo magnético.

Es un juguete divertido, muy fácil de hacer. Una barra de acero á propósito para servir de eje á un trompo, como el que se ve en la figura 10, es aguzada por uno de sus extremos, y se monta sobre ella un disco metálico ó de madera pesada. El mejor método de unión sería atorollarlo; el eje debe ser taladrado. La combinación es un

trompo. Antes de reunir todas las piezas hay que magnetizar el eje. Todas las operaciones que tienen por objeto dar forma á éste deben preceder á la magnetización.

Se necesita una colección de pedazos cortos de alambre de hierro: unos se doblan dándoles diversas formas, como círculos, letras S, etc.; otros son rectos. Cuando se hace girar el trompo por medio de los dedos y se coloca en la mesa uno de los alambres, éste se mueve hacia atrás y hacia adelante del modo más curioso. Estos efectos se pueden hacer más sorprendentes cubriendo los alambres de algodón ó de seda.

Cuando el trompo rueda, el alambre es atraído como por una polea de fricción en dirección de su longitud. Tan pronto como un extremo alcanza el punto donde está el trompo cambia de dirección como si estuviera accionado por el otro lado del eje, y así adelanta ó retrocede primero por un lado y luego por el otro mientras el trompo está girando.

Péndulo magnético.

Una articulación universal es la que permite el movimiento en todas direcciones. La construcción de una articulación perfecta dista mucho de ser fácil.

El péndulo magnético nos muestra que un imán puede servir para construir una de estas articulaciones.

La idea original del aparato fué demostrar la rotación de la tierra por medio del conocido experimento de Foucault. El extremo superior del péndulo contiene un pedazo de hierro muy bien redondeado. Se le suspende de un imán por simple atracción. Por esto el péndulo puede

oscilar en todas direcciones sin que la torsión pueda oponerle resistencia.

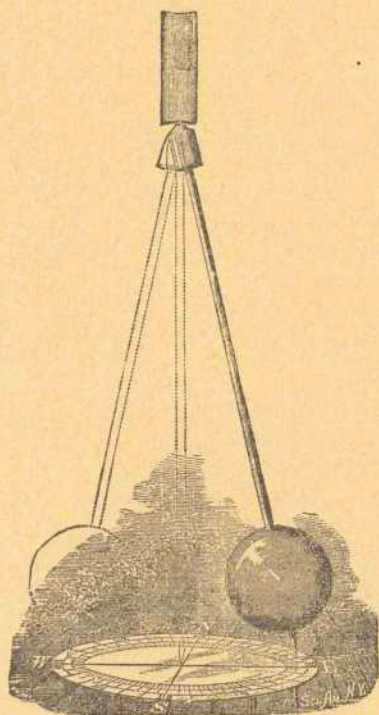


Fig. 11.—Péndulo magnético.

Sirve particularmente para demostrar el movimiento de rotación de la tierra por el cambio de su plano de oscilación.

No debe creerse que el movimiento no se retarde á causa del modo de suspensión. El imán, obrando sobre el hierro dulce, hace que el movimiento vaya retardando á causa de las corrientes inducidas. La fricción ordinaria puede reducirse haciendo que la superficie del imán sea lo más suave posible, dando al péndulo un peso tal que sea difícilmente soportado y por la pulimentación perfecta del extremo de hierro del péndulo.

Es obvio que empleando una armadura cilíndrica se podría hacer que el péndulo oscilara siempre en el mismo plano. La curvatura de la superficie cilíndrica pudiera modificarse de modo que el arco de oscilación fuera cicloidal, pero el isocronismo de las oscilaciones sería perturbado por la acción del imán sobre el hierro, y por esta razón el péndulo cicloidal pudiera no ser isócrono.

Agujas flotantes de Mayer.

Este lindo experimento es una mejora del muy conocido de los peces eléctricos. Se toma cierto número de agujas largas y se las magnetiza en un mismo sentido relativamente á sus puntas y ojos. Cada aguja se fija en un pequeño tapón de corcho, de modo que sólo una pequeña parte del extremo donde está el ojo sobresalga del tapón. Se las hace flotar en el agua de una vasija (fig. 12). Los polos que se hallan sobre la superficie son del mismo nombre. Bajo la influencia de las atracciones y repulsiones flotan en posiciones perfectamente simétricas, algunas de las cuales se ven en el grabado. Para separarlas se aproxima á ellas un polo de su mismo nombre, que las repele en todas direcciones. Este experimento se debe al profesor A. M. Ma-

yer, del Instituto Stevens, y ha recompensado sus investigaciones.

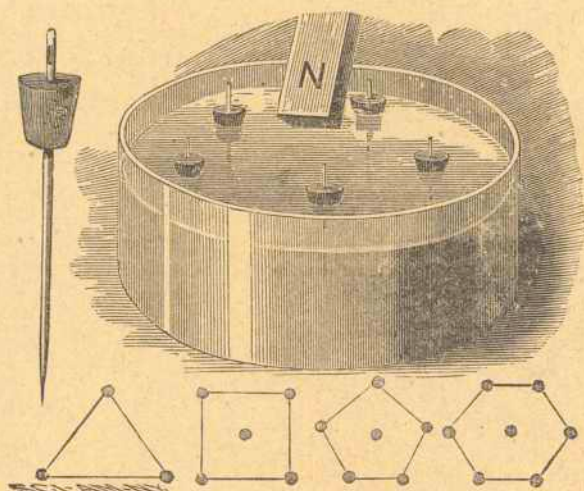


Fig. 12.—Agujas magnéticas de Mayer.

Peces magnéticos, cisnes, botes, etc.

Unas palabras más para describir estos bien conocidos juguetes. Estos peces están hechos con láminas delgadas de estaño ó de otro metal no magnético, de modo que floten en el agua. En sitio adecuado se les pone un pequeño fragmento de acero imantado ó de hierro. A los peces, por ejemplo, se les pone en la boca, á los cisnes y botes en lugar conveniente.

Los peces pueden ser cogidos por medio de un imán sujetado por un hilo suspendido de una caña ó bastón. Los

botes y los cisnes pueden ser atraídos ó rechazados por cada uno de los polos del imán.

Los peces pueden servir para un juego; para ello se les puede dar diferentes valores ó tener un número estampado en sitio no visible. Cada jugador cogerá un pez cada vez, turnando con los otros. El que haga más tantos será el ganancioso. Los números de los peces deben estar ocultos, de modo que sólo puedan ser vistos cuando están fuera del agua. De este modo cada jugador deberá la ganancia á su suerte.

CAPÍTULO III

Electroimanes.

CONSTRUCCIÓN DE LOS ELECTROIMANES.—BOBINAS MAGNETIZADORAS.—EL CÍRCULO MÁGICO.—LOS HEMISFERIOS MAGNÉTICOS.

Construcción de los electroimanes.

Hoy día los electroimanes se construyen universalmente en forma de herradura. Si no se hacen más que para sostener pesos, los núcleos deben ser cortos y gruesos. Los grabados de esta obra demuestran que los de formas más elegantes no son los más poderosos. Los imanes se pueden hacer de tres piezas, los dos brazos que suelen estar sujetos por la culata. Una sola pieza de hierro, doblada como se ve en el electroimán de la figura 5, es suficiente para formar el núcleo. Si es de gran tamaño, se doblará en U en caliente.

Las bobinas se pueden arrollar directamente sobre el núcleo, que en tal caso conviene forrar de papel. Se puede emplear indistintamente alambre aislado ó desnudo; en este último caso hay que tener gran cuidado de evitar que las espiras ó bobinas contiguas se toquen, y de interponer entre cada capa de la bobina una capa de papel impregnado de goma laca.

Debemos recomendar sobre todo el empleo de alambre aislado. Un error muy frecuente es enrollar demasiado alambre al rededor de los brazos. La longitud del alambre que se debe enrollar y su diámetro dependen de la pila que se ha de emplear, del metal que forma el núcleo y de la sección de éste. Esta cuestión se resuelve por fórmulas matemáticas.

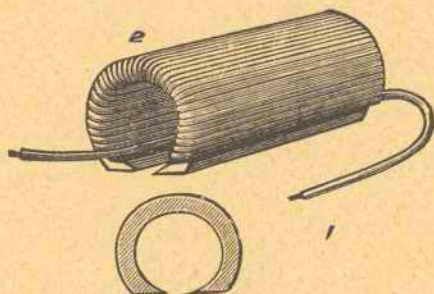


Fig. 13.—Electroimán de Joule

Los dos brazos deben ser enrollados en direcciones opuestas. Después de enrollar el lado derecho, el hilo cruza diagonalmente el espacio intermedio hacia la cara opuesta del otro brazo y se continúa el enrollamiento.

Los enrollamientos deben hacerse separadamente como diremos, ó enrollarse sobre bobinas é introducirlos en el lugar requerido. Nada se gana en general llevando el enrollamiento á la parte curva.

La figura 13 representa una potente forma de electroimán; fué inventada por Joule sobre bases experimentales, y presenta un buen ejemplo de un electroimán poderoso.

El núcleo se hace gastando con la lima un lado de un tubo de gas. El número 1 nos muestra la sección del núcleo, y el número 2 el imán completo. En este caso se observará que el enrollamiento se lleva á la parte curva.

Los electroimanes se emplean en los electromotores, dinamos y timbres, y forman un elemento importante en las construcciones eléctricas. Su poder depende de la corriente que pasa por la bobina y del número de espiras. En otros términos, la facultad de elevar pesos depende del número de amperes vueltas.

A veces se usa como núcleo una barra recta, con el objeto, algunas veces, de utilizar la atracción mutua de la bobina y del núcleo, sea que la bobina fija deba atraer al núcleo movable ó viceversa. En este caso, si por el alambre de la bobina se hace pasar una corriente intensa, una barra de hierro colocada cerca de la abertura de la bobina es atraída y se introduce en el hueco de ésta.

El último tipo de electroimanes es llamado solenoide, aunque la denominación no es muy correcta. En los primeros tiempos de la ciencia, el doctor Page lo empleó mucho en sus electromotores. Se dice que los antiguos experimentadores exhibieron algunos tan poderosos que podían sostener el peso de varios hombres.

Para ilustrar esta acción puede emplearse una bobina magnetizadora y una barra de hierro. La elevación desde la mesa y «absorción», por decirlo así, de la pesada barra de hierro por la bobina impresiona á los que lo ven por primera vez. Se comprende que se puede utilizar esta acción para construir el ataúd de Mahoma, sujetando el núcleo por un hilo fino.

También pudiera hacerse este experimento de modo que

presentara la apariencia de una barra de metal al extremo, flotando en el espacio á manera de globo.

El enrollamiento de la bobina puede ser dotado de rigidez por medio de mezclas resinosas, como describiremos al ocuparnos de las «bobinas magnetizadoras». Basta enrollar todo el alambre y después aplicar materias resinosas á la bobina terminada, secarla, someterla á la acción de una estufa y después barnizarla ó pintarla.

Se ve que si para el enrollamiento se emplea un solo hilo y se enrolla separadamente los dos brazos, uno de los cabos estará junto al núcleo y el otro en la capa exterior del otro brazo. Si se arrollan separadamente los dos brazos, y después se unen las dos bobinas por la parte curva del núcleo, los cabos del alambre podrán estar simétricamente colocados. Por lo que hace á la apariencia, conviene que éstos estén inmediatos al núcleo, pero para facilitar las operaciones es preferible que estén en el exterior. Esta última disposición debe ser preferida.

Bobinas magnetizadoras.

La construcción de las bobinas magnetizadoras que carecen de núcleo que sostenga el alambre, y en las que el alambre debe ser compacto y adherente capa por capa, exige especial cuidado. Se arrollan sobre una matriz, generalmente un cilindro, que después se quita. Es necesario disponer la operación de modo que la separación pueda verificarse; para esto la matriz debe, si es posible, ser ligeramente cónica. Una botella ó un vaso de vidrio son buenos ejemplos de matrices.

Para hacer una bobina magnetizadora se escoge una

matriz de material conveniente. Se la cubre con un pedazo de papel, y sobre éste se arrolla el alambre aislado con toda la destreza posible. Esto puede hacerse á mano con toda la regularidad posible más bien que con un torno, aunque este último ahorra tiempo. Si hay que hacer muchas vueltas de alambre se puede improvisar unas devanaderas en muy pocos minutos. La matriz puede servir de eje con un manubrio colocado en uno de sus extremos, y el todo se monta sobre dos puntos de apoyo.

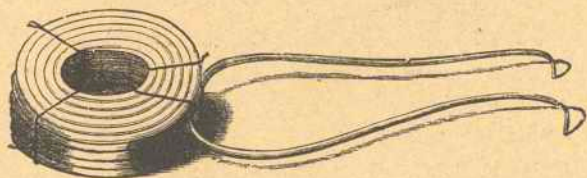


Fig. 14.—Bobina magnetizadora.

Hay que dar rigidez á la bobina, para lo que se puede emplear la cola de carpintero, que se aplica á cada capa, y cuando la última está terminada, se mantiene estirado el cabo libre hasta que la cola esté endurecida, que será al cabo de una hora. Entonces se puede sacar la matriz y secar la bobina en una estufa.

Si al secar la bobina se forman grietas en su superficie, se llenan éstas de cola y se vuelve á secar.

La bobina así preparada se pinta ó barniza con goma laca disuelta en alcohol, que impide que se enmohezca la superficie de la cola y cubre herméticamente la bobina.

Se puede conseguir mayor seguridad rodeando la bobina con algunas vueltas de alambre, como se ve en la figu-

ra 14; pero esto es innecesario cuando se ha usado la cola, ó cuando se ha empleado el procedimiento siguiente.

Este método, mucho más limpio y eficaz, consiste en emplear una disolución de goma copal en el éter. Esta se

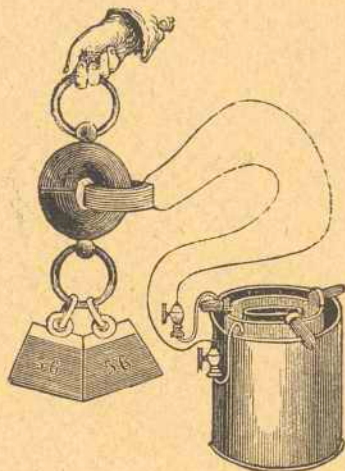


Fig. 15.—Círculo mágico.

aplica capa por capa, y el todo, después de seco, es impenetrable al agua. Puede emplearse asimismo la disolución alcohólica de goma laca. Para terminar la solidificación puede ser necesario emplear el calor como en el caso de la cola.

El círculo mágico.

El círculo mágico, representado en la figura 15, está destinado á usarse con una pequeña bobina magnetizada. Consiste en dos medios anillos de hierro dulce provis-

tos de argollas exactamente en el centro de cada pieza. Sus caras están limadas, para que se adapten con exactitud. Un modelo conveniente es el formado de hierro redondo de 2,5 centímetros de diámetro, doblado en forma de círculo de 7,5 centímetros de diámetro interior. La bobina está formada de hilo de 0,75 á un milímetro de diámetro, y el número de vueltas es de cuarenta á cincuenta. Es sorprendente la atracción que los círculos desarrollan cuando la corriente es intensa.

Hemisferios magnéticos.

En la figura 15 vemos una forma peculiar de electroimán. Aunque Thompson, en su obra reciente sobre los electroimanes, atribuye una de sus modificaciones al profesor Forbes, esta forma es en realidad muy antigua. El grabado es una reproducción de un dibujo del *Manual de magnetismo* de Davis, impreso en 1847. Se les podría llamar con propiedad los *Hemisferios de Magdeburgo* de la electricidad.

La sección que se ve en la parte inferior izquierda del dibujo muestra la construcción. Se toman dos cilindros de hierro dulce, en los que se practica un surco anular, suficiente para recibir la bobina magnetizadora. Una hendidura permite que salgan los alambres cuando las dos mitades están en contacto.

Cuando se hace pasar una corriente por la bobina, contenida en el interior, polariza las dos bobinas, y si éstas están juntas, se atraen enérgicamente. Como se observará, no hay circuito magnético.

Las bobinas pueden ser amovibles ó pueden fijarse en

sus sitios con barniz ó lacre. Las dos piezas deben estar provistas de argollas. Dos personas pueden asir cada una de éstas y tratar de separar los dos hemisferios. Puede emplearse la misma bobina que para el círculo mágico. El

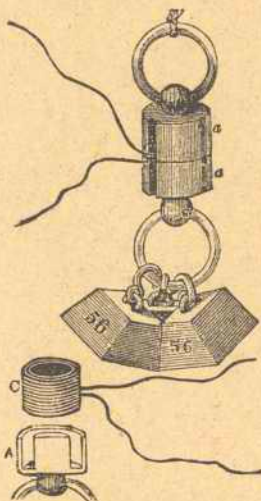


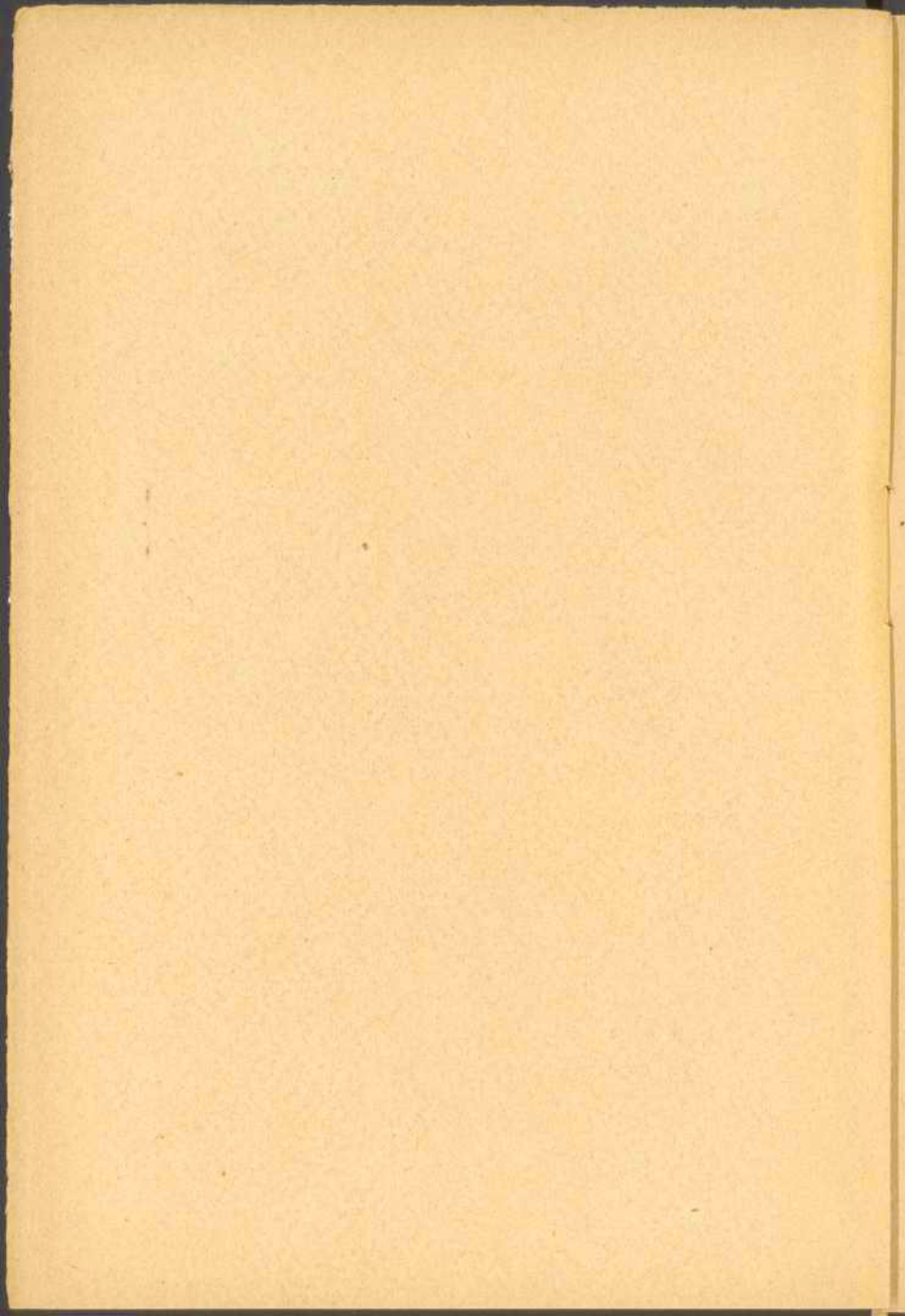
Fig. 16.—Hemisferios magnéticos.

metal del núcleo puede ser un poco más pesado que el que se ve en el dibujo. Este aparato tiene poco magnetismo residual cuando la corriente ha cesado y las dos partes se separan fácilmente. En caso análogo, el círculo mágico tiene mucho magnetismo remanente.

Cuando dos grupos de personas tiran cada uno de una argolla para separar las dos partes del aparato, si la co-

riente se corta las dos piezas se separan súbitamente, pudiendo ser causa de que algunos caigan de espaldas.

El magnetismo remanente del anillo mágico es tan grande que para conseguir el mismo resultado sería necesario invertir la corriente. Puede hacerse esta inversión cambiando los extremos de los alambres, de modo que estén en conexión con los otros polos de la pila.



CAPÍTULO IV

Electromotores.

MOTOR DE PÉNDULO.—MAGNETOMOTOR RECORDON.—MOTOR MULTIPOLAR.—ARMADURA ROTATORIA DE PAGE.—LOCOMOTORA ELÉCTRICA.

Motor de péndulo.

En la figura 17 vemos una bonita forma de motor de pequeña velocidad; el grabado permite observar fácilmente las formas de construcción. Un imán permanente en forma de herradura es la base del aparato. Este imán está, como se ve, fijado sobre una tabla y á unos 2 y medio centímetros de altura.

Al extremo del imán hay una columna que sostiene un eje horizontal, al rededor del que oscilan dos bobinas análogas á las que hemos descrito bajo el nombre de bobinas magnetizadoras. Estas dos bobinas, suspendidas por dos barras cortas, abrazan las extremidades del imán. Otras dos columnitas sostienen un volante cuyo árbol está unido por medio de bielas con los vástagos de suspensión de las bobinas.

Las bobinas están en conexión con los terminales que se ven en la base.

Uno de los terminales está en conexión con la columna,

el imán y el árbol del volante. Este eje contiene un excéntrico que ocupa como una tercera parte de la circunferencia del árbol. Dos muelles que se ven, y que arrancan de la base, oprimen alternativamente el excéntrico. De cada resorte parte un alambre que va por la columna alta á una

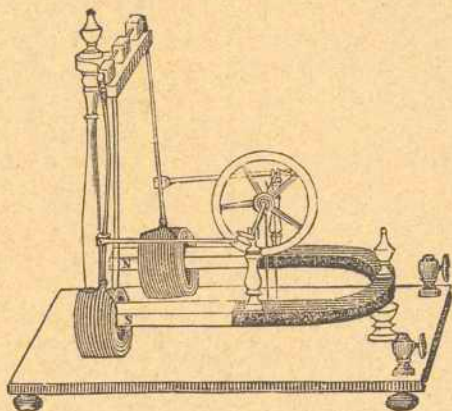


Fig. 17.—Motor de péndulo.

de las bobinas. Cada bobina comunica con un muelle. Los otros cabos de las bobinas van por la columna alta al otro terminal.

La corriente pasa, pues, por uno de los muelles, y de aquí á la bobina correspondiente, de donde va á parar al otro terminal y vuelve á la pila. Una bobina es atraída hacia el polo del imán, y al moverse hace girar el volante. Cuando ha alcanzado el polo y pasa más allá de él, el excéntrico corta su circuito y cierra el de la otra bobina, que se adelanta hacia su polo, haciendo también girar el volan-

te. Se ve que, en ciertas fases, las dos bobinas están excitadas, avanzando la una y retrocediendo la otra. Esto se puede evitar empleando dos excéntricos, uno para cada bobina. La otra construcción es más sencilla.

Las bobinas deben ser arrolladas del modo siguiente: la que abraza el polo norte debe ser recorrida por la corriente en dirección contraria á las agujas del reloj, si el observador la mira desde el imán; la corriente de la otra bobina debe ir en dirección contraria á la de la primera.

Finalmente, el imán permanente puede ser de sección circular, para poderse adaptar más exactamente á la forma de las bobinas, ó bien éstas pueden ser arrolladas sobre una matriz cuadrada. En todas estas construcciones importa que las bobinas estén cerca del campo magnético.

Este motor es un ejemplo de solenoide, al que ya hemos aludido. En este solenoide el núcleo es fijo y la bobina movable. Se debe también observar que en lugar del imán se pueden usar dos núcleos redondos de hierro dulce. En este caso, la dirección del arrollamiento es indiferente.

Motor de Recordon.

Otro bonito motor, basado en el mismo sistema de bobinas de inducción que se ve en la última página, es el de Recordon. En la figura 18, B representa el electroimán montado sobre un banco metálico y provisto de dos piezas polares que se prolongan hacia arriba; la de la derecha tiene la armadura A unida á ella por una charnela; la otra E tiene una forma tal que la armadura se puede adaptar á ella con toda la exactitud compatible con una unión no permanente. Un eje con un volante está colocado en la parte

baja del banco; sobre este eje hay dos conmutadores cilíndricos *b*, *b* y dos resortes que hacen presión sobre dichos conmutadores.

Los dos conmutadores están fabricados con material aislador, como ebonita ó madera, y la mitad de su superfi-

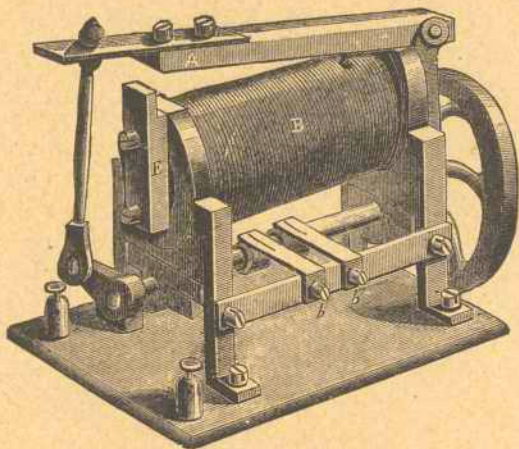


Fig. 18.—Motor magnético de Recordon.

cie está cubierta de una lámina de bronce en conexión con el eje. Uno de los terminales comunica por medio de un hilo corto con el banco metálico, el eje y la parte metálica de los conmutadores. El otro terminal está en conexión con uno de los terminales de la bobina. Los dos resortes están aislados del banco, lo que se obtiene fijándolos sobre una barra de madera. Un alambre soldado á los tornillos que fijan los muelles está en conexión con el otro termi-

nal de la bobina. Este alambre debe ser aislado del banco. Una biela está unida por uno de sus extremos al extremo libre de la armadura, y por el otro á un manubrio que acciona al árbol del volante. Si el eje gira, la armadura subirá y bajará, y si la armadura sube y baja, el volante girará. Los conmutadores están ajustados de tal modo que cuando la armadura ha llegado á su punto culminante, los resortes entran en contacto con los segmentos metálicos de sus conmutadores, se cierra el circuito y la armadura atraída por el imán descende haciendo girar el volante. En el instante en que la armadura se pone en contacto con las piezas polares, los resortes dejan de estar en contacto con la parte metálica de los conmutadores, la corriente se interrumpe y el electroimán deja de atraer la armadura; el volante, á causa de la velocidad adquirida, continúa su movimiento, haciendo que la armadura se eleve y que al cabo de media revolución la parte metálica de los conmutadores vuelva á ponerse en contacto con los resortes cerrando el circuito, y así sucesivamente.

Es claro que si el volante girara en mala dirección el circuito se rompería apenas cerrado. Por este motivo se empieza poniendo en movimiento al volante en la buena dirección. Podría hacerse también que los sectores metálicos no cerraran el circuito hasta que la armadura hubiera empezado á descender. De este modo sería más difícil que el volante girara en mala dirección.

La extensión de las piezas polares aumenta el radio de acción del imán. La forma del motor es compacta y sugiere la posibilidad de perfeccionarlo. La armadura pudiera ser arrollada con alambre y excitada de modo que aumentara la atracción.

Mr. Recordon construye los núcleos de los electroimanes huecos. Su abertura se puede ver en el grabado detrás de la pieza polar izquierda.

Motor multipolar.

Uno de los mayores méritos de un buen motor es que no tenga «puntos muertos». El motor multipolar representado por la figura 19, si bien los tiene porque su revolución está dividida en seis períodos, es de un movimiento muy constante.

La estructura anular A y la base F deben hacerse de material no magnético, como el bronce ó la madera. En la estructura hay seis barras de hierro dulce C, C colocadas á distancias iguales, bien sujetas al marco A del aparato.

Estas barras constituyen armaduras. Los inductores giratorios están adheridos á un tambor D, que tiene seis bobinas equidistantes B, B. El tambor debe ser de bronce ó de madera. Un collar aislador E lo rodea parcialmente. Este collar sirve para recibir una serie de hilos terminales de las bobinas magnetizadoras; la otra serie está fijada á la superficie del tambor D.

Las bobinas magnetizadoras deben estar sólidamente arrolladas á los seis núcleos con alambre aislado. Deben estar muy bien sujetas con tornillos ó remaches, porque la fuerza centrífuga es considerable.

Las conexiones de los seis inductores deben estar dispuestas al objeto de que durante la mitad de su revolución deben recibir corriente; pero su revolución está dividida en seis períodos, lo que quiere decir que deben tener corriente durante las seis dozavas partes de su revolución.

Cuando están en la posición que indica el grabado no son excitadas; después giran una dozava parte de su revolución; entonces las bobinas inductoras están á la mitad de la distancia entre las armaduras; en este momento son ex-

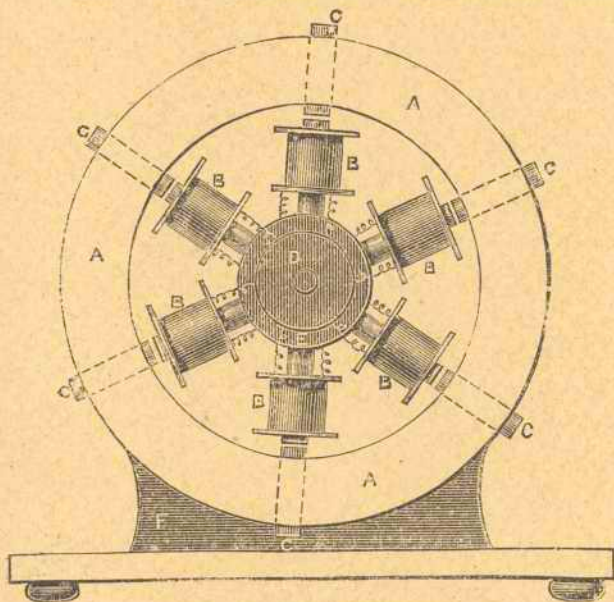


Fig. 19.—Motor multipolar.

citadas y la corriente dura una dozava parte de revolución, para cesar cuando los inductores pasan por delante de las armaduras. Esto se repite en todo el círculo.

Los seis alambres que terminan en el collar E están en conexión con una abrazadera de bronce ó cobre. Seis alambres soldados á la abrazadera á iguales distancias descansan

san sobre la superficie del collar. Un resorte de cobre que parte de la base hace presión sobre ellos. Las proporciones están calculadas de modo que el resorte haga presión sobre cada alambre durante una dozava parte de revolución. Este período de contacto debe corresponder al tiempo que emplean los inductores en ir desde el punto central entre dos armaduras, al punto opuesto á las mismas.

Los otros seis alambres están sobre las abrazaderas del tambor D; un segundo resorte comprime continuamente éste.

Los dos resortes están en comunicación con los dos polos de la pila ó de otro generador.

Estudiando esta disposición, se verá que la corriente circula durante el contacto del muelle con las láminas que hay sobre el collar E, ó sea durante los períodos adecuados de cada revolución. Las bobinas son excitadas simultáneamente en paralelo y atraídas por las armaduras que tienen delante en el sentido de su rotación. Tan pronto como llegan á ellas, la corriente cesa y la inercia hace que continúe la rotación durante otra duodécima parte de la revolución, en que son nuevamente excitadas.

La velocidad de este motor es considerable, y en consecuencia hay que cuidar de que las bobinas estén sólidamente sujetas para evitar los efectos de la fuerza centrífuga.

Se puede emplear un número cualquiera de inductores con su correspondiente número de armaduras y conexiones en el conmutador. Se verá que la altura de las láminas del conmutador es un factor en la determinación del período de contacto. El método más elegante consiste en dar á cada lámina del conmutador una anchura igual á la sexta

parte del círculo y en llenar de sustancia aisladora los espacios que median entre las láminas, formándose de este modo una superficie cilíndrica, con la que frota el resorte.

La figura 20 muestra el plano general de conexión, aunque para siete bobinas en lugar de seis. M es una abrazadera de metal en conexión con una serie de terminales de las bobinas; C es un resorte que está siempre en contacto con M. Los alambres en conexión con el collar están representados por F, F; el resorte D oprime el colector.

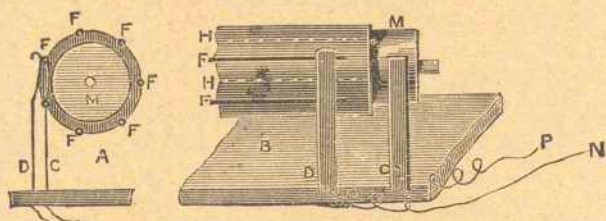


Fig. 20. - Conmutador de un motor multipolar.

El grado de proyección de éstas determina la duración del contacto. P y N son los conductores de la pila, y B es la tabla que sirve de base al aparato. Las líneas punteadas H, H indican el trayecto de dos alambres que van á parar á M.

Puede hacerse una modificación en este motor. Los electroimanes son estacionarios y ocupan la posición de las armaduras, de suerte que la parte giratoria no contiene más que las barras. Las láminas del conmutador y los resortes de contacto son idénticos. Una serie de hilos terminales de las bobinas está unida á otro alambre más grueso que va á parar á uno de los terminales del aparato

Los otros terminales están unidos de un modo análogo con uno de los resortes. El otro resorte está en conexión con el otro terminal del aparato. También pueden unirse los cables de todas las bobinas, excepto los de dos de ellas que estén inmediatas, de modo que todas estén en serie. Los dos extremos libres se conectan como se ha dicho por medio de los resortes de contacto, uno al conmutador y otro al otro terminal del aparato.

Armadura giratoria de Page.

La armadura giratoria de Page es un motor de forma muy sencilla y susceptible de gran velocidad. En los motores eléctricos una gran velocidad no suele ser conveniente, pues necesita ser reducida á otra menor por medio de correas y poleas ó de otro medio equivalente.

Sobre una base fija (fig. 21) se instala sólidamente un imán permanente NS en forma de U, y encima de él hay una pieza horizontal que forma el remate del armazón de la máquina. Un tornillo de presión con un agujero cónico en su extremo pasa por el centro de esta pieza. Debajo del tornillo hay un soporte, como se ve en la figura; en el centro de este soporte hay un agujero cónico. Entre los dos agujeros hay un eje vertical. Por medio del tornillo de presión se puede obtener un ajuste tal que permita al eje girar, pero sin dejarle ningún juego. Al eje va unida una pesada barra de hierro que tiene un arrollamiento de alambre aislado, y que es virtualmente un electroimán en U. El arrollamiento del alambre está hecho todo en el mismo sentido. Los extremos del alambre terminan en las dos divisiones de un conmutador

de dos partes que está unido directamente al eje por encima de la armadura giratoria, ó armadura polarizada, como puede llamársela. Dos resortes *g*, *f*, de cobre, bronce ó

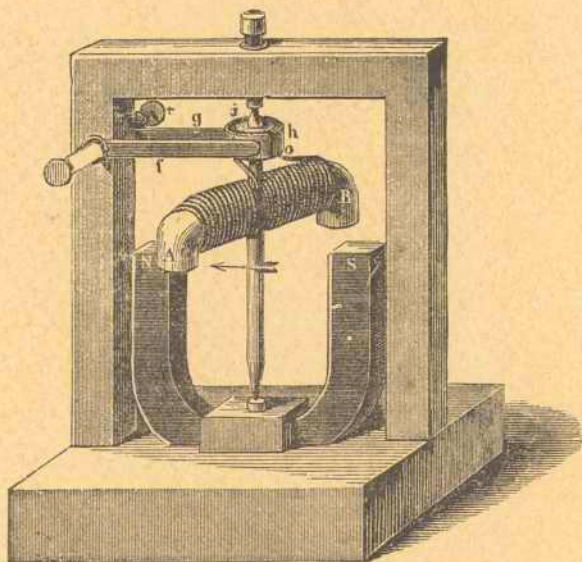


Fig. 21.—Armadura giratoria de Page.

plata, están aplicados al conmutador. Cada uno de los resortes está sujeto á una pieza vertical fija, y tiene un terminal que recibe uno de los alambres de la pila. Cuando pasa la corriente, la armadura y el eje giran.

Aunque la construcción del conmutador se comprende fácilmente cuando se le ve en perspectiva, damos aquí un

pequeño corte de él (fig. 22). A, sección del eje vertical; S, S son las dos partes del conmutador. Consisten en láminas de cobre, bronce ó plata que se hallan aisladas del eje; este aislamiento puede obtenerse sencillamente con un pedazo perforado de madera, al que se pueden pegar las láminas con lacre, con un hilo de seda en los extremos de las láminas para darles mayor firmeza. Es innecesario decir que las láminas no deben tocarse, y están dispuestas de



Fig. 22.—Conmutador de dos secciones.

modo que sus separaciones están en un plano casi en ángulo recto con el plano del imán. W, W representan los resortes de contacto en la figura 22.

La acción general de él es la siguiente: La corriente, pasando por el conmutador y el electroimán, magnetiza el núcleo de ésta, llamado generalmente la armadura. La magnetización es tal que la armadura es atraída en una u otra dirección, suponiendo que no esté en el mismo plano del imán. Cediendo á la atracción, la armadura se pone en movimiento hasta que sus polos coinciden con los polos contrarios del imán. En este momento el conmutador invierte la corriente, de modo que la armadura es rechazada. Como la velocidad adquirida le hace pasar más allá de los polos, la rotación continúa y sus polos son atraídos por los polos distantes y repelidos por los próximos. La corriente es invertida dos veces en cada revolución.

Si la armadura está en el mismo plano que el imán per-

manente el motor quedará inmóvil, pero bastará tocarlo con el dedo para que se ponga en movimiento.

El nombre dado á este aparato es el del célebre doctor Page, que hace media centuria próximamente trató de introducir los motores eléctricos. Sus esfuerzos fracasaron, porque carecía de medios baratos para obtener la corriente. Si se hace girar esta armadura aplicándole una potencia mecánica, producirá una corriente; en otras palabras, el mecanismo es reversible.

La locomotora eléctrica.

La figura 23 representa una locomotora eléctrica, cuyo motor está construido bajo los mismos principios que la armadura rotatoria de Page, que acabamos de describir.

La inspección del grabado da clara idea de la construcción general. El motor está montado horizontalmente sobre un pequeño vagón que rueda sobre una vía férrea, y una prolongación del eje del motor tiene un tornillo sin fin que engrana con una rueda dentada y ésta con el eje de un par de ruedas. Estas, que están rígidamente unidas á su eje, son las ruedas motoras de la máquina. La corriente se toma de los railes, entre los cuales el motor hace las veces de puente. Para comprender las conexiones eléctricas y las disposiciones necesarias á la inversión automática de la marcha véase la figura 24, que representa el plano de la máquina, las ruedas y los bloques inversores.

El par de ruedas de la izquierda gira en un eje fijo. La parte central oscura M de este eje es de madera. Del extremo metálico de este eje donde gira la rueda K sale un alambre, que va por la plataforma á la placa G, que está

aislada. Al lado de C hay dos placas E y F, aisladas también, en cada una de las cuales se eleva un resorte de contacto para conducir la corriente al conmutador del motor.

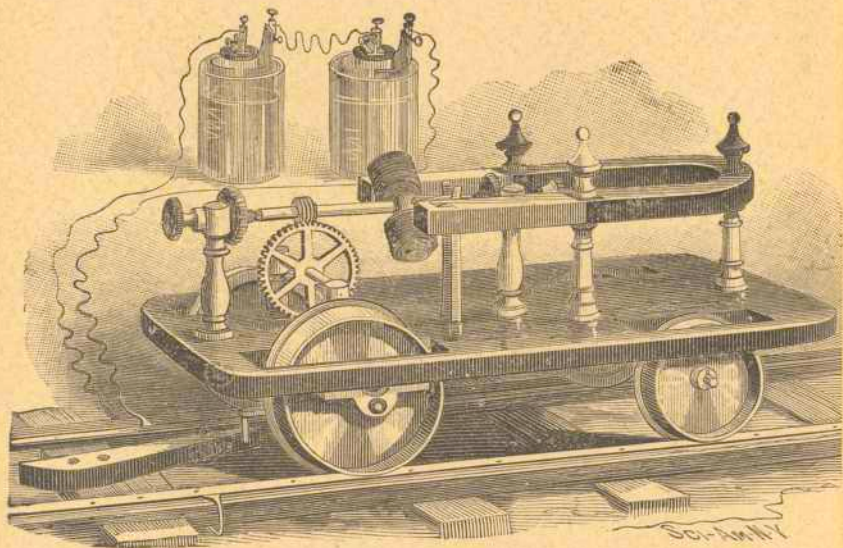


Fig. 23.—Locomotora eléctrica.

No es necesario describir este conmutador ni sus resortes de contacto; son idénticos á los de la armadura rotatoria de Page, descritos en las páginas 52 y 55.

Otro conmutador aislado para cambiar la marcha, A, gira al rededor del punto central entre E y F. A su eje, que también está aislado, hay unido un alambre que lo pone

en conexión con el eje motor y la rueda J. La otra rueda motora está aislada del eje por una pieza de madera ó vulcanita L. Al eje de este conmutador va soldado un alambre rígido con una pieza de contacto C que oprime una de las placas E ó F, según la posición de la palanca A. De A parte otro alambre con dos piezas de contacto B y D, en las relaciones que se ve en el grabado. Estos dos alambres deben tener buen temple, para asegurar un buen contacto eléctrico entre sus extremos y las placas que oprimen.

El movimiento de la palanca de este conmutador hacia la parte baja del dibujo pondrá á las piezas de contacto B y C en posición inversa con respecto á las placas E y F; C se pondrá en contacto con E y B con F, mientras que D se desliza sobre la placa G sin dejar de estar en contacto con ella.

Cuando este conmutador está en la posición que se ve en el grabado, la corriente entra por la rueda K, pasa á la placa G y de aquí á E; de aquí á la armadura del motor y de ésta á la placa F ó la pieza de contacto C, y de aquí á la rueda J, y de ésta al otro rail.

Esto es causa de que el motor gire é impulse siempre al vagón en la misma dirección.

Pero si se hace girar la palanca del conmutador de modo que cambie la posición de las piezas de contacto C y B respecto á las placas E y F, se invertirá la dirección de la corriente que pasa por la armadura y cambiará la dirección en que la locomotora viaja.

Esta inversión se puede hacer automáticamente por medio de bloques conmutadores sujetos á la vía, que en el plano están señalados con las letras H é I. Si se los em-

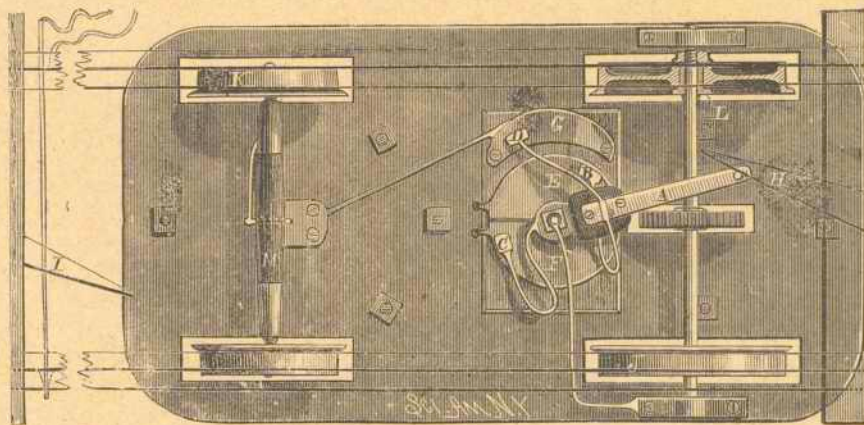


Fig. 24.—Conexiones de los railes y la locomotora eléctrica.

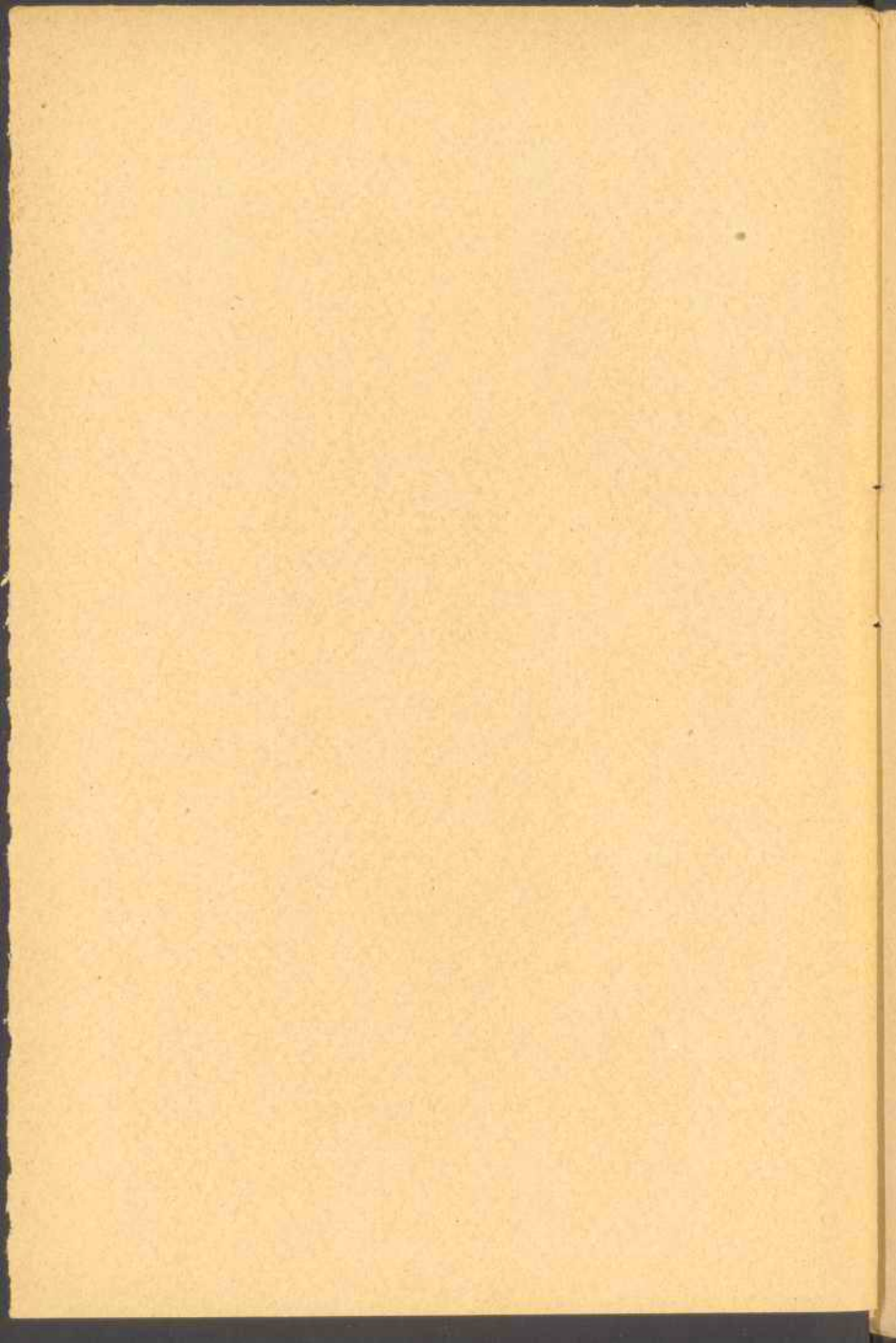
plea, se debe colocar en el extremo de la palanca del conmutador un vástago que aparece en las figuras 23 y 24, que choca con los topes conmutadores, haciendo cambiar la posición del conmutador. En un instante el motor detiene su movimiento y luego marcha en sentido inverso.

En la figura 23 se ve las conexiones de la pila con los railes. Estos deben ser continuos ó tener sus extremos próximos reunidos por alambres ó láminas metálicas. Las dos líneas de railes deben estar aisladas entre sí.

Para arrastrar la locomotora eléctrica se puede emplear cualquier motor. Los que tienen el campo magnético mantenido por imanes permanentes tienen la ventaja de moverse en dirección fija.

La figura 23 muestra varios detalles que no necesitan explicación, como los tornillos de presión que sujetan los extremos del eje de la armadura.

El sistema general de inversión de marcha puede aplicarse á cualquier otro motor de dirección fija. Una ventaja de la inversión automática es que evita la necesidad de construir una vía circular. Se podría hacer una mejora construyendo en los extremos de la vía dos rampas cortas que empezaran en los topes de conmutación, para facilitar la parada y la partida de la máquina en opuesta dirección.



CAPÍTULO V

Campanas y timbres eléctricos.

APARATO PARA TOCAR LAS CAMPANAS.—TIMBRES Ó CAMPANILLAS —PROTECTOR DE CAJAS DE CAUDALES.

Aparato para tocar las campanas.

Las campanas eléctricas pertenecen generalmente al tipo del *gong* y producen sonidos agudos. La figura 25 muestra un aparato para tocar una campana de forma regular por medio de la corriente eléctrica. En muchos casos el uso del *gong* hubiera sido desagradable por su sonido ó aspecto. El aparato representado en la figura 25 está completamente oculto en el interior de la campana.

El electroimán consiste en una bobina con el núcleo de hierro hueco, como la del motor Recordon. En sus extremos se ven dos piezas polares. El imán está en lo alto de la campana. Uno de los conductores pasa por el eje ó prolongación del núcleo del electroimán y sale fuera de la campana. Este alambre está aislado del metal. Esta disposición evita la necesidad de abrir en la campana un orificio especial para el paso del alambre con peligro de alterar

su sonido. El otro terminal está en conexión directa con el metal de la campana. Un vástago doblado en forma de U irregular tiene en uno de sus extremos una bola de

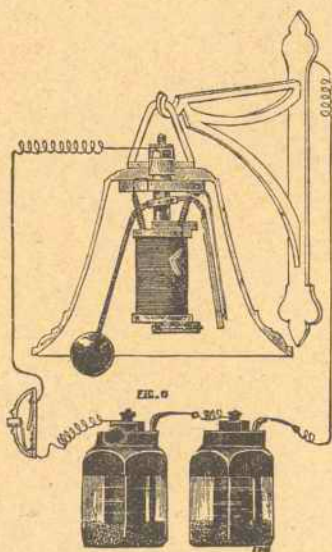


Fig. 25.—Aparato para tocar las campanas.

hierro y constituye el badajo. La otra parte del vástago es una barra plana de hierro bastante larga para llegar de una á otra pieza polar; hace de armadura.

La barra doblada oscila, como se ve, al rededor de su centro. En él y en la parte más alta hay un anillo, por cuyo interior pasa el vástago de suspensión ó prolonga-

ción de la armadura del imán. Un clavo redondo va de una parte á otra del anillo, atravesando el eje de suspensión. Dicho clavo constituye un buen eje de oscilación del badajo é impide los movimientos laterales. La campana está suspendida de una palomilla metálica. Un alambre va directamente de la pila á la palomilla, poniéndola en conexión con la bobina por el metal de la palomilla y de la campana.

El otro conductor de la pila va á una llave, de donde otro alambre pasa al terminal del electroimán que sale por el eje de suspensión.

La llave puede ser de construcción sumamente sencilla, como la que se ve en el dibujo. Cuando se la oprime, cierra el circuito, el imán se excita, atrae su armadura y toca la campana.

La forma particular del electroimán es no sólo ventajosa por su compacidad, sino que también se supone que da mejores resultados que las formas usuales, bajo el punto de vista de su fuerza atractiva.

Timbres ó campanillas.

Estos timbres están tocando continuamente mientras la corriente pasa. Son verdaderos motores. En la figura 26 se ve una forma sencilla.

A una tabla que sirve de base se ha fijado un electroimán. Una barra plana de hierro dulce, que sirve de armadura, está sujeta á un resorte que tiende á separarla del imán. Un tornillo de contacto está dispuesto de modo que toca al resorte de la armadura cuando ésta es sepa-

rada del electroimán. A la armadura hay sujeto un alambre que termina en una bola que sirve de mazo. A la

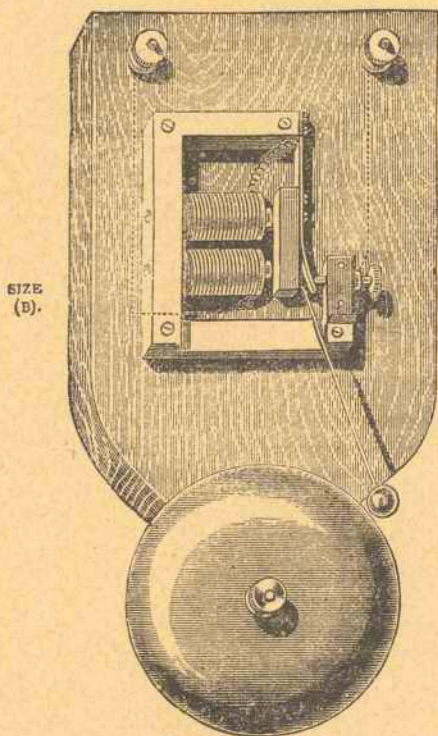


Fig. 26.—Timbre eléctrico.

misma tab'a va sujeto por su parte central un timbre, y puede haber también dos tornillos de empalme.

Las conexiones se ven en líneas punteadas. De uno de los tornillos de empalme parte directamente un alambre que va á uno de los terminales del electroimán. El otro terminal está en conexión con el resorte de la armadura. Otro alambre va desde el otro tornillo de empalme al soporte metálico del tornillo de contacto.

Cuando no pasa corriente la armadura está separada de la campanilla y el resorte en contacto con el tornillo. Si ahora se hace pasar una corriente, ésta entrará por uno de los tornillos de empalme y excitará al electroimán. Dicha corriente pasa por el resorte y el tornillo de contacto. El electroimán atrae la armadura, que rompe el circuito, separando el resorte del tornillo de contacto. El movimiento de la armadura hace que el mazo choque con el timbre que suena. En cuanto el circuito se abre la armadura es separada, cerrando otra vez el circuito, de nuevo es atraída la armadura y el timbre vuelve á sonar. Esta operación se repite indefinidamente mientras haya corriente.

El modo usual de establecer la corriente es el llamador de presión, cuya construcción es tan sencilla que no necesita describirse. En la figura 26 está representado en sección hacia la izquierda del grabado. Para este objeto serviría también un interruptor de cualquier forma.

Protector de cajas de caudales.

Este aparato es una combinación eléctrica y mecánica á la vez para proteger las cajas de caudales. La figura 27 muestra su principio.

En el núm. 2 se ve el timbre ordinario (*bell*) tal como
SLOANE.—LA ELECTRICIDAD PARA TODOS.—5

lo hemos descrito en la pág. 63, con su pila (*battery*), caja de conmutación ó descubridor de ladrones (*thief detector*). De la caja (*safe*) parten dos alambres, IJ, que van á pa-

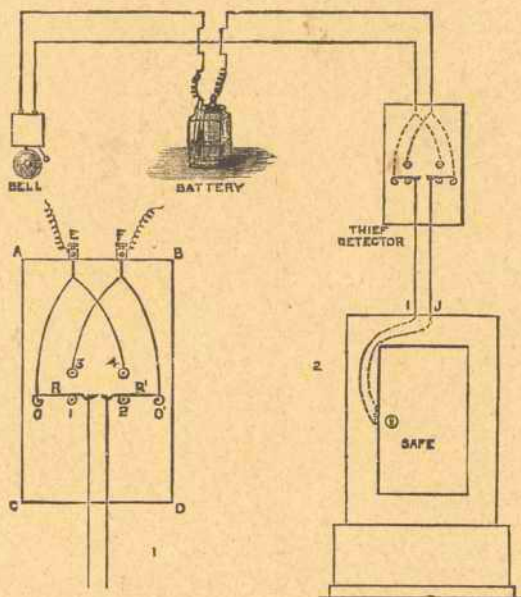


Fig. 27.—Protector de cajas de caudales.

rar á la caja de conmutación. Dentro de la caja de caudales hay un conmutador de resorte que mientras está apretado mantiene abierto el circuito, y que cuando se relaja por abrirse la puerta de la caja lo cierra. Este conmutador es tan sencillo que es innecesario hablar más de

él. Está accionado por la puerta de la caja, que cuando está cerrada mantiene abierto el circuito por la presión que ejerce sobre el conmutador. Si la puerta se abre, el conmutador se relaja y cierra el circuito.

Dos alambres parten de la pila, pasan por un timbre ordinario y van á los tornillos de empalme E, F, situados en lo alto de la caja de conmutación ABCD. Los dos alambres se bifurcan como se ve dentro de la caja, y sus extremos están fijos á dos pares de clavos O^1 3 y O 4 respectivamente. Al rededor de los clavos O y O^1 pueden girar dos resortes que están sujetos por sus otros extremos por los alambres de la caja de caudales. Estos alambres tiran de los resortes, haciéndoles pesar sobre los clavos fijos 1 y 2.

Ahora, si la caja es abierta, el circuito se cierra y el timbre suena. Si el ladrón, conociendo el objeto de los alambres, corta uno de ellos para no ser descubierto, el resorte R ó R^1 , según el caso, salta y se pone en contacto por uno de los toques 3 ó 4 con el conductor opuesto del circuito.

El circuito queda, por consiguiente, cerrado y el timbre suena. Lo mismo ocurriría si se cortaran los dos alambres. Los dos resortes saltarían hacia arriba y el circuito quedaría igualmente cerrado.

Es inútil decir que hay que ocultar la caja de conmutación, porque si uno ó los dos conductores que van á la pila y al timbre fueran cortados ó quitados el aparato no funcionaría.

Los alambres I, J, deben asimismo fijarse de modo que parezcan conductores ordinarios. Deben ser completamente libres en toda su longitud.

Si el ladrón entiende toda la construcción procurará fijar los alambres I y J atándolos ó de otro modo, y después los cortará por debajo de los puntos en que están sujetos. De este modo impedirá que el timbre funcione y podrá abrir la caja. Es de suponer, sin embargo, que en los casos ordinarios el ladrón cortará uno ó los dos alambres para impedir que funcione el timbre de alarma.

CAPÍTULO VI

Juguetes diversos.

EL BAILARÍN ELÉCTRICO.—EL TAMBOR MÁGICO.—EL MARTILLO ELÉCTRICO.—INSECTOS ELÉCTRICOS.—LA LÁMPARA INCANDESCENTE.

El bailarín eléctrico.

Este divertido juguete fué al principio construido para ser operado á mano. Las modificaciones eléctricas están basadas en el principio del timbre eléctrico y no necesitan más que una breve descripción. La figura 28 da una idea clara de su construcción.

El mecanismo motor está contenido en una caja. Consiste en un electroimán con una armadura de hierro dulce conducida por un resorte. Un alambre va directamente de la pila al electroimán. El otro terminal del mismo está en conexión con el resorte de la armadura L¹. El otro extremo de la armadura está doblado en ángulo recto en L² y eleva la plataforma por medio del resorte L³. Esta es la plataforma de baile. El resorte de la plataforma lleva otro resorte de contacto SS. El tornillo C es ajustable respecto á su contacto con el resorte SS. Del tornillo C parte un alambre para el tornillo de empalme, al que está unido el otro alambre de la pila.

Los núcleos del electroimán pueden ser barras de hierro dulce de 1 centímetro de diámetro, 3 de largo y arrollados

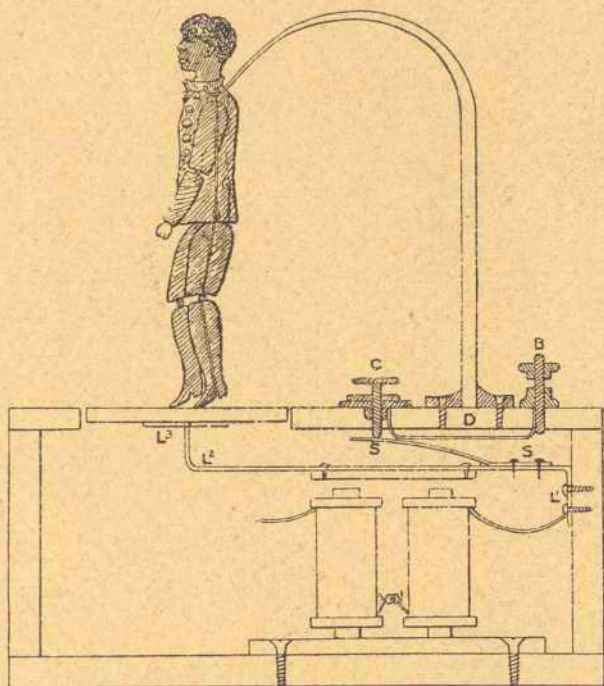


Fig. 28.—El bailarín eléctrico. Elevación.

á 2,8 centímetros de diámetro con alambre de 0,4 milímetro de diámetro cubierto de seda.

El efecto de la corriente sobre este mecanismo es mantener la plataforma en estado de continua vibración, cuya

intensidad se puede modificar por medio del tornillo de contacto C.

El muñeco se hace de madera con las articulaciones muy flojas y se le suspende de un brazo encorvado, de modo que sus pies toquen apenas el suelo. Cuando la corriente pasa el muñeco empieza á bailar, y continúa mientras la pila produce energía suficiente.

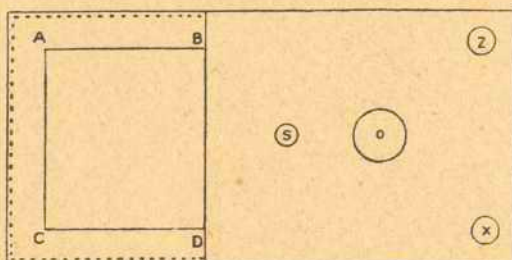


Fig. 29.—El bailarín eléctrico. Plano.

Podría asimismo hacerse que el maniquí abriera y cerrara el circuito. A este objeto, el tornillo de empalme deberá estar en conexión con el pescante en vez de estarlo con el tornillo de contacto C. Por el maniquí pasan varios alambres articulados, cuyos extremos están soldados á láminas de cobre ó de bronce fosforado, que son las suelas de los zapatos. El muelle de la armadura está en contacto eléctrico con el suelo de la plataforma, que debe tener una superficie metálica. Debe emplearse para este objeto láminas delgadas de bronce ó cobre.

En esta última construcción debe conservarse el tornillo C y el resorte de contacto SS, pero no deben formar parte del circuito eléctrico.

En esta última disposición los pies del bailarín establecen y rompen el circuito. En la figura 28 se pueden ver los alambres articulados de un lado. La altura de los pies debe calcularse con esmero, de modo que sólo sea necesario hacer un pequeño ajuste con el tornillo C.

El alambre de que el maniquí está suspendido debe ser muy elástico. La suspensión puede también hacerse con un resorte espiral ó de goma elástica. En este último caso, si el maniquí debe abrir y cerrar el circuito con los pies, hay que emplear uno ó dos alambres independientemente de la suspensión de goma elástica.

Dos ó tres pares Leclanché bastan para hacer funcionar el aparato durante corto tiempo; para más largos períodos se necesita una pila de mayor constancia.

El tambor mágico.

El tambor mágico ha sido exhibido por muchos prestidigitadores de profesión. Cuando se le exhibe en un tablado lejos del público es fácil manejarlo con poco disimulo sin que se descubra su modo de funcionar. Nuestros lectores deben estar familiarizados con su artificio. El tambor está suspendido del arco del proscenio ó del techo por una ó dos cuerdas, y respondiendo á las órdenes del actor toca, redobra, etc.

En la figura 30 se ve una nueva construcción, debida á Mr. Geo. Hopkins, que es superior á la anterior, porque no necesita más que una cuerda de suspensión, y sin una inspección minuciosa, es difícil ver cómo se obtiene el resultado.

El tambor debe contener algún aparato para producir

el sonido. Como se ve en el núm. 2, el aparato consiste en un electroimán y armadura D, sujetos sólidamente al cuerpo del tambor. La armadura debe estar todo lo más cerca posible de los polos del electroimán sin tocarlos, aun cuando pase la corriente.

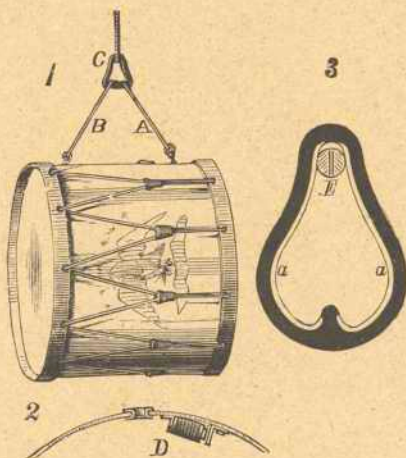


Fig 30 —Tambor mágico.

Una excitación súbita ó una relajación repentina de la excitación del electroimán producirán sonidos por un mecanismo análogo al de los cierres y aperturas en un teléfono.

La ventaja de este aparato es que puede ser tan pequeño y ligero que sea imposible descubrirlo por la más escrupulosa inspección. Si se le coloca inmediato al bordé

del tambor, está fuera de la línea de visión del que mira al interior.

Si se quiere puede emplearse para tocarlo alguno de los artificios usados en los timbres, pero éstos serán descubiertos más fácilmente.

De los dos terminales del electroimán parten dos alambres que van á la parte opuesta del tambor, y van introducidos en dos cuerdas ostensibles de suspensión A, B, que se ven en el núm. 1. Estas son, por supuesto, verdaderos conductores, y terminan en ganchos metálicos, que entran en el anillo C que está enganchado al extremo de la cuerda de suspensión.

Puede verse el anillo con todos sus detalles en el número 3. Es de ebonita ó de otro mal conductor, con dos tiras metálicas en su interior *a, a*, indicadas en el dibujo por dos áreas sin sombrear. La cuerda principal de suspensión contiene también en su interior dos alambres ocultos y aislados entre sí. La cuerda termina en un gancho de dos piezas de metal aisladas entre sí, y cada una de ellas en comunicación con uno de los alambres de la cuerda.

Se comprende que si el tambor está suspendido como se ve, los dos alambres de la cuerda pueden estar en conexión con un circuito eléctrico. Si se manda una corriente por éste, el tambor tocará al mismo tiempo.

La cuerda de suspensión y el gancho únicos, el anillo intermedio y la falta aparente de todo aparato destinado á producir sonido, hacen este aparato más misterioso que los que exhiben ordinariamente los prestidigitadores.

El tambor puede ser entregado al público para que lo examine. En este caso conviene quitar las cuerdas de sus-

pensión A y B, de modo que no se vea más que dos anillos metálicos de suspensión. Si se hace esto conviene que las cuerdas A y B terminen en gancho por sus dos extremos.

El martillo eléctrico.

Este juguete, que cuando es pequeño es sólo una especie de modelo del martillo de vapor, puede hacerse bastante poderoso para prestar algunos servicios. Cuando tiene este último objeto conviene variar un poco su construcción y emplear para el martillo un eje polarizado. La construcción que describiremos es más sencilla.

Como se ve, la figura consta de un solenoide con una larga bobina magnetizadora montada sobre una base adecuada. Debajo del eje del núcleo está el yunque.

Una barra de hierro dulce llena casi la abertura del centro de la bobina; su parte inferior se dilata, formando la cabeza del martillo.

Una pila está en conexión directa con uno de los terminales de la bobina. El otro conductor de la pila va unido á una placa frotadora de ebonita ó de madera dura que está sujeta á la estructura por un solo tornillo, de suerte que puede oscilar hacia arriba ó hacia abajo, según se quiera. La unión del alambre á esta placa se hace por medio de un tornillo introducido y cuya punta va más allá. Esta punta debe ser limada, de modo que enrase exactamente con la superficie de la placa.

El segundo terminal de la bobina debe soldarse á la armadura metálica del aparato en cualquier punto conveniente.

Un balancín oscila al rededor de un punto de la estructura; el mismo eje sirve para él y para la placa de contac-

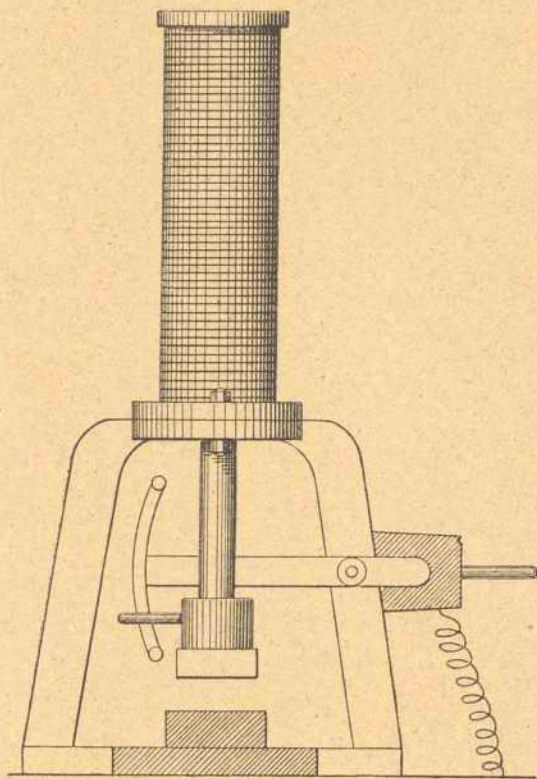


Fig. 31.—Martillo eléctrico. Elevación.

to. Está encorvado de modo que pueda pasar más allá de vástago del martillo, y tiene dos clavijas de desviación

que sobresalen de él. Otra clavija unida á la cabeza del martillo desvía á una de estas clavijas cuando sube y á la otra cuando baja.

Cuando el martillo está unido á la pila, funciona del modo siguiente: La corriente entra por el tornillo de contacto, pasa al balancín y de aquí por las piezas metálicas del aparato á la bobina, y de ésta vuelve á la pila.

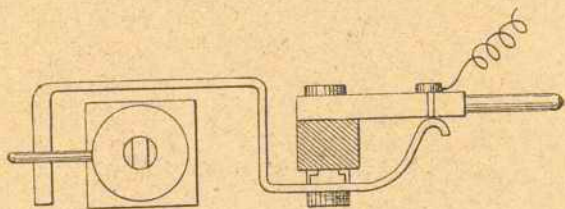


Fig. 32 — Plano de las conexiones del martillo eléctrico.

El solenoide atrae y eleva el martillo. Cuando éste sube, su clavija tropieza con la clavija superior del balancín, y elevándola separa su extremo del tornillo de contacto; el circuito queda abierto y el martillo cae. Cuando está próximo al yunque tropieza con la clavija inferior, y haciéndolo bajar pone su extremo en conexión con el tornillo de contacto, cerrando el circuito y excitando de nuevo el solenoide. El martillo vuelve á subir, y la misma sucesión de movimientos se repite con gran rapidez.

La placa de frotación ó contacto se puede ajustar de modo que pueda subir ó bajar para regular los movimientos del martillo. Como este último cae bajo la sola acción de la gravedad, sus golpes no son muy fuertes.

Insectos eléctricos.

La base de estos interesantes juguetes, que son debidos á Mr. Geo. M. Hopkins, es un electroimán que simula el

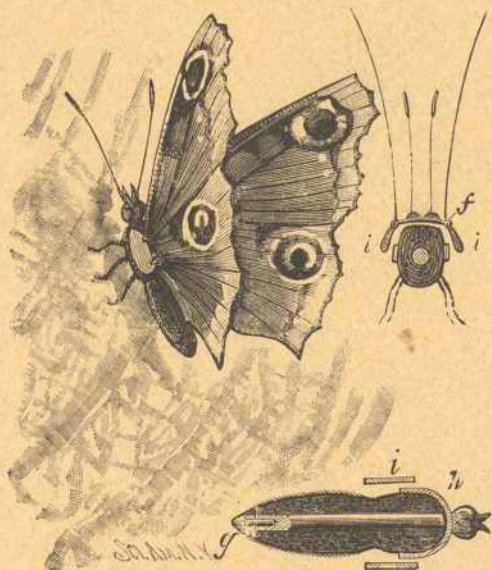


Fig. 33.—Mariposa eléctrica.

cuerpo del insecto. Entre éstos nos ocuparemos primero de la mariposa eléctrica.

La vista de la sección del cuerpo del insecto presenta un núcleo recto de hierro dulce, que termina en una pieza polar encorvada *h* sujeta á la extremidad del tórax del insecto.

to. El dorso de éste es una delgada lámina de hierro sujeta á la parte posterior de la armadura por el tornillo *g*. Sobre esta lámina van montadas dos diminutas armaduras que oscilan al rededor de *f*, que como se ve se extiende por encima de los extremos de la pieza polar *h*. A estas armaduras van adheridas las alas. El modo de hacer éstas es cuestión de gusto artístico.

Las armaduras son tan pesadas con relación á las alas que éstas se mantienen abiertas cuando el insecto está en reposo.

Pero es fácil introducir resortes de bronce ó de plata alemana que mantengan las armaduras separadas de las piezas polares.

Sobre el núcleo se arrolla un alambre de 0,5 milímetro de diámetro aislado con seda, y sus terminales deben representar dos patas del insecto ó pasar por dentro de ellas. El constructor no debe olvidarse de hacer la cabeza con propiedad.

Cuando pasa la corriente por el insecto las alas se depressen y se elevan cuando la corriente ha cesado. El circuito puede ser interrumpido á mano ó por un interruptor automático como el de la figura 34.

Consiste éste en un péndulo cuyo movimiento es mantenido por la electricidad. Cerca del eje de oscilación tiene una armadura. La parte más baja, que debe ser de metal y terminar en una punta de platino, pasa en su movimiento por un glóbulo de mercurio. Cerca de la armadura hay un electroimán. Este circuito, del que forma parte la mariposa ó varias de su género y la pila, acciona el interruptor de la manera siguiente:

Uno de los terminales va al electroimán *k*, y luego pasa

al péndulo; de éste va al glóbulo de mercurio *m*, de donde va al otro terminal que está en contacto con él.

La mariposa y el electroimán del péndulo son excitados simultáneamente y el péndulo es atraído. Si éste empieza á oscilar se acerca al imán, abandonando el glóbulo

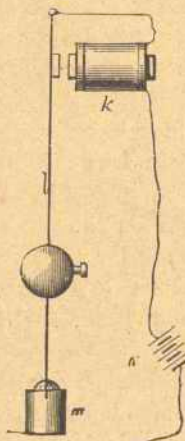


Fig. 34. —Péndulo interruptor.

de mercurio, y el circuito se interrumpe, la mariposa mueve las alas, la atracción cesa, el péndulo retrocede, vuelve á tocar el glóbulo de mercurio que restablece el circuito, la mariposa vuelve á mover las alas y el péndulo es de nuevo atraído.

Esto puede durar todo el tiempo que se quiera. La posición más conveniente del glóbulo para obtener una buena oscilación se debe determinar por experiencia. La po-

sición del centro de gravedad del péndulo puede también ser ajustada para hacer variar la duración de los períodos.



Fig. 35.—Abeja y caballito del diablo eléctricos.

El dragón volador ó caballito del diablo y la abeja son más independientes. Son naturalmente más rápidos en sus movimientos que la mariposa, y están contruidos para mover rápidamente las alas, produciendo un zum-bido.

El núcleo está formado en ángulo recto en la cabeza; la armadura *b*, de hierro dulce, movida por un resorte fijado á la armadura en *c*. La bobina se hace también con alambre de 0,5 milímetro, cubierto de seda. Uno de los terminales está unido al muelle en *c*. De la armadura parte una prolongación que pasa por delante de la cabeza y está encorvada para recibir un tornillo de contacto, que conviene esté guarnecido de platino en el punto de contacto con la pieza *e*, en conexión con un alambre que pasa por dentro ó fuera de una de las patas. El otro terminal de la bobina pasa por otra pata. Estas dos patas están en comunicación con los polos de una pila.

Como se ve todo este aparato es un interruptor automático del circuito, y la armadura estará en vibración mientras pase por él la corriente.

A la armadura se fijan unas alas de mica de forma apropiada y pintadas de modo que aparezcan las venas. La corriente las hace vibrar con rapidez.

Un modo muy bonito de presentar insectos eléctricos es colocarlos sobre las flores artificiales de una maceta, dentro de la cual hay una pila Leclanché.

Uno de los terminales de la pila está en conexión con el insecto. El otro va al fondo de la maceta, donde está casi en contacto con uno de los alambres del insecto. Un glóbulo de mercurio está dispuesto de tal modo que mantiene el circuito abierto si la maceta está sobre una mesa nivelada; pero si se la levanta ó sacude el mercurio se mueve y pone en contacto los dos hilos, cerrando el circuito y haciendo aletear á los insectos como si tuvieran vida.

La lámpara incandescente.

El aficionado no debe tratar de hacer filamentos de carbón para lámparas incandescentes, pues los encontrará en el comercio de todas clases y dimensiones. Una lámpara

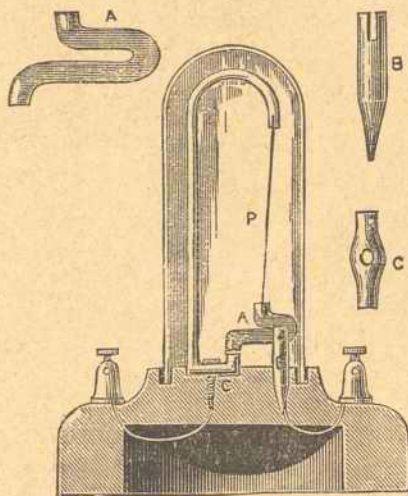


Fig. 36.— Lámpara de platino con regulación automática.

de alambre de platino, sin regulación, se hace con facilidad, y si se le regula bien la corriente es muy buena como juguete, pero de escaso valor práctico. El extremo de un tubo de ensayo puede servir de ampolla, y un pedazo encorvado de alambre de platino muy delgado puede representar el filamento. Los cabos del alambre de platino están soldados á otros de cobre mucho más gruesos que

ellos. Los alambres de cobre atraviesan un tapón de corcho que cierra el tubo.

Los alambres de platino deben tener un diámetro de 0,25 á 0,3 de milímetro, y los de cobre no deben tener menos de 0,5.

La figura 36 representa una lámpara de platino con regulador que podría prestar servicios verdaderos, aunque su rendimiento nunca podrá igualar al de una lámpara con filamento de carbón y un vacío casi perfecto.

Sobre un zócalo hay dos tornillos de empalme, una ampolla y el mecanismo de la lámpara. De uno de los dos tornillos de empalme el alambre pasa á la pieza B, y del otro tornillo de empalme á un tornillo corto C. Este tornillo sujeta contra el zócalo una pieza muy encorvada. Sobre la pieza B oscila una pieza A. El alambre de platino P va de esta última á la pieza encorvada.

Se ve en el grabado que la corriente entra por uno de los tornillos de empalme, pasa por el alambre de platino y sale por el otro tornillo. A medida que el alambre de platino se dilata por el calor la parte izquierda de la pieza A desciende. El ajuste está hecho de modo que antes que el platino pueda entrar en fusión la parte izquierda de A se pone en contacto con C, se produce un circuito corto y el calor del alambre de platino disminuye rápidamente; entonces se contrae, deshace el circuito corto y su calor aumenta. En la práctica estas operaciones se suceden con tal rapidez y en tan pequeño grado que todo aparece como si estuviera completamente estacionario, y no se percibe la menor vibración.

CAPÍTULO VII

Bobinas de inducción.

BOBINA DE FARADAY.—BOBINA DE RUHMKORFF.—BOBINA DE INDUCCIÓN DE RECORDON.—GENERADOR MAGNETOELÉCTRICO.—ARTILLERÍA ELÉCTRICA.—GIMNASIA ELÉCTRICA.—ANOKATO.—EXPERIMENTOS SENCILLOS EN ELECTRICIDAD ESTÁTICA.

Bobina de Faraday.

Puede emplearse una simple bobina de chispas para encender el gas, inflamar una mezcla explosiva y otros usos análogos. Su construcción es más sencilla que la de Ruhmkorff. Es una sola bobina, que representa á un mismo tiempo el primario y el secundario de otros aparatos más complicados.

Para construir una, lo primero que hay que hacer es el núcleo de hierro. Este puede formarse de un mazo de pedazos de alambre de 0,8 milímetro de diámetro poco más ó menos, y de unos 20 centímetros de largo; el mazo debe representar un cilindro de unos dos centímetros de diámetro.

Una preparación muy buena del alambre es ponerlo, después de cortarlo en pedazos, en un fuego de carbón y dejarlo que se enrojezca. Se le pone en el fuego por la tar-

de y se le deja en él toda la noche hasta que esté frío. Esta operación lo recuece y lo cubre de una fina capa de óxido, que como no es conductor de la electricidad rompe la continuidad eléctrica del núcleo.

Sobre éste se arrolla la bobina, que puede hacerse con alambre de 0,8 milímetro, aislado con algodón. El alambre para bobinas que se encuentra en el comercio es muy bueno para este objeto. Se arrollará con este alambre hasta que el diámetro de la bobina sea unas tres veces mayor que el del núcleo. El enrollamiento de la bobina debe cubrir el núcleo lo más completamente posible.

Si se hace pasar una corriente por semejante bobina las espiras que la componen obran unas sobre otras, y cuando la corriente se establece ó se interrumpe producen una elevada diferencia de potencial, de la que resulta la producción de chispas.

Las chispas son más fuertes cuando el circuito se abre ó cierra súbitamente. Como la bobina está generalmente en circuito abierto, y la operación de producir chispas consiste en oprimir y aflojar rápidamente una llave que cierra y abre súbitamente el circuito, se producen cada vez dos chispas ó descargas.

Es regla general que la pila que ha de producir la corriente para la bobina se monte en serie. De este modo se tiene la mayor diferencia de potencial que la pila puede producir, y que será aumentada por la inducción de la bobina.

Hoy día hay tendencia á emplear otras bobinas de inducción para obtener tensiones elevadas; pero si no se quiere más que obtener chispas, la bobina de que tratamos es suficiente.

Esto es tan cierto que en caso de apuro un electroimán, como los que se emplean en los telégrafos acústicos para elevar pesos ó para otros objetos análogos, puede reemplazar á la bobina de chispas. Si una corriente produce fácilmente chispas al ser interrumpida, es prueba de que es de alta tensión ó que hay en el circuito algún electroimán ó cualquier clase de bobina de inducción.

Transformadores y bobina de Ruhmkorff.

Transformador es una bobina de inducción que convierte una corriente en otra de mayor ó menor intensidad. Juntamente con la modificación de la intensidad tiene lugar una modificación inversa de la tensión en aquellas partes que representan los terminales entrantes y salientes de la bobina. Para producir este cambio no se puede emplear una corriente continua, y si se quiere emplear una de éstas es necesario antes hacerla irregular ó variable. La corriente que va al transformador se llama corriente primaria; la que sale, que es la corriente transformada, se llama secundaria; ésta es siempre una corriente interrumpida y del tipo llamado alterno.

Es fácil construir un transformador. Como juguete, y para producir sacudidas y otros usos análogos, puede construirse una pequeña bobina de Ruhmkorff. Pero á medida que aumentan sus dimensiones aumentan las dificultades de construcción. Las grandes bobinas, que producen chispas de 30 á 105 centímetros, exigen el mayor esmero en su fabricación.

Para los aficionados, la bobina de inducción servirá generalmente para aumentar la tensión á expensas de la in-

tensidad. La figura 37 representa las formas de construcción de la bobina de Ruhmkorff, que está destinada á este objeto.

Antes de pasar adelante hay que hacer observar que no se puede decir nada absoluto sobre las dimensiones de la

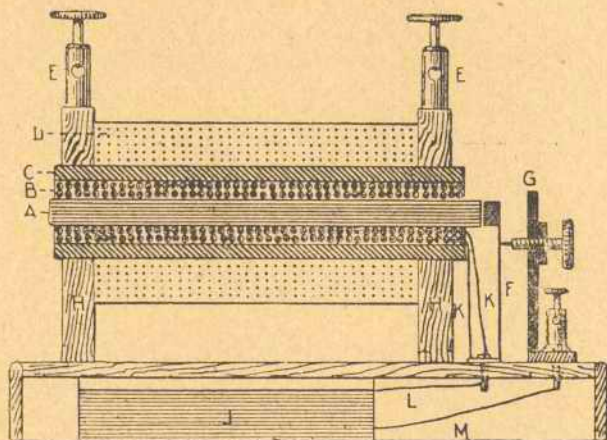


Fig. 37.—Bobina de Ruhmkorff.

bobina ó del alambre que la forma. Esto es materia de cálculos, y depende de la corriente que deba usarse y de la que haya de obtenerse.

La bobina que representa el grabado consiste en un núcleo A, un circuito primario B, una capa aisladora C y una bobina secundaria D. Los alambres de la bobina secundaria deben estar aislados de los de la primaria, y hay que poner el mayor cuidado en aislar entre si las espiras que constituyen ambos circuitos primario y secundario.

El núcleo consiste en un mazo de alambres de hierro dulce como de un milímetro de diámetro. Estos se colocan unos junto á otros formando un cilindro. Es conveniente recocerlos y oxidarlos superficialmente, como se ha dicho al tratar de la bobina de chispas. Después de envolverlos en un papel engomado se arrolla el alambre primario todo lo compacto que sea posible. El alambre debe estar aislado, y si está cubierto de algodón conviene pintar cada capa con una disolución alcohólica de goma laca.

El alambre de un milímetro es bueno para las bobinas ordinarias; dos capas de él son suficientes.

Para cubrir el primario y el núcleo puede usarse un tubo de cartón, como los que se emplean para conservar dibujos ó papeles que no deben plegarse. Este tubo debe ser bien impregnado de parafina, y sobre él se arrolla el secundario.

En éste hay que tomar muchas más precauciones para asegurar el aislamiento de los alambres. El alambre es mucho más fino que el del primario. Si hay que elevar la tensión á un millar de veces la diferencia de potencial primitiva, el alambre del secundario también deberá tener una sección mil veces menor que la del primario y las espiras secundarias serán también mil veces más numerosas que las primarias.

Pero por razones prácticas se construye á menudo el secundario con alambre más grueso del que resulta de la proporción indicada, porque el alambre muy fino es costoso, difícil de trabajar con él y se rompe al menor esfuerzo. Un diámetro de 0,125 es en general suficiente. Puede emplearse alambre desnudo ó cubierto. En todo caso, el número de espiras secundarias debe ser igual al de las prima-

rias, multiplicado por el factor que expresa la razón entre el potencial secundario y el primario.

Supongamos que una bobina esté destinada á producir una tensión mil veces mayor que la diferencia de potencial que hay entre los terminales de la bobina primaria, y que ésta conste de cincuenta espiras; la secundaria debe tener cincuenta mil.

Si se emplea hilo desnudo se arrolla una capa de él sobre el tubo aislador, colocando las espiras todo lo próximas que puedan estar sin tocarse. Sobre esta capa se arrolla una hoja de papel que se barniza con goma laca, y sobre ésta se sigue arrollando la bobina, siguiendo así hasta tener el número de espiras necesario. Como la cantidad de alambre que hay que arrollar es considerable, conviene emplear un torno ó devanadera.

Un buen procedimiento es arrollar por secciones de uno á uno y medio centímetro, arrollando de una sola vez todo el espesor de la sección antes de empezar la siguiente. Para esto se necesita un pedazo de cartón con un agujero del diámetro del tubo aislador, se fija á distancia de uno á uno y medio centímetros del extremo de la bobina y se arrolla en todo su espesor el espacio comprendido entre éste y el cartón; cuando se ha terminado el arrollamiento de la sección se desliza el cartón en una longitud igual á la anterior, y así sucesivamente hasta terminar.

En todo caso se necesita un apoyo temporal en los extremos para mantener el arrollamiento en su debida forma. De vez en cuando hay que hacer pruebas para asegurarse de la continuidad del alambre, que está muy expuesto á romperse. Si ocurriere esto, los dos cabos deben ser empalmados con esmero y es conveniente soldarlos, lo que

puede hacerse con la llama de una lámpara de alcohol. Para probar la continuidad puede emplearse una pequeña brújula como galvanómetro. Si se hace dar al alambre una docena de vueltas al rededor de la aguja, ésta será desviada.

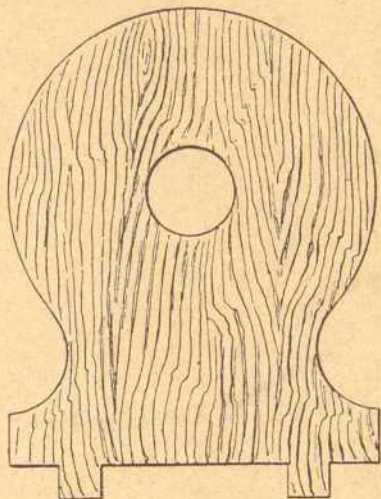


Fig. 38.—Pieza extrema del marco de una bobina de Ruhmkorff.

por una ligera corriente. Debe colocarse la brújula de modo que la aguja esté en el meridiano magnético. Un pedazo de hierro galvanizado y una moneda de cobre sumergidos momentáneamente en ácido sulfúrico diluido bastarán para probar si el galvanómetro tiene bastante sensibilidad. Basta poder observar una ligera desviación en la dirección de la aguja.

Si se emplea alambre aislado, debe ser engomado de vez

en cuando á medida que se va enrollando, y sobre cada capa se arrollará una hoja de papel, lo mismo que en el caso de alambre desnudo.

Terminado el arrollamiento se monta como se ve en la figura 37, manteniendo la bobina entre dos piezas que en la figura 38 aparecen en mayor escala que en la del grabado, que representa la elevación de la bobina.

Los terminales del secundario van á parar á los tornillos de empalme E, E, á los que están soldados. Los terminales del circuito primario K, K, están en conexión con el origen de la corriente, que debe ser muy variable, intermitente ó alterna.

Si se toma con las manos dos pedazos de alambre unidos á los terminales del circuito secundario, al tiempo en que pasa por el primario una corriente, alterna ó intermitente, se sufrirá una serie de sacudidas.

Para este objeto es mejor asir unas empuñaduras tubulares de cobre como de 1,25 centímetro de diámetro, colocadas á los extremos de los alambres, con objeto de aumentar la superficie de contacto. Puede también usarse con ventaja esponjas húmedas en lugar de tubos; pero como esto es desagradable y no necesario, su uso no se ha generalizado.

También pueden obtenerse chispas del secundario acercando los extremos de los dos conductores á una distancia suficientemente corta. Una pequeña bobina de 50 á 80 milímetros de longitud puede producir chispas de 3 milímetros, y algunas de las grandes dan chispas de muchos decímetros, capaces de atravesar una placa de vidrio de 5 ó más centímetros de espesor.

El circuito primario puede romperse á mano. Uno de

los métodos antiguos consistía en poner en conexión un extremo del primario con la pila y el otro con una lima muy tosca. Los dientes de la lima deben tener unos 3 milímetros de separación y ser todo lo largos posible. Se pasa entonces el otro alambre de la pila contra el filo de la

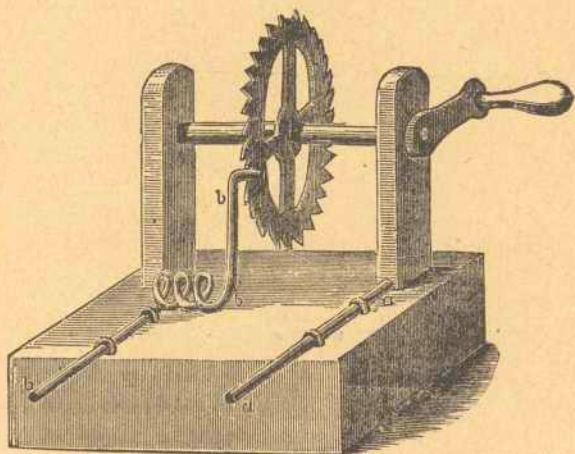


Fig. 39.— Interruptor.

lima, y al saltar de diente en diente produce una serie de cierres y aperturas del circuito.

La figura 39 muestra un método análogo.

Una rueda dentada de reloj ó de otra procedencia está montada sobre un marco metálico en conexión con uno de los polos de la pila. Un alambre elástico se apoya contra la rueda cuando ésta gira; este alambre está unido á uno de los terminales del primario de la bobina; el otro térmi-

nal de ésta está unido directamente con la pila. Cuando la rueda gira abre y cierra el circuito.

Puede hacerse un interruptor automático como el del aparato de la figura 37. En la base del aparato están los dos bornes ó tornillos de empalme de la bobina primaria, uno de cuyos terminales, KK, está unido directamente á uno de éstos; el otro terminal está unido á la base de un resorte vertical F, que en su parte superior tiene un bloque de hierro dulce que obra como armadura. El otro borne, que es el que vemos en el grabado, está en conexión con la columna metálica G, que está atravesada en su parte superior por un tornillo cuyo extremo es de platino. En estado normal, el resorte se apoya contra este tornillo. Es conveniente colocar una pequeña chapa de platino en el punto del resorte que se pone en contacto con el tornillo.

La acción de la pila sobre este aparato es fácil de comprender. Cuando los polos de la pila están unidos á los tornillos de empalme, el resorte F, en contacto con el tornillo G, cierra el circuito y la corriente circula por el primario. El núcleo se magnetiza y atrae á la armadura del resorte; éste se separa del tornillo, rompiendo el circuito. La corriente cesa, el núcleo deja de atraer la armadura, que retrocede y vuelve á apoyarse contra el tornillo, volviendo á cerrar el circuito y restablecer la corriente. Esta acción se repite indefinidamente mientras el aparato esté unido á la pila, y los cierres y aperturas se suceden rápidamente.

Tal como la hemos descrito, la bobina dista mucho de ser perfecta. Al abrirse y cerrarse el circuito se producen violentas chispas, con gran dispendio de energía. Este de-

fecto se puede disminuir por medio de un condensador, cuya construcción vamos á explicar.

Reducido á su mayor sencillez, consiste en dos hojas de estaño separadas entre sí, una de ellas unida al resorte F y la otra á la columna G. La superficie del condensador debe ser muy grande, por lo que conviene hacerlo con muchas hojas de estaño apiladas, formando un bloque

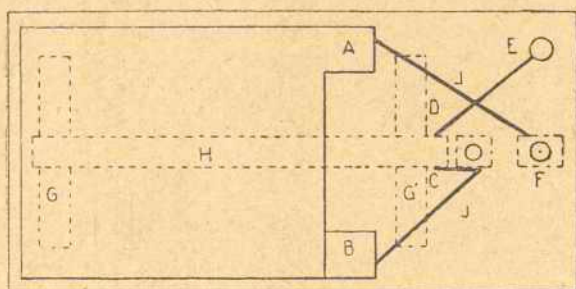


Fig. 40.—Plano del condensador de la bobina de Ruhmkorff.

contenido en la caja que sirve de base á la bobina. Las conexiones y formas de construcción del aparato se pueden ver en la figura 40.

Las hojas de papel de estaño deben tener en uno de sus ángulos una oreja AB, de la forma que se ve en el plano. Entre cada dos hojas de estaño se pone una de papel saturado de parafina. Al apilar las hojas de estaño las orejas deben ser colocadas alternativamente en los ángulos opuestos A ó B. Es evidente que si las orejas están comprimidas ó soldadas las dos series estarán separadas, pero todas las hojas de cada serie estarán en comunicación eléctrica entre sí. Para asegurar el aislamiento de las ho-

jas consecutivas, el papel parafinado debe tener 3 milímetros más de ancho y de largo que las hojas de estaño. Para impregnar de parafina el papel se puede echar encima raspaduras de esta sustancia y aplicarle una plancha metálica caliente ó introducirlo en un horno ó estufa.

En el plano, E representa uno de los tornillos de empalme de uno de los conductores de la pila; H es la bobina primaria. De F parte un alambre que se une en D con uno de los terminales de H. El otro terminal de H, representado por C, está en conexión con el resorte (en la elevación F), cuya base se ve en el plano. El otro borne, que como se recordará está en comunicación con el tornillo de contacto (en la fig. 37, G), está representado por F en el plano. De este tornillo de contacto parte un alambre que lo reúne á una de las series de hojas A, mientras que otro conductor pone en conexión el resorte y la serie B.

Se reconoce la acción del condensador en la reducción de la longitud de las chispas al abrir y cerrar el circuito, y en la prolongación de otra chispa secundaria. El condensador mejora, pues, en alto grado la acción de la bobina y debe ser siempre empleado.

Damos los datos siguientes como ejemplo de una diminuta bobina de inducción: Núcleo, longitud, 10 centímetros; diámetro, 8 milímetros; distancia entre los extremos de la bobina, 76 milímetros. Bobina primaria, 55 gramos de alambre de un milímetro de diámetro. El secundario se arrollará sobre un tubo aislador, dejando 6 milímetros en los extremos sin arrollar, con 55 gramos de alambre de 0,125 milímetro. Condensador, 20 hojas de papel de estaño de 20 centímetros cuadrados cada una.

Un buen procedimiento para hacer el tubo aislador con-

siste en saturar de parafina un pedazo de papel de empaque. Se arrolla sobre una matriz de madera un pedazo de papel de escribir, cuyo extremo se pega. Este debe poderse meter y sacar fácilmente. La matriz debe ser el diámetro del primario. Sobre ésta se arrolla el papel secante, que se aprieta con un hierro caliente, que le da solidez fundiendo la parafina. Su espesor debe ser de 1,25 milímetro.

Puede graduarse la violencia de las sacudidas sacando más ó menos parte del núcleo de la bobina. Si se le quita enteramente, la intensidad de las conmociones queda muy reducida. Asimismo puede dejarse entre el primario y el secundario un hueco donde se pueda introducir un tubo de latón. Si se quita este tubo aumenta la energía de las sacudidas.

Bobina de inducción de Recordon.

Una forma muy buena de bobina de inducción es la representada en la figura 41, que posee cuando menos el mérito de la novedad. Tiene el inconveniente de no admitir un núcleo de alambre.

Su núcleo, que es hueco, está hecho de hierro dulce y recocido, y sus bordes vueltos hacia afuera, de modo que parece un carrete de extremos gruesos.

Está montada como se ve en el grabado, y sus arrollamientos primario y secundario son iguales á los de la bobina de Ruhmkorff. El secundario está en conexión con dos tornillos de empalme, de los cuales se ve uno en N. De los terminales primarios, uno se une con la columna D y el

otro con el tornillo de empalme *b*. Del tornillo ó borne *b* parte un alambre para la columna *C*.

En lo alto de la columna *D* hay atornillado un resorte que tiene adherido un bloque de hierro *A*. La columna *C* tiene un tornillo de contacto con su punta de platino. La

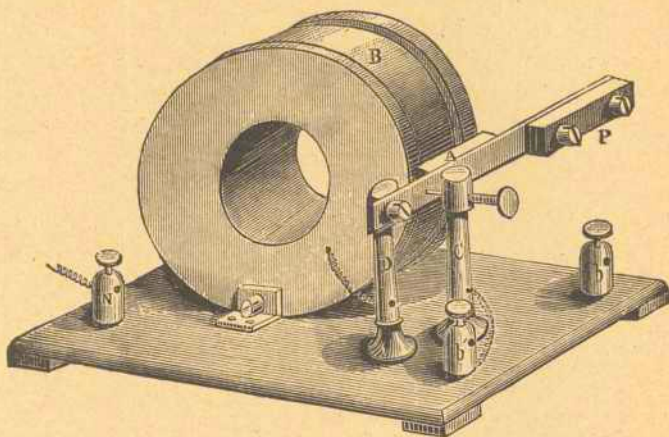


Fig. 41.—Bobina de Recordon.

pieza de hierro *A* obra como armadura del electroimán. La pieza *P* sirve únicamente para regular el período de las vibraciones é impedir una sucesión demasiado rápida de cierres y aperturas. La pila está en conexión con los tornillos de empalme *b* y *b'*.

Cuando pasa la corriente al primario por la columna *C*, el tornillo de contacto, el resorte y la columna *D*, excita la bobina, que se magnetiza. La armadura *A* es atraída y aparta el resorte del contacto con el tornillo. El circuito

queda abierto, el núcleo deja de atraer la armadura, que vuelve á ponerse en contacto con el tornillo, restableciéndose la corriente. Los cierres y aperturas se efectúan, pues, lo mismo que en la bobina de Ruhmkorff.

Aunque el grabado representa á la bobina desprovista de condensador, funcionaría mejor si lo tuviera.

Esta bobina puede ir provista de un regulador. Para esto hay que torneear el núcleo hasta dejarlo muy delgado. Puede también hacerse el núcleo con una delgada lámina de hierro que, doblada en forma de tubo y soldada por sus bordes y por su extremo á los lados gruesos, hacen de prolongaciones polares. Se prepara un mazo de alambres de hierro que se adapte al hueco del tubo para introducirlo ó sacarlo, según se quiera. Cuanto más se introduzca en el tubo más considerables serán los efectos de la bobina.

Las dimensiones del aparato representado en la figura 41 son: diámetro de la bobina, 83 milímetros; grueso de las extremidades de hierro, 5 milímetros; diámetro exterior del núcleo, 40 milímetros; diámetro interior, 36 milímetros; separación entre las extremidades, 53 milímetros; alambre primario, 213 gramos de hilo de un milímetro de diámetro; circuito secundario (en 31 capas), 150 gramos de alambre de 0,2 milímetro de diámetro. En estas dimensiones no hay nada absoluto.

Generador magnetoeléctrico.

La figura 42 representa un generador magnetoeléctrico de forma muy compacta y muy poderoso. Está dispuesto para producir sacudidas alternas y rápidas.

Dos poderosos imanes en forma de herradura están montados como se ve. Entre sus polos opuestos giran dos bobinas al rededor de un eje vertical; estas bobinas son análogas á las que se emplean en los electroimanes en herradura. Las letras N y S puestas en las extremidades del imán denotan sus polos Norte y Sur. Los núcleos de las bobinas están constituidos por mazos de alambre de hierro

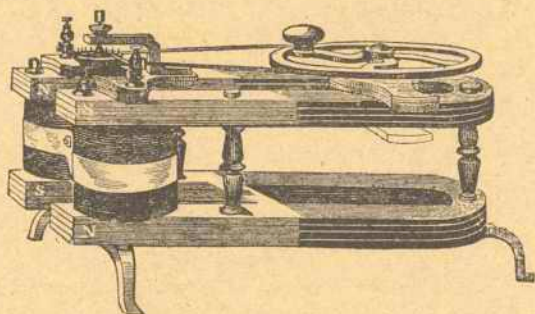


Fig. 42.—Generador magnetoeléctrico.

recocido y oxidado. Cada pedazo de alambre debe ser bastante largo para alcanzar próximamente de una á otra de las caras de los dos imanes.

Como alambre inducido puede emplearse de 0,125 á 0,250 milímetro de diámetro. Las bobinas pueden ser de 5 centímetros de longitud, y se las arrollará alambre hasta que alcancen un diámetro de 2,5 centímetros. Entre cada capa de alambre debe interponerse una hoja de papel parafinado, bien colocado. En vez de este papel puede usarse el papel barnizado con goma laca, y en tal caso

todas las capas deben ser barnizadas con una disolución alcohólica de esta goma. En general hay que observar todas las precauciones recomendadas para la construcción del secundario de una bobina de Ruhmkorff.

Al hacer el arrollamiento hay que tener el mayor cuidado en evitar los dobleces bruscos del alambre. De vez en cuando se debe probar con el galvanómetro para ver si pasa corriente. Si el alambre se rompe, los dos cabos deben ser soldados después de haberlos anudado con limpieza.

El arrollamiento de las dos bobinas debe hacerse en sentido opuesto, una á la derecha y otra á la izquierda, lo mismo que en el caso de un electroimán en forma de herradura.

En el extremo superior del eje hay un collar aislado y una rueda de clavijas metálicas aisladas también. Las bobinas están en conexión entre si, de modo que cada una da una corriente en dirección opuesta. El alambre de conexión va diagonalmente desde la parte anterior de una á la posterior de la otra. Hay, pues, dos terminales libres; uno está soldado al collar y el otro á la rueda de clavijas.

Dos resortes de cobre, bronce ó plata se apoyan uno sobre el collar y el otro sobre las clavijas de la rueda. Hay una transmisión para multiplicar la velocidad, haciendo girar rápidamente las bobinas en el campo magnético creado por los imanes.

Los resortes están fijos á bornes aislados, de los cuales parten alambres ó conductores flexibles; éstos pueden terminar en empuñaduras metálicas.

Si cuando se tienen las empuñaduras asidas con las manos se hace girar rápidamente la rueda, se sentirá una rápida sucesión de sacudidas. Lo mismo ocurrirá si se

aplican las empuñaduras á diferentes regiones del cuerpo. Si se quisiera que todas las sacudidas fueran en una misma dirección, se empleará un conmutador como el que se ha descrito en la página 54 en vez del conmutador de clavijas.

Un generador como éste, si está bien hecho, puede dar fuertes sacudidas. Si las bobinas se hicieran con alambre más grueso, de 0,4 á 0,5 de milímetro, y se le dotara del conmutador á que acabamos de aludir, produciría corriente bastante para calentar un delgado alambre de platino ó descomponer el agua.

Artillería eléctrica.

La chispa eléctrica puede determinar la explosión de la pólvora y de mezclas detonantes de hidrógeno ó gas del alumbrado y de aire. Otro tanto puede hacer un alambre llevado á la incandescencia. La figura 43 nos muestra lo que podríamos llamar mortero eléctrico. Puede ser de metal ó madera. Dos alambres aislados del material del mortero, si éste último es de metal, están como se ve próximos uno á otro dentro de la recámara del mortero, pero sin tocarse.

Este mortero puede cargarse con pólvora, y si se hace pasar por él la chispa producida por la botella de Leyden ó por una bobina de inducción la pólvora hará explosión. Una bomba colocada en la boca, que está vaciada para recibirla, será proyectada á distancia. La chispa puede ser producida por un generador magnetoeléctrico.

No siempre la chispa provoca la detonación; cuando se emplea la botella de Leyden es costumbre introducir en

el circuito un pedazo de cuerda mojada que aumenta la eficacia de la chispa. Esta puede ser también obtenida directamente de la máquina eléctrica.

Es mejor determinar las explosiones por medio de un alambre llevado á la incandescencia por la corriente. Para esto, el mejor método es adaptar al oído un tubo que debe estar fuertemente atornillado á él y por el que pasan dos alambres bien aislados.

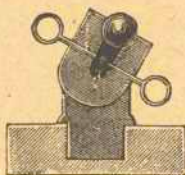


Fig. 43.—Mortero eléctrico.

Los alambres penetran ligeramente en el interior, y sus dos extremos están unidos por un alambre muy fino que puede ser de platino ó de hierro, que debe estar en muy buena conexión eléctrica con los dos. Para asegurar este resultado lo mejor es soldarlos. Los alambres de cobre deben ser de 0,8, poco más ó menos. Lo más sencillo, y en realidad lo mejor, es hacer el obturador de madera dura ó de otro material aislador, é introducir los hilos desnudos en los orificios, que si el obturador es de madera pueden ser abiertos con una lezna. El alambre de conexión debe ser muy fino, y cuanto más corto sea más se calentará. Si se emplea una corriente demasiado fuerte, el alambre podrá fundirse. Lo mejor es probar experimentalmente cuántos pares son necesarios para enrojecerlo.

Todo esto es materia de cálculo, y los que lo deseen pueden prontamente resolver por sí mismos el problema.

Este aparato pudiera llamarse cebo eléctrico. Con él se puede inflamar un poco de pólvora puesta en contacto con él.

La pistola eléctrica ó pistolette de Volta consiste en un cañón de bronce con una culata y con el aparato que acabamos de describir introducido en su recámara. Si se la

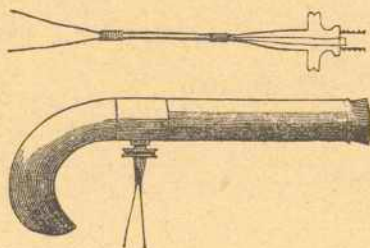


Fig. 44.—Pistolette de Volta.

mantiene boca abajo, á algunos centímetros por encima de un mechero abierto de gas sin encender, se cargará de una mezcla de aire y gas. Se cierra la boca con un corcho, se apunta en dirección conveniente y se hace pasar una corriente por el detonador: la mezcla explota y lanza el tapón á distancia. Para producir una fuerte detonación, la mejor mezcla es de seis partes de aire por una de gas. Esta mezcla puede hacerse en un tubo de ensayo ó en una botella. Se introduce en el tubo ó botella la sexta parte de agua que puede contener, se la invierte sin dejar salir el agua y se la introduce en una cuba, manteniendo la boca de la botella bajo la superficie del líquido; el resto de la

botella ó tubo de ensayo se llena introduciendo gas en ella.

El cañón de la pistola se llena de agua, se la invierte en la cuba y el contenido de la botella se introduce en el cañón. Se la saca manteniéndola boca abajo, se tapa rápidamente el cañón y todo está dispuesto para la explosión.

Para obtener una detonación muy fuerte se puede emplear una mezcla de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno.

Es evidente que en este experimento se pueden introducir muchas variaciones. En lugar de pistola se puede usar una botella. Los alambres pueden atravesar el tapón, que hará simultáneamente las veces de tapón y de detonador. La botella se llena mejor sobre el agua, para asegurar las buenas proporciones de la mezcla. Colocándola vuelta hacia arriba y haciendo pasar la corriente el tapón será lanzado contra el techo.

Del mismo modo se pueden hacer estallar globos de goma elástica. Primero se los llena parcialmente de oxígeno desarrollado bajo presión, y luego se introduce un volumen doble de hidrógeno, sacado directamente del aparato productor. Se prepara un corcho muy pequeño con los alambres que han de producir la inflamación. Así que el globo está lleno, se oprime el cuello con los dedos por encima de la boca y se introduce diestramente el tapón.

Se puede también emplear detonadores como los que se ven en la figura 45. No es necesario hacer más que arrojar un poco de alambre fino al rededor de la mecha, como se ve en la figura *a*, ó atravesarlo con un pedazo de alambre fino, figura *b*.

Cuando se hace pasar por el alambre una corriente suficiente se verifica la explosión.

En los experimentos que se emprendieron durante el año 1891 en la zona árida de los Estados Unidos para pro-

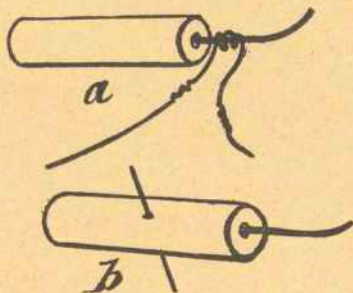


Fig. 45.—Detonadores.

vocar la lluvia se hacían estallar grandes globos llenos de oxígeno y gas inflamable con la esperanza de producir lluvias.

Gimnasia eléctrica.

Ha sido una idea muy feliz la de construir aparatos gimnásticos que al ser usados producen sacudidas eléctricas. El tipo de estos aparatos es del género de los elevadores, en los cuales el gimnasta tira de unas cuerdas con clavijas; dichas cuerdas pasan por poleas y tienen atados pesos. Haciendo variar estos pesos se hace el ejercicio más ó menos violento, y por medio de diferentes movimientos se pueden realizar ejercicios muy variados con aparatos relativamente sencillos.

El objeto de aplicar la electricidad es hacer que estos movimientos produzcan conmociones; esto puede conseguirse de varios modos; uno de ellos es el que hemos dicho al hablar del generador magnetoeléctrico.

Las cuerdas del aparato tienen alambres que van por ellas. Las clavijas son metálicas y están en contacto eléctrico ó comunicación metálica con los alambres. Ya hemos descrito el generador magnetoeléctrico. En los aparatos ordinarios, las poleas están suspendidas á 2 metros del suelo. A esta misma altura debe estar el generador. El eje de la polea se prolonga paralelamente á la pared; el eje del generador es común con éste, que está á 7 ó 10 centímetros de la pared y se halla sostenido por dos robustas palomillas. Las cuerdas de clavijas se hallan suspendidas de dos poleas de anchas y profundas gargantas; una tercera polea tiene arrollada la cuerda de suspensión del peso.

La disposición del aparato es tal que, cuando el peso está arriba, las cuerdas de clavijas están desarrolladas en toda su extensión, y cuando el peso descende desarrolla su cuerda y arrolla las otras dos.

En estos movimientos las bobinas del generador giran más ó menos rápidamente, según el modo de manejar el aparato. Si los alambres de las cuerdas de clavijas están en conexión con los terminales de las bobinas, el que manipule el aparato recibirá una serie de sacudidas más ó menos violentas, según maneje el aparato con más ó menos energía.

Las conexiones no son difíciles de hacer. El método más fácil puede ser el de resortes de contacto apoyados en colectores aislados. Para este objeto se fijan al eje dos colla-

res de madera ó de otro material aislador, uno para cada cuerda de clavijas. Los collares tienen en su periferia un anillo de bronce. Cada uno de los alambres de las cuerdas está soldado ó unido sólidamente al bronce de uno de los collares.

Dos resortes de bronce ó cobre están sujetos á la tabla sobre la que el aparato está montado, el aparato que está aplicado contra la pared. Cada collar tiene su resorte, que se aplica sobre su periferia metálica. Los resortes están en comunicación con los terminales del generador.

Esta disposición hace que los terminales del generador estén en constante comunicación con las clavijas y que la persona que maneje éstas reciba la deseada excitación eléctrica. También se puede evitar el empleo del conmutador y unir directamente los terminales de las bobinas á los alambres de las cuerdas, pero de este modo la sucesión de conmociones será más lenta.

Se podría llegar al mismo resultado por medio de una bobina de inducción. El manejo del aparato establecerá y romperá el circuito primario.

Para esto se puede conservar la construcción general con las cuerdas de clavijas, sus poleas, la cuerda que eleva el peso, los resortes y sus collares. Sobre una tabla sujeta á la pared se monta una bobina de inducción, cuyos terminales secundarios están en comunicación con los dos resortes, y por consiguiente con las cuerdas de clavijas.

El eje, al girar en uno ú otro sentido, mueve un aparato interruptor de un tipo análogo al de la figura 46. Pero como debe funcionar cuando la rueda gire en un sentido ó en otro, el alambre que choca contra los dientes debe estar encorvado en forma que funcione en las dos direc-

ciones de rotación. Los dos muelles se apoyan, el uno contra los dientes de la rueda, el otro contra el marco ó apoyos de la misma, y ponen en conexión la pila y el circuito primario.

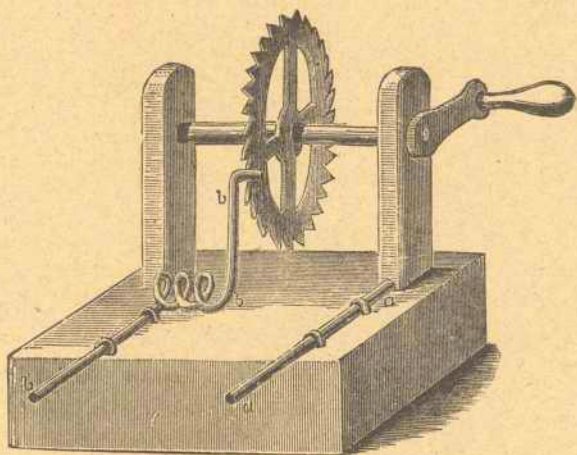


Fig. 46 — Interruptor.

Una disposición preferible es montar sobre el eje un conmutador de superficie pulimentada. Este puede consistir en un cilindro de madera, al que se fijan cierto número de láminas delgadas de bronce paralelas al eje. Estas láminas deben ser bastante delgadas para no sobresalir sensiblemente de la superficie de la madera, ó lo que es mejor, deben estar incrustadas en ella. Cada lámina se halla sujeta al cilindro por dos pequeños tornillos. En un extremo del tambor hay un anillo de bronce, en buena comunicación metálica con todas las láminas.

Un resorte de bronce sujeto á la base del aparato se apoya contra este anillo, mientras otro resorte lo hace sobre un lado del tambor. Un alambre pone en comunicación uno de los resortes con uno de los terminales del circuito primario; el otro resorte comunica con uno de los polos de la pila, cuyo otro polo está reunido directamente con el otro terminal del primario de la bobina.

Es innecesario decir que la bobina no debe tener interruptor automático, y que el gimnasta, al manejar el aparato, abre y cierra el circuito primario. De aquí la inducción de corrientes en el secundario, que por las conexiones de los resortes y los alambres de las cuerdas producen sacudidas al gimnasta.

La bobina debe estar provista de un núcleo movable ó de un tubo de bronce susceptible de ser introducido más ó menos profundamente entre dos circuitos, ó de alguna disposición para aumentar ó disminuir el número de elementos de la pila, con objeto de modificar la intensidad de las sacudidas.

Las conmociones producidas por el generador magnético varían en intensidad y frecuencia; las de la bobina sólo en frecuencia. El inconveniente de la bobina es que requiere el empleo de una pila.

El generador magnético puede asimismo servir para producir la corriente necesaria al primario de la bobina de inducción, y los collares colectores recoger la corriente secundaria. En este caso la corriente alterna producida por el generador tiene la ventaja de inducir corrientes en la bobina sin necesidad de que un interruptor mecánico abra y cierre el circuito.

El primario de la bobina empleada de este modo debe

tener numerosas espiras, de la octava á la cuarta parte de las que tiene el secundario. El alambre del generador y el del primario de la bobina deben ser de un mismo diámetro. Un alambre de 0,5 milímetro conviene para este caso.

Esta disposición aumentará la tensión del circuito y producirá sacudidas tanto más enérgicas cuanto más rápido movimiento se le imprima.

Ano-kato.

Estas palabras, de origen griego, significan «arriba-abajo», aludiendo á los movimientos de los objetos que se ven

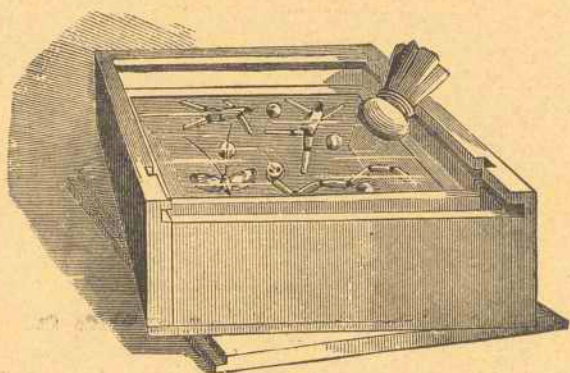


Fig. 47.—Ano-kato.

en el cajón. La figura 47 muestra la forma general de la construcción. Es un cajón de poca profundidad, cuyo interior se halla revestido de una hoja de estaño. En su

interior hay cierto número de objetos, hechos con la médula más ligera que se pueda encontrar.

Puede usarse la médula de saúco, ó lo que es mejor, la de los tallos secos del girasol. Con esta médula se hacen figu-

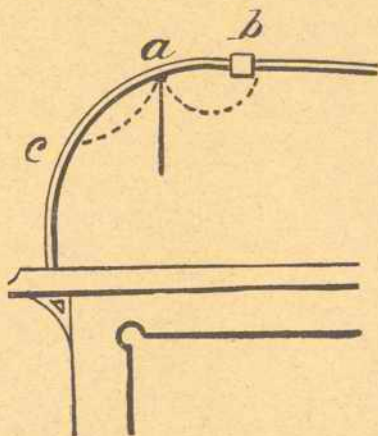


Fig. 48. — Experimentos con la caja de vidrio.

ras de hombres con brazos y piernas articulados, insectos, serpientes articuladas, etc., y se les da color con tinta encarnada y negra.

Se cubre el cajón con un vidrio.

Si se frota el vidrio con una sustancia adecuada se excita eléctricamente y atrae los objetos que hay en el cajón. Cuando éstos se elevan tocan el vidrio, y por este contacto se cargan de la misma electricidad y son rechazados. Al caer en el cajón se ponen en contacto con el papel de estaño, que los descarga. En el caso de una diferencia elevada de

potencial, puede considerarse al estaño en comunicación con la tierra.

Esta operación continúa mientras se frota el vidrio.

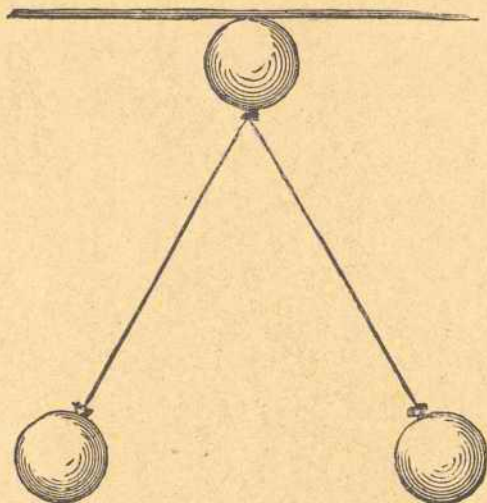


Fig. 49.—Experimentos con globos de goma.

Como frotador puede usarse una almohadilla de pelo cubierta con un guante de cabritilla. Su eficacia se puede aumentar mucho empleando una amalgama como la que se usa en las máquinas eléctricas.

Experimentos sencillos de electricidad estática.

Vamos á ocuparnos de algunos experimentos sencillos de electricidad estática. El primero es una modificación

SLOANE.—LA ELECTRICIDAD PARA TODOS.—8

del ano-kato. Está especialmente indicado para hacerlo en el interior de una caja de vidrio.

Un hilo de seda corto *a*, figura 48, está pegado con un poco de lacre á la parte superior de una caja de vidrio, de modo que cuelgue como se ve en la línea continua. Si se excita



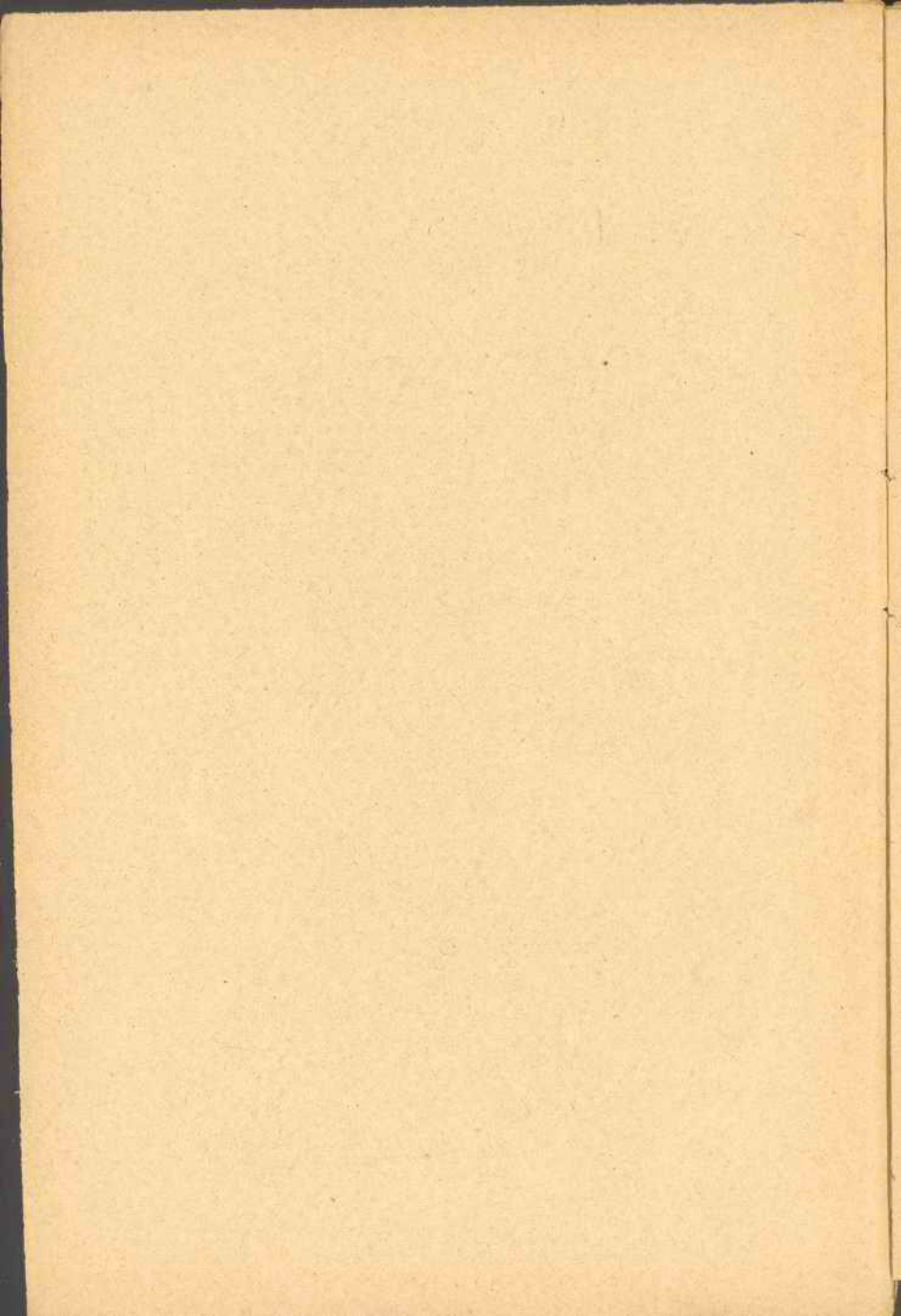
Fig. 50.—Experimentos con hilos de goma elástica.

la parte exterior de la caja frotándola con un pañuelo de seda ú otro objeto propio, como la almohadilla que hemos mencionado, el hilo se agitará y se moverá en las direcciones indicadas por las líneas de puntos *b* y *c*, siguiendo á veces el dedo. No es necesario decir que los movimientos excitados de este modo pueden ser muy curiosos y divertidos.

En la figura 49 se ven tres globos de goma excitados eléctricamente. Si se frota á éstos con alguna fibra ó tejido de origen animal, como un plumero de limpiar polvo, se excitan en alto grado y tienden á separarse unos de otros. Estos globos son vendidos en las calles. Se dice que tres de éstos pueden excitarse de tal modo que uno de ellos se adhiera al techo y los otros tomen las posiciones representadas en el grabado. Estos últimos se repelen por estar igualmente excitados.

Pero de todos los experimentos fáciles uno de los mejores es el que se ve en la figura 50, para el que se necesita un manojo de hilos de goma elástica, que pueden adquirirse en una fábrica donde se trabaje esta sustancia. Conviene que los hilos sean largos; dos ó dos y medio metros no es demasiado.

El manojo, si no es muy largo, se levanta por su extremo con una mano, ó se suspende del techo en caso contrario, y se le frota hacia abajo con un plumero. Todo él se carga de una misma clase de electricidad, y cada hilo repele á sus inmediatos; todo el manojo se separa. Esta separación es muy persistente y puede durar mucho tiempo.



CAPÍTULO VIII

Dinamo de mano.

Una dinamo movida á mano es necesariamente una máquina de muy escasa potencia, pero su construcción es relativamente fácil y constituye una práctica útil, cuyos beneficios se han de sentir, si alguna vez se intenta construir una de mayor potencia.

Para mayor sencillez adoptaremos para esta máquina el inducido en forma de H que es bien conocido, y toda la construcción se compondrá de muy pocas piezas.

Las partes que en la figura 51 están rayadas diagonalmente representan el campo inductor, cuyas dos bobinas están representadas por el rayado vertical. El conjunto se ve mejor en el dibujo. Las dimensiones generales son las siguientes: longitud extrema del campo magnético, 11,5 centímetros; altura incluso los pies, 11,5 centímetros; anchura, 5 centímetros. El grabado está reducido á la cuarta parte del tamaño natural.

En el dibujo se ve una prolongación del núcleo del electroimán, destinada á sostener la rueda motora del aparato. Es evidente que podría evitarse esta prolongación dando á la rueda un punto de apoyo especial.

En los pies del inductor hay practicados agujeros que sirven para atornillar el aparato á una tabla de 30 centímetros de longitud por 15 de anchura, que sirve de base al aparato.

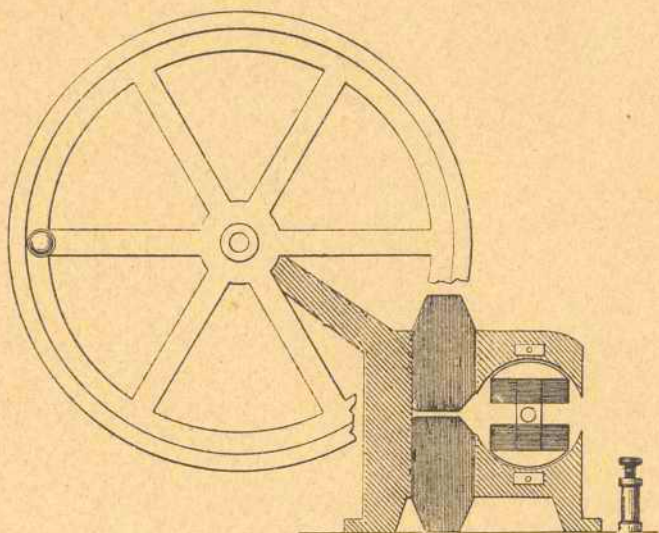


Fig. 51.— Dinamo de mano

El verdadero campo magnético, ó sea el área en que gira el inducido, debe ser en lo posible perfectamente circular. El hierro debe ser de buena calidad y todo lo dulce que sea posible. Una buena fundición llena todos los requisitos.

A veces se cubre de cinta aisladora la superficie interior

de las piezas polares. Las partes de los inductores que deben recibir las bobinas se revisten cuidadosamente de este modo. Todo está ya dispuesto para arrollar el alambre.

Para hacer las bobinas inductoras se emplearán 226 gramos de alambre de 0,4 milímetro, cubierto de seda. El alambre debe ser pesado con exactitud y dividido en dos madejas, una para cada bobina. Puede también arrollarse una de las bobinas con una sola madeja; pesar de tiempo en tiempo el remanente para conocer cuándo se ha gastado la mitad. La otra mitad se arrolla sobre el otro núcleo.

En uno y otro caso se arrolla primero el núcleo de arriba, empezando por el extremo y alejándose del operador, atirantando el alambre todo lo posible. De tiempo en tiempo y á cortos intervalos se prueba el aislamiento con el galvanómetro y una pila. Uno de los terminales de la pila está unido con uno de los cabos del alambre, teniendo intercalado el galvanómetro; el otro terminal de la pila está en conexión con el hierro del inductor. Si se produce alguna desviación en el galvanómetro el aislamiento es defectuoso y hay contacto eléctrico entre el alambre y el núcleo. En tal caso hay que desarrollar el alambre, buscar el defecto y corregirlo.

• Cuando se superponen varias capas de arrollamiento se pone sobre cada una dos capas de cinta aisladora, que sobresalgan 2 centímetros de la superficie de la bobina. Cuando se han arrollado sobre esta cinta dos ó tres capas de alambre se vuelven hacia arriba y adentro los bordes de la cinta para que sean sujetados por el arrollamiento superior. Esto se repite para dar al arrollamiento una buena superficie, y sobre todo para impedir que las espiras

de los extremos puedan deslizarse hacia afuera. Arrollada que esté la bobina, debe allanarse su superficie á golpes de mazo.

La segunda bobina debe arrollarse en sentido contrario á la primera, empezando por el extremo opuesto al operador y avanzando hacia él. Si cada una de las bobinas se ha hecho con una madeja de alambre, dos de los cabos, el último de la primera bobina y el primero de la segunda, deben ser empalmados, anudándolos y soldándolos después. Los otros dos cabos deben quedar libres é ir por agujeros hechos en la tabla que sirve de base á los tornillos terminales, uno de los cuales se ve en la figura.

La sección de la armadura tiene la forma de H, y su eje está sostenido por dos placas atornilladas al núcleo de los inductores. Los puntos á donde están sujetas estas placas están indicados en la figura 51 por dos retángulos blancos, con el agujero de un tornillo en su centro. Las placas pueden ser de bronce ó de otro metal no magnético, y de ningún modo de hierro ni de acero.

La figura 52 representa la armadura vista de perfil. Puede ser de buena fundición, pero es preferible hacerla con piezas cortadas en láminas delgadas de hierro, recocidas y oxidadas, ó bien separadas unas de otras por hojas de papel barnizado con goma laca. En este caso todas las hojas deben ser perforadas con aberturas redondas ó cuadradas y fuertemente atirantadas sobre el eje, al que se adaptan con exactitud. Deben emplearse piezas especiales para asegurar las proyecciones, que se ven con más claridad en la figura 52.

Los filos de la armadura están limados ó redondeados si es necesario, y está arrollada con 226 gramos de alambre

igual al de los inductores. La superficie que ha de soportar el arrollamiento debe ser cubierta de cinta aisladora pegada sobre ella. El arrollamiento se empieza por el extremo inmediato al conmutador, y se interrumpe cuando el eje presenta el aspecto que se ve en la figura 51.

El conmutador que se ve á la derecha del eje es un bloque de madera dura de unos 2 centímetros de diámetro y un centímetro de longitud en sentido del eje. Sobre este ci-

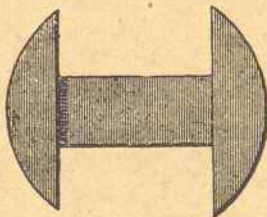


Fig. 52.—La armadura vista de perfil.

lindro se ajusta un tubo de bronce de igual longitud, que se fija por medio de tornillos cortos que no lleguen hasta el eje. Después de atornillado se divide oblicuamente con dos cortes estrechos y profundos que hagan de él dos mitades separadas. En la figura 53 se ve uno de estos cortes.

Los dos terminales del inducido deben ser soldados á las dos piezas del conmutador.

En la extremidad del eje de la armadura se monta una polea motora de 2 y medio centímetros de diámetro.

Todas estas piezas deben estar rigidamente sujetas.

El eje de la armadura tiene 57 milímetros de longitud, 8 milímetros de diámetro y los extremos son de 4,8 milímetros. El inducido debe girar entre las extremidades po-

lares, dejando un espacio libre de 1,5 milímetro. Todas estas partes deben estar centradas con la mayor exactitud.

Es conveniente hacer un surco fino en el centro de los sectores cilíndricos de la armadura y atar algunas vueltas de alambre al rededor del inducido y del surco, para evitar que la fuerza centrífuga descomponga el inducido.

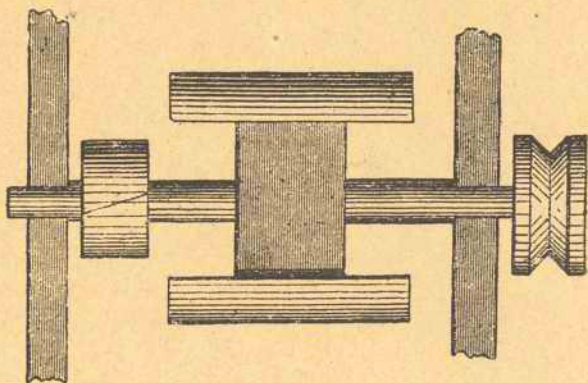


Fig. 53. — Aspecto exterior de la armadura, conmutador y polea motora.

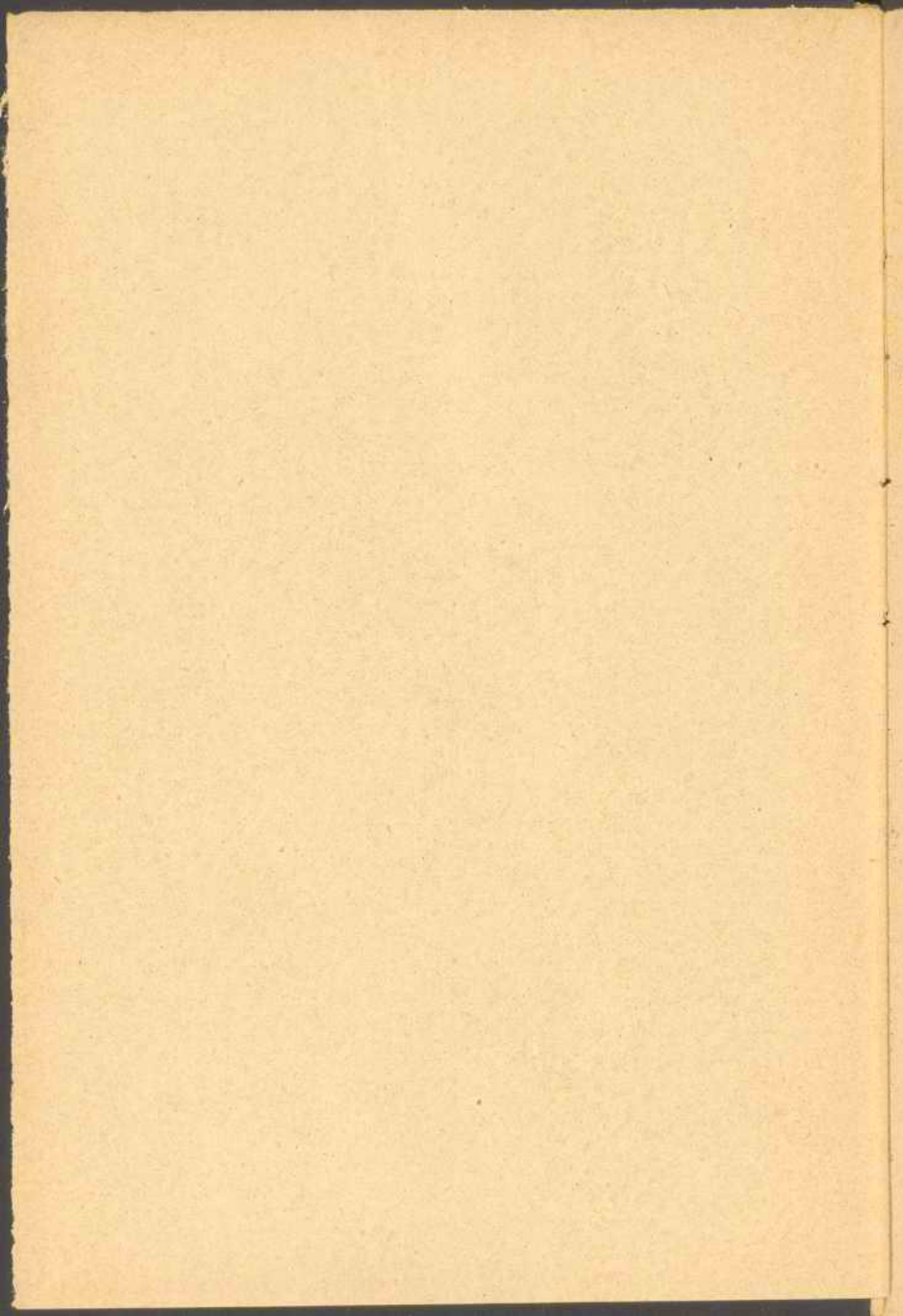
Dos resortes ó escobillas de cobre templado se hallan sujetas á la tabla de la base y se apoyan sobre las dos placas del conmutador. Cada una de las escobillas está unida por medio de un alambre á los terminales de la máquina, que están también en comunicación con los extremos del inductor. Esta dinamo está excitada en derivación. Si la máquina ha de ser excitada en serie, uno de los extremos del inductor está en conexión con uno de los terminales y

el otro con una de las escobillas. La otra escobilla está en conexión con el segundo terminal.

El volante motor es de unos 30 centímetros de diámetro, y lo mismo que la polea de transmisión tiene una garganta destinada á recibir la correa de una máquina de coser.

La posición más conveniente del conmutador debe buscarse por tanteos, haciéndolo girar hacia adelante y hacia atrás hasta que se obtengan los mejores resultados.

Esta dinamo, si está bien construida, puede, á razón de dos vueltas y media del volante por segundo, ó 1.500 á 1.600 de la armadura, dar unos 10 volts de diferencia de potencial y un ampere de corriente. Con dos ó tres pares de bicromato se la puede hacer funcionar como motor, para lo que se le quitará la correa de transmisión.



CAPÍTULO IX

Fórmulas y recetas diversas.

Disolución de Kookogey para la pila.—Bicromato de potasio, 227 partes; agua hirviendo, 1.134 partes; mientras el agua hierve, añádase con lentitud y precaución ácido sulfúrico concentrado, 1.588 partes; déjese enfriar y reposar el precipitado; decántese. Todas las partes son ponderales.

Líquido excitador.—Mézclese 1 litro de ácido sulfúrico concentrado con 3 de agua. En un vaso separado disuélvase 720 gramos de bicromato de potasio en 2 litros de agua hirviendo. Mézclense las dos soluciones y úsense cuando se hayan enfriado por completo.

Disolución para amalgamar el zinc.—Disuélvase una parte de mercurio en una mezcla de dos partes de ácido nítrico y cuatro de ácido clorhídrico. Después de la disolución añádase seis partes más de ácido clorhídrico. Unos cuantos minutos bastan para amalgamar las zincs ordinarios. Se los lava con agua clara y se los frota. La amalgamación del zinc, frotándolo con mercurio metálico y ácido sulfúrico diluido, es más sencilla.

Pila de alto potencial.—Elemento positivo: amalgama de sodio en una disolución de sosa cáustica.

Elemento negativo: placa de carbón en cloruro de iodo.

Dícese que la fuerza electromotriz de esta pila es de unos 4 volts (véase el *Electric World*, vol. 6, núm. 16).

Pila de cloruro férrico.—Es una pila análoga á la de Bunsen, cuyo despolarizador es el cloruro férrico. Cuando se ha polarizado por la reducción del cloruro férrico á cloruro ferroso va recuperando su energía, pues el aire oxida la sal ferrosa. Como esta acción es lenta se añadía bromo al líquido despolarizador, lo que producía un olor desagradable. Otra mejora consiste en añadir un poco de clorato de potasio y de ácido clorhídrico, que producen poco olor y dan muy buen resultado. Esta última combinación es descrita por Tomás Moore en el *Chemical News*, de Londres.

Pila de permanganato de potasio.—Se puede tener una buena pila de acción intermitente usando una disolución de permanganato de potasio y de cloruro amónico como líquido excitador, y como elementos el zinc amalgamado y el carbón. Las pilas Leclanché agotadas pueden regenerar añadiendo al vaso poroso una disolución caliente y concentrada de permanganato de potasio.

Pila seca.—Una buena mezcla para pilas secas es: yeso, cuatro partes; óxido de zinc, una; disolución saturada de cloruro de zinc, cantidad suficiente para formar una pasta espesa. Para la pila de Gassner se usa la siguiente mezcla: sal amoníaco, una parte; yeso, tres; cloruro de zinc, una; agua, dos. Todas estas son partes de peso. El zinc puede emplearse como elemento negativo y como recipiente á un mismo tiempo. Un cilindro de carbón es el elemento positivo.

Pila de Smee.—La placa negativa de esta pila es de

zinc amalgamado y la positiva de plata platinada. Es de un solo líquido, compuesto de una disolución de 10 por 100 de ácido sulfúrico en agua. Para platinar la placa positiva se disuelve un poco de bicloruro de platino y ácido clorhídrico en agua, y se descompone en la pila usando una lámina de platino como anodo y una de plata como catodo. Se deposita de este modo sobre la plata una ligera capa de platino que facilita el desprendimiento del hidrógeno.

Carbón platinado para la pila de Smee (Walker).—Las placas de carbón son primero purificadas, sumergiéndolas durante algunos días en una disolución de ácido sulfúrico diluido en tres ó cuatro veces su volumen de agua. Se sujeta á una de estas placas un alambre de cobre estañado por medio de remaches también de cobre estañado. Se platinan el carbón por electrolisis, empleando la placa de carbón como catodo y como anodo una lámina de platino ó una placa de carbón. La disolución se prepara como sigue: se toma ácido sulfúrico diluido en diez volúmenes de agua, y se añaden cristales de cloruro platínico hasta que la disolución tome un bello color amarillo de paja. Cuando la corriente ha pasado durante veinte minutos la placa está terminada.

Puede probársela usándola como catodo; en la electrolisis del agua debe dejar escapar el hidrógeno, sin que éste se adhiera á la placa en forma de burbujas.

Vasos porosos.—Filtración mínima de agua destilada á 14° C., 15 por 100 en veinticuatro horas.

Ebonita.—Para conservar la ebonita en buen estado, debe lavarse de vez en cuando con una disolución de amoníaco en el agua.

Agua no corrosiva para soldar.—Tómense las siguientes partes ponderales: agua, 8; glicerina, 1; ácido láctico, 1.

Soldadura para baja temperatura.—Para servir en donde no debe usarse una temperatura elevada. Cobre finamente dividido (obtenido por precipitación del sulfato de cobre por el zinc), de 30 á 36 partes, según la dureza que se desee obtener. Se mezcla el cobre con ácido sulfúrico en un mortero de porcelana y se añaden 70 partes de mercurio. Cuando la amalgama está completamente formada se lava con agua caliente hasta que desaparezcan todos los indicios de ácido. Entonces se deja enfriar.

Para emplear esta composición se la calienta hasta que adquiera la blandura de la cera, de modo que se puedan untar bien las superficies que hay que reunir. Una vez enfriada esta soldadura es muy adherente.

Purificación del mercurio que ha servido para amalgamar zinc.—Si no se tiene á mano uno de los nuevos aparatos para destilarlo á baja presión, colóquese el mercurio en una vasija profunda con mucho ácido sulfúrico diluido y un pedazo de carbón (un fragmento de carbón de lámpara de arco es muy á propósito); póngase encima del carbón un peso ó sujétesele de modo que penetre bien en el mercurio para estar en buen contacto con él. De este modo se crea un par local que hace disolver todas las impurezas locales. No se debe prolongar su acción tanto que una parte del mercurio sea disuelta en forma de sulfato.

Plombagina dorada (Tabauret).—Para formar una superficie conductora para los moldes electrotípicos. Se disuelven 10 gramos de cloruro de oro en un litro de éter sulfúrico; se añade á la disolución de 500 á 600 gramos de plombagina finamente pulverizada, y se vierte el todo

en una fuente ancha que se expone al aire y á la luz. Cuando el éter se está evaporando se agita y revuelve la plumbagina con una espátula de cristal. Se termina la evaporación á un calor moderado, y la plumbagina puede usarse.

Soldadura de alambres (Culley).—Para soldar alambres de hierro disuélvase cloruro de zinc (ó zinc disuelto en ácido clorhídrico) y añádase un poco de ácido clorhídrico. La lluvia no tarda en arrastrar el exceso de cloruro de zinc. Para soldar alambres de hierro con otros de cobre debe lavarse la soldadura para quitar el exceso de cloruro de zinc, y pintar después la soldadura ó cubrirla con resina, ó mejor soldar con resina.

Los alambres que no estén recocidos deben ser soldados á la temperatura más baja que sea posible.

No debe emplearse la disolución de sulfato de zinc ni el ácido clorhídrico más que en las líneas al aire libre. Toda soldadura de alambres cubiertos de capa aisladora, esté la soldadura bajo tierra ó al aire libre, y si está en el interior de las casas aunque sea de alambres desnudos, debe ser hecha con resina. En un taller de instrumentos ó en una fábrica de dinamos no debe permitirse que haya ácido clorhídrico puro ni cloruro de zinc. Los operarios los usarán si no se les vigila. Puede á menudo descubrirse su presencia colocando debajo de la soldadura recién hecha un frasco destapado de amoníaco. Si la soldadura queda rodeada de una nube, se ha empleado el ácido en una forma cualquiera.

Barniz rojo.—Para madera, electroimanes, galvanómetros, etc. Disuélvase lacre en alcohol á 90°. Cuando esté frío, aplíquese con un pincel en cuatro ó cinco capas hasta

obtener el espesor deseado. Es preferible emplearlo en varias capas que hacer un barniz espeso.

Modo de cubrir los alambres exteriores de los grandes electroimanes.—Los grandes electroimanes tienen generalmente sus bobinas de alambre de cobre cubierto con una doble capa de algodón. La última capa de alambre debe ser muy dura, para lo que se la cubre con un barniz espeso de goma laca aplicado en frío. Se tuesta ligeramente con un brasero de carbón vegetal. De este modo se forma una capa sumamente dura, que se lima suavemente, se pulimenta con cáñamo y piedra pómez en polvo fino y finalmente se barniza.

Cemento para las bobinas de inducción.—Sus proporciones varían mucho, pero generalmente se aproximan á la siguiente fórmula:

Resina.....	2 partes.
Cera.....	1 —

Para los países cálidos debe aumentarse ligeramente la proporción de resina.

Aislamiento de alambres para telegrafía y telefonía (C. Wiedemann).—Prepárese una disolución de plumbato de potasio, disolviendo 10 gramos de litargirio en un litro de agua, en la que se ha disuelto 200 gramos de potasa cáustica; hágase hervir durante media hora, déjese enfriar y decántese. El líquido puede ya usarse. El alambre que se va á aislar se une al polo negativo de la pila ó de una dinamo para galvanoplastia y una lámina pequeña de platino al polo negativo, y se los introduce en una cuba de galvanoplastia con la disolución indicada. El peróxido de

plomo se deposita sobre el alambre, pasando por todos los colores del espectro. El aislamiento es completo cuando el alambre ha llegado al color final, que es pardo-negro. Este aislamiento es muy bueno, y puede utilizarse en los galvanómetros y otros aparatos.

Composición Chatterton.—Sirve para pegar unas á otras las capas de gutapercha de los cables submarinos; es un aislador excelente y de poca capacidad inductiva.

Alquitrán de Estokolmo.	1 parte.
Resina.	1 —
Gutapercha.	3 —

Sirve también para llenar los intersticios de los cables inmediatos á las costas. Su densidad es casi la misma que la de la gutapercha, pero tiene menor capacidad inductiva.

Empalmes cubiertos de gutapercha (Culley).—Exigen gran pulcritud. Levántese la gutapercha en unos 4 centímetros y límpiese el alambre con papel de esmeril; anúdense los dos alambres en una extensión de 2 centímetros; límense los extremos, de modo que no queden puntas salientes. Se hace la soldadura con resina y una buena aleación que contenga bastante estaño. Se raspa entonces la gutapercha y se la vuelve para atrás en una extensión de unos 5 centímetros. Se cubre la soldadura con composición Chatterton, y se calienta y amasa la gutapercha de los dos lados hasta que los dos extremos se unan. Se acaba de unir con un hierro caliente, con el que se suaviza la superficie, teniendo cuidado de no quemarla; se la cubre entonces con otra capa de Chatterton. Se toma entonces una hoja de gutapercha, que se calienta en una lámpara de alcohol y se la estira con cuidado para disminuir su espe-

sor. Cuando la gutapercha y el Chatterton están todavía calientes se aplica la hoja sobre el empalme, trabajando con el pulgar y el índice para unirlos. Se recorta la hoja con unas tijeras, se amasan los bordes y se los alisa con un hierro caliente. Cuando el empalme se haya enfriado se aplica otra capa de Chatterton, que se cubrirá con otra hoja más ancha y larga de gutapercha. El todo va cubierto de una última capa de composición Chatterton, que se extiende con un hierro caliente, y cuando esté fría se alisa con la mano, que debe cuidarse que esté mojada. Es indispensable obtener una unión íntima entre la gutapercha nueva y la que cubre el alambre. Se obtiene un empalme mucho más limpio introduciendo los dos alambres en un manguito de hierro estañado, y se fijan aplastando el tubo sobre los alambres y soldando después; de este modo no quedan puntas salientes en los extremos del empalme.

Cemento usado por Gastón Planté en sus pilas secundarias.—Se extiende caliente sobre los tapones y las placas de conexión de los acumuladores, para impedir que los ácidos se eleven por capilaridad.

Cemento de torneros.. . . .	1,000,0 partes.
Sebo ó cera amarilla.. . . .	100,0 —
Alabastro pulverizado	250,0 —
Humo de pez (para darle color negro).	2,5 —

Modo de hacer impermeables las cubas de madera para las pilas (Sprague).—Cuando la madera esté caliente y completamente seca, se extiende por su interior una mezcla caliente de cuatro partes de resina, una de gutapercha y una pequeña cantidad de aceite hervido.

Hay que observar que el empleo del aceite hervido mejora todas las composiciones usadas con este objeto que

contengan pez, visco marino ú otros sólidos viscosos, tendiendo á impedir su licnación.

Cubas impermeables para galvanoplastia (Berthoud).—Una cuba de roble bien hecha puede durar de doce á quince años si se reviste su interior con la composición siguiente:

Pez de Borgoña.....	1.500 partes.
Gutapercha vieja en pedazos pequeños..	250 —
Piedra pómez en polvo fino.....	750 —

Fúndase la gutapercha y mézclesela muy bien con la piedra pómez, y se incorpora después la pez de Borgoña. Impréguese el interior de la cuba con la mezcla caliente; extiéndase en varias capas. Se quitan rugosidades y las soluciones de continuidad pasando por encima una plancha ó un hierro de soldar caliente. El calor del hierro hace que la mezcla penetre los poros y aumenta su adherencia. La cuba así preparada resiste los baños de sulfato de cobre, pero no los de cianuro.

Cemento para unir el vidrio con el bronce.—Para empostrar los tubos de vidrio á extremos de bronce y otros usos análogos se hace la siguiente mezcla: se funden cinco partes de resina con una de cera amarilla, y se introduce en esta mezcla caliente una parte de rojo de Venecia. Para aplicar esta mezcla se calientan las dos superficies lo suficiente para fundir la mezcla, pero no deben estar demasiado calientes.

Cemento eléctrico.—La siguiente fórmula, de Singer, tiene aplicaciones análogas á la anterior: trementina, cinco partes; cera y almagra, una parte de cada cosa; yeso, una cuarta parte. Otra fórmula más barata es: trementina, catorce partes; almagra, dos; yeso, una.

Composición para las almohadillas del ano-kato y de las máquinas eléctricas de fricción.—Canton recomienda una amalgama de zinc y estaño. Kienmayer da la fórmula siguiente: fúndanse partes iguales de zinc y estaño, y añádase por cada parte de aleación dos de mercurio. Si la placa ó cilindro frotados son de vulcanita, la amalgama debe ser menos dura que para placas de vidrio. En Francia se usa generalmente el *oro musivo*, bisulfuro de estaño. La amalgama debe ser pulverizada finamente y aplicada con un poco de grasa dura.

Disolución para papel para telégrafos químicos.—Una parte de disolución saturada de ferrocianuro de potasio, una parte de disolución saturada de nitrato de amoníaco y dos partes de agua.

ÍNDICE ANALÍTICO

	PÁGINAS
PRÓLOGO.....	1

CAPÍTULO PRIMERO

PILAS

Pilas primarias en general.—Pilas con carbones de lámparas de arco.—Pila de latas de conservas.—Materiales para los elementos de las pilas.	5
--	---

CAPÍTULO II

IMANES PERMANENTES

Modo de imantar las barras de acero.—Armaduras rotatorias.—El ataúd de Mahoma.—Los Jack-straws magnéticos.—El trompo magnético.—El péndulo magnético.—Las agujas flotantes de Mayer.—Los peces, cisnes, botes, etc., magnéticos.	19
---	----

CAPÍTULO III

ELECTROIMANES

Construcción de los electroimanes.—Bobinas magnetizadoras.—El círculo mágico.—Los hemisferios magnéticos.	33
--	----

CAPÍTULO IV

ELECTROMOTORES

Motor de péndulo.—Magnetomotor Recordon.—Motor multipolar.—Armadura rotatoria de Page.—Locomotora eléctrica.	43
--	----

CAPÍTULO V

CAMPANAS Y TIMBRES ELÉCTRICOS

Aparato para tocar las campanas.—Timbres ó campanillas.—Protector de cajas de caudales.	61
---	----

CAPÍTULO VI

JUGUETES DIVERSOS

El bailarín eléctrico.—El tambor mágico.—El martillo eléctrico.—Insectos eléctricos.—La lámpara incandescente.	69
--	----

CAPÍTULO VII

BOBINAS DE INDUCCIÓN

Bobina de Faraday.—Bobina de Ruhmkorff.—Bobina de inducción de Recordon.—Generador magnetoeléctrico.—Artillería eléctrica.—Gimnasia eléctrica.—Año-kato.—Experimentos sencillos en electricidad estática. . .	85
---	----

CAPÍTULO VIII

DINAMO DE MANO.	117
-------------------------	-----

CAPÍTULO IX

FÓRMULAS Y RECETAS DIVERSAS.	125
--------------------------------------	-----

ÍNDICE ALFABÉTICO

	PÁGINAS
Abeja eléctrica.	81
Agujas flotantes de Mayer.	30
Alambre de platino para la lámpara incandescente.	84
Ano-kato.	111
Aparato para tocar las campanas.	61
Armadura giratoria de Page.	52
Armaduras rotatorias.	24
Artillería eléctrica.	102
Ataúd de Mahoma.	25
Ataúd de Mahoma por medio de un solenoide.	35
Avisador contra los robos.	65
Bailarín eléctrico.	69
Bailarín eléctrico (Pila necesaria para el).	72
Bicromato (Pilas de).	7
Bicromato potásico; modo de disolverlo.	8
Bobina de chispas.	85
Bobina de Faraday.	85
Bobina de inducción de Recordon.	97
Bobina de Ruhmkorff.	87
Bobina de Ruhmkorff (Condensador de la).	95
Bobina de Ruhmkorff (Interruptor automático de la).	94
Bobinas de inducción.	85, 99
Bobinas magnetizadoras.	36
Botes magnéticos.	31

Botón llamador ó llave para timbres..	63
Caballito del diablo..	81
Campanas y timbres eléctricos..	61, 68
Campanillas..	63
Carbones de lámpara; cómo se impregnan de parafina. .	12
Círculo mágico..	38
Cisnes magnéticos..	31
Cómo se magnetizan las barras de acero..	19
Conmutador de la armadura giratoria de Page.. . . .	52, 54
Construcción de los electroimanes..	33
Detonadores..	105
Dinamo de mano..	117
Disolución de ácido sulfúrico para pilas..	8
Disolución de sosa cáustica para pilas..	16
Disolución Trouvé..	8
Electroimán de Joule..	34
Electroimanes..	33, 41
Electromotores..	43, 59
Fórmulas y recetas diversas..	125
Foucault (Experimento de)..	28
Fragmentos de hierro para las pilas..	16
Generador magnetoeléctrico..	99
Gimnasia eléctrica..	106
Globos de goma (Experimento con los)..	115
Goma copal para las bobinas..	38
Hemisferios magnéticos..	39
Hilos de goma elástica (Experimento con)..	115
Hopkins (Insectos eléctricos de)..	78
Hopkins (Tambor mágico de)..	72
Imanes; inconvenientes de golpearlos ó limarlos.. . . .	23
Imanes; su conservación..	23
Imanes permanentes..	19, 32
Imantación; método de Elias..	23
Imantación por el método de Jacobi..	22

Imantación por medio de una dinamo..	21
Imantación por un electroimán.	21
Insectos eléctricos..	78
Interruptor de péndulo para la mariposa eléctrica.. . . .	79
Interruptor de rueda.	93
Jack-straws magnético.	26
Joule (Electroimán de).	34
Juguetes diversos..	69
Lámpara incandescente..	83
Leclanché (Pila de)..	7
Líneas de fuerza seguidas por una aguja polarizada.. . . .	26
Locomotora eléctrica.	55
Locomotora eléctrica; conmutador para invertir la marcha.	56
Mariposa eléctrica..	78
Martillo eléctrico.	75
Materiales para los vasos de las pilas..	17
Mortero eléctrico.	102
Motor de péndulo.	43
Motor multipolar.	48
Motor de Recordon..	45
Núcleos de las bobinas; modo de hacerlos..	85
Oxido de cobre.	16
Page (Armadura giratoria de)..	52
Peces magnéticos..	31
Péndulo magnético.	28
Pila de cloruro de plata..	9
Pila de gravedad.	6
Pila de Lalande y Chaperón..	17
Pila de Leclanché..	7
Pila en miniatura de carbones de lámpara.	9
Pilas..	5, 17
Pilas con carbones de lámparas..	11
Pilas de artesas de madera.	17

Pilas de bicromato..	7
Pilas de latas de conservas.	15
Pilas de sal amoniaco.	9
Pilas de sulfato de cobre.	5
Pilas de torno.	8
Pilas primarias en general.	5
Pistoleta de Volta.	104
Prólogo.	1
Protector de cajas de caudales	65
Recetas y fórmulas diversas.	125
Solenoides.	35
Solenoides del martillo eléctrico.	77
Tambor mágico.	72
Timbres.	63
Transformador.	87
Trompo magnético.	27
Trouvé (Disolución).	8
Zinc; modo de amalgamarlo.	11

ÍNDICE DE LAS FIGURAS

	PÁGINAS
1. Modo de formar placas positivas con carbones de lámparas.	12
2. Pilas de carbones de lámparas.	14
3. Pila de latas de conservas.	16
4. Magnetización de una barra de acero.	20
5. Imantación de un imán de herradura.	21
6. Armadura rotatoria.	24
7. Repulsión de las armaduras rotatorias.	24
8. Ataúd de Mahoma.	25
9. Jack-straws magnético.	26
10. Trompo magnético.	27
11. Péndulo magnético.	29
12. Agujas magnéticas de Mayer.	31
13. Electroimán de Joule.	34
14. Bobina magnetizadora.	37
15. Círculo mágico.	38
16. Hemisferios magnéticos.	40
17. Motor de péndulo.	44
18. Motor magnético de Recordon.	46
19. Motor multipolar.	49
20. Conmutador de un motor multipolar.	51
21. Armadura giratoria de Page.	53
22. Conmutador de dos secciones.	54
23. Locomotora eléctrica.	56

24. Conexiones de los railes y la locomotora eléctrica. .	58
25. Aparato para tocar las campanas.	62
26. Timbre eléctrico.	64
27. Protector de cajas de caudales.	66
28. El bailarín eléctrico. Elevación.	70
29. El bailarín eléctrico. Plano.	71
30. Tambor mágico.	73
31. Martillo eléctrico. Elevación.	76
32. Plano de las conexiones del martillo eléctrico. . . .	77
33. Mariposa eléctrica.	78
34. Péndulo interruptor.	80
35. Abeja y caballito del diablo eléctricos.	81
36. Lámpara de platino con regulación automática. . . .	83
37. Bobina de Ruhmkorff.	88
38. Pieza extrema del marco de una bobina de Ruhmkorff.	91
39. Interruptor.	93
40. Plano del condensador de la bobina de Ruhmkorff. .	95
41. Bobina de Recordon.	98
42. Generador magnetoeléctrico.	100
43. Mortero eléctrico.	103
44. Pistoleta de Volta.	104
45. Detonadores.	106
46. Interruptor.	109
47. Ano-kato.	111
48. Experimentos con la caja de vidrio.	112
49. Experimentos con globos de goma.	113
50. Experimentos con hilos de goma elástica.	114
51. Dinamo de mano.	118
52. La armadura vista de perfil.	121
53. Aspecto exterior de la armadura, conmutador y polea motora.	122

LIBRERÍA EDITORIAL DE BAILLY-BAILLIERE É HIJOS

— Plaza de Santa Ana, núm. 10, Madrid. —

PEQUEÑA ENCICLOPEDIA ELECTROMECAÁNICA

PUBLICADA BAJO LA DIRECCIÓN DEL INGENIERO CIVIL FRANCÉS

HENRY DE GRAFFIGNY

Colección completa en 12 tomos.

- I. Manual elemental de electricidad industrial.
- II. Manual práctico del encargado de dinamos y motores eléctricos.
- III. Las pilas y los acumuladores.
- IV. Las canalizaciones eléctricas.
- V. Fogonero-conductor de máquinas de vapor.
- VI. Conductor de motores de gas y petróleo.
- VII. Guía práctica de alumbrado eléctrico.
- VIII. El montador eléctrico.
- IX. El transporte eléctrico de las fuerzas motoras.
- X. Las redes telefónicas y los timbres eléctricos.
- XI. Guía práctica de electroquímica.
- XII. La electricidad para todos. Aplicaciones diversas.

CONDICIONES DE LA PUBLICACION

Cada tomo cuesta: en rústica, 1,50 peseta; en tela á la inglesa, 2 pesetas.

El que desee recibir cada tomo certificado deberá añadir 25 céntimos de peseta por tomo.

El precio de los 12 tomos es: en rústica, 18 pesetas; en tela á la inglesa, 24, más 0,25 para el certificado de los 12 tomos.

LA
TRACCIÓN ELÉCTRICA

POR

C. TAINTURIER

Ingeniero de Artes y Manufacturas, ingeniero de la Compañía de Tranvías
eléctricos de Paris-Romainville.

VERSIÓN CASTELLANA

DE

D. RICARDO VILLALBA Y RIQUELME

Ayudante de Obras públicas.

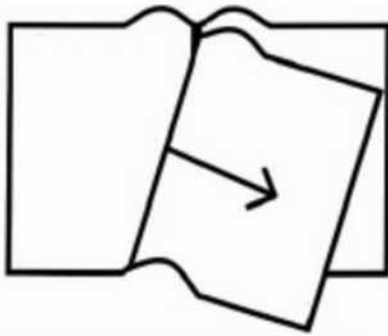
TRANVÍAS, FERROCARRILES Y COCHES AUTOMÓVILES
ESTUDIO DE UNA LÍNEA
CENTRALES GENERATRICES.—MATERIAL MÓVIL
APÉNDICES.—LEYES Y REGLAMENTOS

Un tomo en 12.^o, ilustrado con 110 grabados intercalados
en el texto.

PRECIOS... { En rústica. 4 pesetas.
 { En pasta. 5 —

En provincias, 25 céntimos de peseta más para el certi-
ficado.

Tetuán de Chamartin.—Imp. de Bailly-Bailliere é Hijos.



FALTAN DOCUMENTOS
(paginas, cuadernillos...)
ISO 9878/1990