

Año II

San José, C. R., 15 de mayo de 1933

Nº 11

LA ESCUELA COSTARRICENSE



EN ESTE NUMERO.
NOCIONES DE ELECTRICIDAD
POR EL PROFESOR
JOSE FIGUER DEL VALLE

4236 - IMPRENTA NACIONAL - 1933

LA ESCUELA COSTARRICENSE

REVISTA PEDAGOGICA MENSUAL

Organo de la Secretaría de Educación Pública

Director: MOISES VINCENZI

AÑO II

San José, C. R., 15 de mayo de 1933

Nº 11

NOCIONES DE ELECTRICIDAD

Todas las fuerzas físicas no son otra cosa que formas de una magnitud de carácter general que se conoce con el nombre de *energía*. De esta afirmación existen multitud de ejemplos: la afinidad química o sea la fuerza que tiende a unir el carbono con el oxígeno, se transforma en calor por la combustión y éste a su vez en movimiento por medio de una máquina de vapor, y, si en lugar de una máquina de vapor se hace uso de una máquina eléctrica tenemos la transformación del movimiento en calor y luz, magnetismo y de nuevo en calor o movimiento y así sucesivamente. Pero en todas estas transformaciones no hay creación ni pérdida de energía, la cual permanece constante hasta que se demuestre lo contrario como se comienza a tratar de hacer con la moderna teoría de las energías degradadas.

Esto que llamamos energía se trasmite por el éter que es otra suposición de los físicos y que en realidad no sabemos lo que es y admitimos su existencia hasta que se demuestre también lo contrario.

¿Qué es pues la electricidad? Nada más que una de las muchas formas de energía ocasionada probablemente por el movimiento de algo pequeñísimo, el *electrón*, que en su movi-

miento produce una alteración del equilibrio del éter que rodea los cuerpos electrizados. Muy bien. Pero en realidad los fenómenos eléctricos no son conocidos en su esencia y por eso se inventan teorías más o menos verosímiles para explicarlos. Recuerdo haber leído, no puedo afirmar dónde ni cuándo, que un profesor de física, notó que uno de sus alumnos se había dormido en la clase, le hizo despertar, y, una vez espabilado le preguntó:—Vamos a ver, ¿qué es electricidad? Y el alumno le respondió vacilante:—Yo sabía lo que era . . . pero se me ha olvidado.—Cuánto lo siento, dijo el profesor, porque yo no sé tampoco lo que es y me hubiera hecho un gran favor si me lo hubiese dicho.

Caminando la electricidad a través de los cuerpos, unas veces lo hace con facilidad y otras sin ella; de aquí la división de los cuerpos en buenos y malos conductores, que algunos llaman aisladores, aunque en realidad esto no sea cierto, pues todos los cuerpos quien más quien menos dejan pasar la electricidad y no hay cuerpos rigurosamente aisladores. Son malos conductores la resina, la porcelana, el vidrio, la seda, y son buenos conductores los metales, las soluciones salinas y el carbón; otros están por el término medio, como el agua pura, la piedra, el hielo etc.

POTENCIAL ELÉCTRICO

No es fácil formarse el concepto claro de potencial y lo más práctico es acudir a las comparaciones térmicas o hidráulicas. Cuando calentamos una barra metálica colocando uno de sus extremos sobre una llama vemos que el calor marcha de este extremo al otro, habiendo por lo tanto un transporte de dicho calor, dependiendo este transporte de lo

siguiente: de la diferencia de temperatura entre los extremos; de la mayor o menor facilidad que presta la barra para el transporte según el material de que esté fabricada; de las dimensiones que tenga la barra. Pues bien, el concepto de potencial tiene perfecta analogía con el de temperatura y podremos decir "que una barra metálica está a diferente potencial eléctrico cuando cada uno de sus extremos tenga diferente cantidad de electricidad, marchando la electricidad como lo hacía el calor, del punto de más temperatura al de menos y la electricidad del punto de mayor potencial al de menor y, dependiendo la diferencia de potencial, de la conductibilidad especial de la barra o sea de la materia que la constituye y de las dimensiones que tenga.

CIRCUITO ELÉCTRICO

Continuando nuestra comparación térmica diremos: si en una máquina de vapor, toda una masa del vapor se transforma en movimiento y a la vez todo este movimiento en calor, habremos realizado un ciclo. Si frotamos una varilla de vidrio con un paño sabemos que se produce electricidad encontrándose después de este frotamiento, que el vidrio y el paño tienen diferente potencial, designando con el nombre de potencial positivo el que se acumula sobre el vidrio, y con el de potencial negativo el que se acumula sobre el paño y, siendo mayor el primero que el segundo bastará unirlos con un conductor que sirva de medio de transporte para la electricidad para tener un circuito que podrá ser cerrado o abierto, aunque éste no sea propiamente hablando un circuito; ejemplo, dos pilas secas que tengan unidos dos de sus polos saliendo de los otros un alambre de cobre formarán

un circuito abierto y uniendo estos alambres entre sí tendremos un circuito cerrado.

La electricidad circulante por los conductores, a la que se llama generalmente flujo eléctrico, puede ser instantánea, y entonces se llama descarga o continua y en este caso recibe el nombre de corriente. Lo primero ocurre cuando la diferencia de potencial es muy grande con relación a la cantidad de electricidad que circula y lo segundo cuando la diferencia de potencial es muy pequeña con relación a la cantidad de electricidad circulante. Esto demuestra que la electricidad es siempre movimiento en cuanto a sus fenómenos y que por lo tanto la división de la electricidad en estática y dinámica, tan empleada en los textos de física, no es más que una costumbre sin verdadero fundamento científico.

LEY FUNDAMENTAL

Cargas del mismo nombre se repelen y cargas de nombre contrario se atraen.

La fuerza que actúa en estas acciones es directamente proporcional a las cargas eléctricas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

Es esta ley una demostración de que la electricidad no es más que una forma de la energía pues que lo mismo se verifica en la luz, en el sonido, en el magnetismo etc.

CONCEPTO DE CAPACIDAD ELÉCTRICA

Sabemos que se llama caloría la cantidad de calor necesaria para que la temperatura de un litro de agua aumente un grado; de modo que para elevar cien grados la temperatura

de un litro sean precisas cien calorías, lo mismo que para elevar un grado la temperatura de cien litros; esto es tratándose del agua, pero en general llamamos *capacidad térmica* a la cantidad de calor necesaria para elevar un grado una cierta cantidad de materia y determinar así el calor preciso para que alcance una temperatura cualquiera, bastando para esto multiplicar la capacidad térmica por el aumento de temperatura y tendremos:

Cantidad de calor = capacidad térmica x aumento de temperatura. Fácil es recordar que tanto más calor será necesario cuanto mayor sea la cantidad de materia que ha de calentarse. Ahora bien, sustituyendo la palabra temperatura por potencial, podremos aplicar este principio a la electricidad diciendo:

Cantidad de electricidad = capacidad eléctrica x potencial.

De aquí el concepto de *capacidad eléctrica*, que no es otra cosa que la de un conductor aislado al cual se comunica la unidad de electricidad para que su potencial aumente también en una unidad.

FUERZA ELECTROMOTRIZ

La fuerza electromotriz que se designa generalmente por las letras F. E. M. no es otra cosa que el movimiento de la electricidad entre dos puntos del conductor ocasionado por la diferencia de potencial. Según nuestro repetido ejemplo térmico, podemos comparar la fuerza electromotriz con una barra cuyos extremos se hallan calentados a diferente temperatura, cuya diferencia será máxima entre los puntos extremos y mínima entre los que estén muy próximos. Así

del mismo modo la diferencia de potencial será máxima entre los extremos del conductor y mínima entre los puntos cercanos.

Se comprende que el descenso de temperatura o de potencial depende de la calidad del conductor y de su tamaño; eso es lo que constituye la *conductibilidad*.

RESISTENCIA

La *resistencia* es la *inversa* de la *conductibilidad* y los conductores se diferencian unos de otros por su resistencia propia que es lo que se llama resistencia específica; generalmente se toma como unidad la resistencia específica del cobre.

La resistencia eléctrica está en razón directa de la longitud del conductor e inversa de la sección del mismo conductor.

Considerando de nuevo el caso de la barra calentada a diferentes temperaturas, fácilmente se comprende que en igualdad de tiempo será atravesada por mayor o menor cantidad de calor según sus dimensiones, diferencia de temperaturas etc. Por lo tanto, se llama *intensidad* de calor la cantidad de este calor que atraviesa la barra en un tiempo dado y del mismo modo se llamará *intensidad* de la corriente eléctrica la cantidad de electricidad que atraviere el conductor en un tiempo dado.

LEY DE OHM

Es podemos decir la de mayor aplicación práctica en los problemas de electricidad y como es de muy fácil comprensión no vacilo en ponerla en estos apuntes de electricidad elemental. Dice así: la intensidad de una corriente eléc-

trica es igual a la fuerza electromotriz dividida por la resistencia o lo que es lo mismo, la intensidad de una corriente eléctrica es directamente proporcional a la fuerza electromotriz e inversamente proporcional a la resistencia.

Hagamos una comparación hidráulica: la corriente líquida en tubo de conducción de aguas es tanto más intensa cuanto mayores son la diferencia del nivel y la sección del tubo.

TRABAJO DE LA CORRIENTE

Abandonando por un momento la comparación térmica que hasta aquí hemos usado, utilizaremos la hidráulica y tendremos la ventaja de aprender al mismo tiempo cómo se calcula un salto de agua. El trabajo de un salto de agua depende de la altura del salto y de la cantidad de agua que cae en un segundo, es decir, que calcular un salto de ocho metros por ejemplo y que tiene una cantidad de doscientos litros por segundo, no es más que multiplicar ocho por doscientos, lo que nos da un producto de mil seiscientos kilográmetros y dividiendo por setenta y cinco tendremos los caballos de vapor, pues sabemos que un caballo de vapor tiene setenta y cinco kilográmetros; no olvidemos que esto es en un segundo.

Lo mismo haremos en la electricidad, si deseamos calcular el trabajo eléctrico, para lo cual, multiplicaremos la fuerza electromotriz por la intensidad de la corriente; también y por medio de sencillos cálculos algebraicos, de que hago gracia a los lectores, podemos decir: que el trabajo efectuado por una corriente eléctrica en un circuito y en un segundo, es igual a la resistencia de éste multiplicada por el cuadrado de la intensidad.

SISTEMA DE MEDIDAS

Después de haber indicado con la brevedad que el caso requiere el nombre de los principales fenómenos eléctricos, creo necesario estudiar las medidas principales y sus nombres respectivos para familiarizar a los maestros y alumnos con las palabras más usuales de todo aquello que a electricidad se refiere; pero antes me parece oportuno hacer algunas indicaciones sobre medidas en general.

Medir una cantidad es compararla con otra de la misma especie que se llama unidad de medida. La unidad de medida puede ser arbitraria o fundamental y derivada de unidades de otra especie.

Las unidades de medida más empleadas en la actualidad, tienen como unidades fundamentales: el *centímetro* para la *longitud*; el *gramo* para la *masa*; y el *segundo* para el *tiempo*. Este sistema se llama de unidades absolutas y también sistema *centímetro-gramo-segundo* y se representa por las letras C. G. S. y todas las unidades, mecánicas, eléctricas, magnéticas etc. se derivan de estas fundamentales.

UNIDADES MECÁNICAS

Fuerza.—La unidad absoluta se llama *Dina*, y corresponde a la fuerza que imprime la aceleración de un centímetro, a una masa de un gramo, en un segundo de tiempo.

La unidad práctica de fuerza es el *kilogramo* o sea el peso de mil gramos.

Un peso cuando cae adquiere, debido a la gravedad, la velocidad de 9,81 metros por segundo, luego para expresar en *dinas* un kilogramo haremos el siguiente cálculo:

$$9,81 \times 100 \times 1000 = 981000 \text{ dinas}$$

Trabajo.—La unidad de trabajo se llama ERG y representa el trabajo realizado por la unidad de fuerza, cuando el punto de aplicación de esta fuerza recorre un centímetro en la dirección de la misma.

La unidad práctica es el *kilográmetro* que indica el trabajo necesario para elevar un *kilogramo* a un *metro* y que se designa por KGM.

Potencia.—La unidad de potencia es el ERG por *segundo* y la unidad práctica es el *kilográmetro por segundo*.

El múltiplo principal es el caballo de vapor que vale 75 Kgm por segundo y que se designa por las letras H. P.

EQUIVALENTE MECÁNICO DEL CALOR

La unidad que en la práctica se emplea para medir el calor es la *caloría*, que es la energía térmica que se necesita comunicar a un litro de agua para elevar un grado su temperatura. El físico Joule demostró que era preciso un trabajo de 425 kilográmetros para producir una caloría.

Este trabajo de 425 kgm. es lo que se llama *equivalente mecánico del calor*.

SISTEMAS DE MEDIDAS ELÉCTRICAS

El más usado en la práctica es el siguiente: La unidad de resistencia es el *Ohmio* internacional y sus múltiplos y divisores que son el *Microhmio* que vale una millonésima de *Ohmio* y el *Megahomio* que vale un millón de *Ohmios*; el primero es divisor y el segundo múltiplo.

La unidad de intensidad es el *Amperio*.

La unidad de cantidad es el *Coulombio*.

La unidad de fuerza electromotriz es el *Voltio*.

La unidad de capacidad es el *Faradio*.

El producto de la intensidad de una corriente por la fuerza electromotriz se llama trabajo de una corriente.

La unidad práctica es el *Watt* que es igual al producto de un *voltio* por un *amperio*; pero hemos dicho que el trabajo se diferencia de la potencia: en esta última, hay que considerar el tiempo, de modo que la unidad de trabajo será el *watt*, pero la unidad de potencia será el *watt* por *hora* o sea lo que se conoce con el nombre de *Watt-hora*.

Es de mucha utilidad en los cálculos tener presente que un caballo de vapor es igual a 736 *watt*.

Las medidas usuales referentes al trabajo y potencia eléctrica son las siguientes:

Watt-hora es igual a 3600 watts-segundo.

Hectowatt-hora es igual a 100 watts-hora.

Kilowatt-hora es igual a 1000 watts-hora.

PILAS INDUSTRIALES

Pila de Daniell.—Como metales utiliza el cobre y el zinc y como líquidos el sulfato de cobre y agua acidulada con ácido sulfúrico; el zinc está sumergido en el agua acidulada y el cobre en el otro líquido, separados ambos por un vaso poroso. La fuerza de esta pila es de un voltio y puede emplearse en telegrafía, en relojes eléctricos etc.

Pila Grove.—Es semejante a la de Daniell, pero substituye el cobre por el platino y la solución de sulfato de cobre por ácido nítrico puro; éstos están contenidos en el vaso poroso; el zinc está en el vaso de vidrio. Aunque esta pila tiene una fuerza casi doble de la de Daniell, tiene el inconveniente de que es muy costosa.

Pila Bunsen.—Es una modificación de la anterior pues el platino está sustituido por carbón de retorta que tiene la ventaja de que es muy buen conductor y además no le atacan los ácidos.

Tiene el inconveniente de las emanaciones del ácido nítrico, pero se emplea en los laboratorios por su mucha fuerza y su poco precio.

Pila de bicromato de potasa.—Se compone de carbón, cobre, un vaso poroso que contiene agua acidulada con ácido sulfúrico al 10 %; el conjunto se introduce en un vaso de vidrio que contiene la solución de bicromato de potasa; en agua acidulada va una lámina de zinc amalgamada.

La solución de bicromato lleva las siguientes proporciones:

Agua	10 partes
Acido sulfúrico . . .	2 partes
Bicromato	1 parte

Se disuelve el bicromato en agua agitando continuamente el líquido con una varilla de vidrio y añadiendo el ácido sulfúrico gota a gota.

Pila Grenet.—Es una forma de la pila de bicromato y se compone de un frasco de vidrio de cuello largo. Dos láminas de carbón unidas eléctricamente forman el polo positivo; el negativo lo forma una plancha de zinc que puede separarse del líquido cuando la pila no funciona; es muy empleada en los laboratorios.

Pila Leclanche.—Si no se necesita una pila de corriente muy enérgica ni tampoco de larga duración se emplean pilas cuyo líquido es la sal de amoníaco (cloruro amónico). Cuando estas pilas funcionan con intermitencias pueden durar muchos meses y son muy utilizadas en los timbres eléc-

tricos, en teléfonos etc. La pila está formada por un vaso prismático de vidrio en el cual se introduce una varilla de zinc, que es el polo negativo y el vaso poroso contiene una lámina de carbón que es el polo positivo rodeada de una mezcla de pequeños pedazos de carbón de retorta y bióxido de manganeso; su fuerza electromotriz es de 1,4 voltios.

Hay pilas, y son las más usuales, que se llaman pilas secas, y, este nombre no es apropiado, pues en realidad no lo son, empleándose una mezcla de serrín, cal gelatinada pero siempre húmeda. También se emplea el carbón y el bióxido de manganeso finamente pulverizado.

ASOCIACIÓN DE PILAS

De dos maneras pueden montarse las pilas: en serie o tensión y en derivación o paralelo. Supongamos que tenemos cien elementos, es evidente que si cada uno tiene una fuerza electromotriz de dos voltios y deseamos obtener doscientos voltios, tendremos que disponer estos elementos de forma que su fuerza electromotriz se sume y para lograr nuestro objeto uniremos el polo positivo del primero con el negativo del segundo y el positivo de éste con el negativo del tercero, y así sucesivamente hasta el último, quedando libres el negativo del primero y el positivo del último, los que formarán los dos polos de la batería, y entre ellos habrá una diferencia de doscientos voltios, pero la resistencia será cien veces mayor, entonces diremos que hemos hecho un acoplamiento o asociación en *serie o tensión* que también se llama *cascada*, y se emplea cuando se desea obtener el máximo de diferencia de potencial para que funcionen aparatos que ofrecen gran resistencia al paso de la corriente.

Si deseamos hacer una asociación en paralelo o derivación uniremos todos los polos negativos y todos los positivos formando dos grupos y los extremos de estos dos grupos serán los polos de la batería. Este sistema se emplea cuando queremos obtener mucha intensidad y poca diferencia de potencial.

Comparación hidráulica.—Cierta número de vasos comunicantes colocados unos encima de los otros en forma de cascada, aumentarán la diferencia de nivel y por tanto la presión, correspondiendo a la asociación eléctrica en serie; pero si los recipientes van a parar a un tubo único más grueso, tendremos que la presión total es la misma que si hubiere un solo recipiente, pero se ha aumentado la cantidad, y en este caso tendremos un ejemplo de la asociación en paralelo. Este ejemplo nos dice que habrá necesidad de conductores más gruesos para dar paso a mayores cantidades de electricidad, del mismo modo que necesitaremos tubos de mayor diámetro para dar paso a mayores cantidades de agua; pueden combinarse las pilas o elementos por los dos sistemas.

No debemos olvidar que a una pila se la llama también elemento y al conjunto de pilas se llama *batería*.

Se conocen con el nombre de pilas termo-eléctricas las que trasforman de un modo directo la energía térmica en eléctrica.

ELECTRÓLISIS

Cuando una corriente eléctrica atraviesa un líquido conductor compuesto, tiene lugar una descomposición de los elementos que forman el líquido de los cuales uno va al polo positivo y otro al polo negativo. Este fenómeno se llama

electrólisis, el líquido que se descompone se llama *electrólito*, y las dos láminas metálicas unidas con el manantial de electricidad se llaman *electrodos*; el circuito se cierra a través del líquido. Al *electrodo negativo* se le designa con el nombre de *cátodo* y al positivo con el nombre de *ánodo*; a los productos de la descomposición se les da el nombre de *iones*; *cación* el que se dirige al *cátodo* y *anión* el que va al *ánodo*.

GALVANOPLASTIA

Una aplicación de la electrólisis es la galvanoplastia, procedimiento para reproducir medallas, bajo-relieves, estatuas etc. Consiste en recubrir con una capa metálica los cuerpos conductores puestos en un baño eletrolítico y en comunicación con el polo negativo de un manantial eléctrico, cuyo polo positivo comunica con el líquido. Si la capa metálica es bastante gruesa, puede una vez formada, desprenderse de su molde, obteniéndose así la exacta reproducción del molde, que sirvió de cátodo. Por métodos muy sencillos se puede lograr colocar capas muy delgadas y muy adherentes sobre las superficies conductoras, y el cátodo quedará completamente cubierto; de este modo se hace el dorado, plateado, el niquelado de cualquier metal.

Generalmente las reproducciones se hacen valiéndose del cobre y de una solución de sulfato del mismo metal. Los moldes destinados a la galvanoplastia se preparan de diferentes maneras. Para medallas o bajo-relieves de pequeño tamaño, se utilizan los moldes de yeso, cuya superficie se hace conductora recubriéndola de plombagina. También se pueden metalizar los moldes con polvos de bronce que se preparan en Nuremberg. La corriente empleada en galvano-

plastia debe de ser muy débil, sobre todo al empezar la operación aumentándola luego hasta 1,5 amperes por centímetro cuadrado de superficie. Para los baños de cobre se emplea una disolución de 250 gramos de sulfato cúprico en un litro de agua y añadiendo 89 gramos de ácido sulfúrico. También se utiliza la galvanoplastia para construir objetos de cobre muy puro y buen conductor que se conoce con el nombre de cobre electrolítico. Para el dorado y plateado galvánico se usa el nitrato de plata y el cloruro de oro añadiendo cianuro potásico. Para el niquelado se utiliza el sulfato doble de níquel y amonio en proporción de 100 gramos por litro de agua. Los objetos que se han de dorar, se han de pulir y desengrasar previamente.

ELECTROIMANES

Una hélice conductora recorrida por una corriente se llama *solenóide* y se comporta como un verdadero imán, pues presenta en sus extremos dos polos que pueden atraer y repeler a otro solenoide que se le aproxime y si puede girar libremente se coloca como la aguja magnética.

Introduciendo en un solenoide una barra de hierro dulce tendremos un electro-imán. Los electro-imanés se construyen rectilíneos o bien en forma de herradura. Un electro-imán consta de dos partes: el núcleo que es una barra generalmente de hierro dulce y un excitador formado por un carrete o por varios que están constituidos por muchas vueltas de alambre recubierto de seda u otra materia aisladora.

Cuando la corriente se interrumpe el núcleo pierde sus cualidades magnéticas, si es de hierro dulce, o queda ligeramente magnetizado si es de hierro crudo o de fundición; si, por el contrario, se pone un núcleo de acero templado, continúa imanado aún después de cesar la corriente.

HISTERESIS

Al interrumpir la corriente que recorre un electro-imán no pierde del todo la fuerza magnética sino que le queda una imanación más o menos grande según la calidad del hierro y el valor máximo de la corriente a que ha estado sometido. A igualdad de corriente este magnetismo que se llama *remanente*, es muy fuerte para el acero templado (por esto se utiliza para la construcción de imanes artificiales) y muy débil para el hierro dulce.

A la posibilidad que posee una substancia para retener su estado de imanación se llama *fuerza coercitiva*.

Para quitar el magnetismo de un modo completo una vez interrumpida la corriente hay que lanzar por los hilos del electro-imán una corriente débil de sentido contrario a la que sirvió para obtener el electro-imán; esta corriente cambia los polos pero anula el magnetismo remanente. Pues bien, en las corrientes alternas, de que luego hablaremos, se verifican muchos cambios de polos y se consume un trabajo que es el necesario para contrarrestar el magnetismo remanente produciéndose un retraso de la variación magnética con respecto a la variación de corriente y este retraso se conoce con el nombre de *histéresis*.

La pérdida de energía ocasionada por la histéresis se trasforma en calor.

INSTALACIÓN DE TIMBRES ELÉCTRICOS

Los timbres o campanillas eléctricas están formados por un electro-imán que atrae una barrita de hierro dulce, la cual oscila, junto a un pequeño martillo, golpeando un timbre.

Para poner en marcha un timbre se establece el contacto de los dos polos de una pila con los bornes del electro-imán, y para que el timbre deje de sonar basta interrumpir el circuito en un punto cualquiera, para lo cual se coloca en dicho circuito un interruptor que servirá también para establecer el contacto o sea funcionará como llamador. Las pilas que pueden emplearse son las secas o las de Leclanche.

Para distancias pequeñas basta con dos pilas y el carrete que envuelve el electro-imán puede ser de alambre grueso; pero si la distancia es grande, superior a cien metros, por ejemplo, hay que aumentar el número de pilas y poner en el carrete un alambre delgado; pero para todas las distancias se emplea como conductor el alambre de cobre, de un milímetro de grueso, aislado con doble cubierta de algodón.

Para distancias muy grandes se utiliza la tierra como línea de retorno, y asimismo pueden también emplearse las tuberías de agua, las de gas, que se encuentren en las inmediaciones; se pueden emplear como línea de tierra, planchas de cobre o de plomo, que se introducen en el suelo y que están rodeadas de pedazos de carbón de cok humedecido con agua salada. La profundidad depende de la naturaleza del terreno y se debe llegar al nivel de las aguas subterráneas, colocando las planchas en el interior de los pozos. *Los conductores que llevan la corriente a las planchas de tierra deben ser del mismo metal que éstas, para evitar las acciones locales de electrólisis que podrían ocasionar la interrupción del circuito.*

Cuando la instalación no funciona es preciso antes revisar las pilas separándolas del circuito y probándolas en otro timbre. Después se prueba el timbre de la instalación regulan-

do el tornillo del contacto, en seguida se hace el ensayo de los llamadores y si no funciona ninguno, es preciso buscar la avería en el alambre común o en el que conduce la corriente de la pila; pero si sólo fuera uno de los llamadores el que no funcionaba hay que buscar el desperfecto en su instalación particular. Para localizar una rotura de alambre se puede utilizar un corta-plumas de modo que su hoja esté en contacto con los dos conductores en la parte en que se supone que está el defecto y procediendo de este modo se puede llegar a localizar un pequeño trozo donde se encuentre la rotura.

TELÉFONOS

El teléfono fue inventado por Bell y su construcción es la siguiente: una barrita de acero imanado lleva en uno de sus extremos un alambre de cobre, delgado, recubierto de seda. Una lámina vibrante de hierro se encuentra a poca distancia del extremo del imán, fijada por su contorno a la caja del aparato, de manera que todas las vibraciones de la lámina, aun las más insignificantes, producen pequeñas variaciones en el campo magnético, y, por consiguiente, corrientes inducidas en el alambre. Poniendo este aparato en comunicación con otro semejante por medio de los bornes correspondientes se obtiene en él una reproducción de los sonidos que hacen vibrar la lámina del otro; esto tiene efecto porque al receptor llegan las corrientes inducidas engendradas en el trasmisor, y, por lo tanto, el estado magnético de la barra de acero de aquél, varía y determina pequeños movimientos en la lámina de acero correspondiente, iguales a las que engendraron las corrientes inducidas en el trasmisor. Estos movimientos se comunican al aire y reproducen el *sonido*.

Se comprende por lo dicho que no es una vibración u onda sonora la que recorre el alambre en la instalación telefónica, sino una corriente inducida ondulatoria.

Combinando un teléfono con una campanilla eléctrica, se puede establecer correspondencia entre las dos estaciones. La campanilla o timbre sirve para avisar, y los aparatos telefónicos para recibir y transmitir la palabra. Se pueden combinar los circuitos de tal manera que se utilice solamente un alambre adoptando la tierra como línea de retorno. Para esto la campanilla deberá estar en el circuito cuando no se emplee el teléfono, pero habrá que eliminarle de él, cuando tenga lugar la transmisión telefónica; para estos cambios, los aparatos están provistos de un sistema de conmutadores que funcionan con sólo colgar o descolgar el teléfono de un gancho. Descolgando los receptores en ambas estaciones, quedan en circuito los dos aparatos telefónicos.

MICRÓFONO

El micrófono está constituido por un conjunto de pastillas o barritas (lápices) de carbón, que mantenidas bajo una placa vibrante, sometidas, mientras se habla frente a dicha placa a presiones variables, siguiendo con escrupulosa fidelidad las más complejas variaciones de la palabra. Estas pastillas gozan de la propiedad de ofrecer una resistencia variable con la misma presión a que están sometidas y forman parte de un circuito que comprende: una pila, la línea, y a algunos centenares de metros o kilómetros el receptor.

Como ha sido preciso ingeniarse para que el teléfono sirva para establecer comunicaciones entre los abonados del mundo entero, tuvieron que aparecer los despachos centrales de los

cuales dice un autor, al cual pudiéramos llamar un humorista de la física, "que son la bestia de carga de los abonados y no por culpa de las señoritas telefonistas, pues tienen más trabajo del que se imaginan el resto de los mortales, sino por los propios abonados que muchas veces se ponen muy cargantes".

La colocación de los alambres conductores en el interior de los locales se verifica del mismo modo que para los timbres, pero hay que tener presente que el aislamiento debe de ser mucho más perfecto y que las uniones de los alambres conductores han de ser soldadas puesto que un contacto imperfecto en el circuito eléctrico funciona con un micrófono y produce en el receptor un sonido ocasionando confusiones en la trasmisión de la palabra.

Las líneas aéreas de acero se construyen con alambre de dos milímetros de diámetro el cual pesa unos 25 kilogramos por kilómetro, y resiste una tracción de cerca de 100 kg., por milímetro cuadrado. Con este alambre se pueden hacer las secciones muy largas y por lo tanto hay un ahorro de aisladores que pueden colocarse hasta cada 500 metros, por más que en los lugares de mucha circulación se coloquen cada 100 metros. Los conductores no deben dejarse muy tensos para evitar que se rompan.

Los postes deben usarse de madera resinosa y de una longitud de 6 a 10 metros enterrándolos un quinto de su longitud, cubriendo de brea la parte que se sitúa bajo el suelo.

PARARRAYOS

Por muy débil que el hombre se considere ante el fenómeno poderoso que se llama rayo, puede, no obstante sentirse orgulloso al pensar que ha llegado a dominarlo.

El invento de Franklin fue portentoso y el pararrayos al ofrecer un camino a la descarga atmosférica obligándola a seguirle por grado o por fuerza, hasta llevarla a una capa líquida subterránea, ha transformado sus furores, como dice un escritor, en simples estocadas en el agua.

Hay no obstante casos en que es menos fácil la lucha contra el rayo, pues casi parece que en lugar de alejarlo tratemos de meterlo en nuestra propia casa. Los adelantos de la electricidad son precisamente la causa de ello.

Los alambres telegráficos, por ejemplo, que llenan los campos son también atacados por el rayo como puede verse en los postes que presentan huellas indelebles de la visita. Y como la descarga eléctrica se propaga necesariamente a lo largo de los alambres, llega hasta los aparatos, donde los pobres empleados, serían las víctimas propiciatorias.

Además las canalizaciones eléctricas aéreas utilizadas en las grandes ciudades para la distribución de energía eléctrica, pueden producir también terribles consecuencias.

Y sin embargo, tanto en un caso como en otro es imposible interrumpir la continuidad metálica, lo cual daría la seguridad deseada, pero suprimiría la razón de ser de esta canalización.

No sería pues muy agradable ser empleado de telégrafos, si los ingenieros no hubiesen ideado poner un obstáculo entre la canalización y el local donde están los aparatos cuyo obstáculo, si bien puede franquearlo la corriente de utilización, es inaccesible para la electricidad atmosférica. Este obstáculo se llama *pararrayos*.

Pero la aplicación más importante de los pararrayos es la protección de los edificios contra las descargas atmosféricas.

El rayo hiere de preferencia la parte alta de las construcciones que tienen los cimientos más profundos y más próximos a las aguas subterráneas o a los conductos metálicos del suelo.

Los pararrayos se componen: de un barra metálica terminada en punta, de un conductor exterior y de un contacto con la tierra.

La barra se coloca en la parte más alta del edificio que se trata de proteger; la constituye de ordinario un tubo de hierro de tres a seis metros de longitud terminado en una punta o en varias puntas divergentes; estas puntas serán de platino por su alto grado de fusibilidad pues la descarga eléctrica desarrolla gran cantidad de calor.

El asta de hierro se fija algunas veces, por medio de pernos, a un madero vertical sostenido por la armadura del techo.

Al pie del asta y en contacto perfecto con ella se une sólidamente, un cable de hierro o de cobre, cuya sección no sea inferior a 50 milímetros cuadrados para el cobre y 100 para el hierro. Este conductor se sujeta a lo largo de las paredes del edificio con apoyos de hierro que lo mantengan de 15 a 20 centímetros de la pared.

Cuando en un edificio se montan varios pararrayos se empalman eléctricamente entre sí, mediante conductores iguales a los que comunican con la tierra.

Los contactos con la tierra están unidos a los conductores exteriores y sirven para la dispersión de la descarga; y consisten en láminas, tubos o barras metálicas al nivel de las aguas subterráneas o en el interior de los pozos, también en fosos profundos rellenos de carbón humedecido con agua salada.

No pueden fijarse datos positivos respecto a la superficie protegida por un pararrayos o para la determinación de su resistencia eléctrica. En la práctica se considera espacio protegido *el que comprende una circunferencia de radio igual a la altura del pararrayos, ésta es protección de primera clase; si el radio es doble se llama de segunda y si es triple, de tercera.*

ACUMULADORES

Supongamos, ya que esta suposición no nos cuesta nada, que somos propietarios de un salto de agua. Este salto se presentará como un pequeño chorro cayendo con trabajo desde pocos metros de elevación. En estas circunstancias diremos que poseemos un salto de *débil potencia*.

Pero sintiéndonos con ganas de aparentar lo que no tenemos, deseamos producir grandes efectos con nuestro minúsculo salto y aspiramos a mover una gran turbina. ¿Podremos hacerlo?

Es evidente que sí, en lugar de dejar que se derrame el agua de un modo continuo, la dirigimos a un depósito donde el agua se *acumule* poco a poco para que después en el momento que deseemos produzca el efecto apetecido, lanzando el líquido en fuerte catarata sobre las paletas de la turbina.

De modo que, valiéndonos de este artificio, hemos acumulado energía gota a gota, para después en un tiempo muy corto, bajo la forma de una potencia mayor, hemos transformado nuestro salto y nos presta un servicio que antes no nos proporcionaba; en suma, lo hemos valorizado.

Se comprenderá fácilmente que lo mismo ocurre con la electricidad. Las pilas eléctricas son productores de electricidad de *débil potencia*, pero que pueden funcionar durante

largo tiempo. Existe, pues, el interés de hacerlas funcionar durante muchas horas y recoger su energía en un aparato capaz de almacenarla y devolverla en un tiempo mucho más corto, pero con mucha más fuerza. Estos depósitos son los acumuladores.

Los principales modelos son los de *Planté y Faure*. Ambos sólo varían en los detalles pero el fundamento es el mismo; los dos tienen un vaso de vidrio o de tierra porosa lleno de agua acidulada con ácido sulfúrico; pero el primero lleva dos espirales de plomo y el segundo dos placas del mismo metal, una de ellas, la del polo positivo, se sobreoxida y la del polo negativo se cambia en plomo esponjoso, bastando para esto cubrirlas de óxido de plomo artificial y hacer circular la corriente eléctrica; el acumulador se forma por sí solo. El gran *Edison* modificó las placas dotándolas de huecos intersticios que facilitaban la acción química, y empleando el hierro y el níquel en lugar del plomo.

INDUCCIÓN

Los fenómenos eléctricos y los magnéticos presentan grandes analogías; la corriente eléctrica es capaz de producir efectos magnéticos, acción sobre la aguja imanada, atracción de limaduras de hierro por un conductor atravesado por una corriente, imanación temporal de una barra de hierro, situada en el interior de un carrete atravesado por una corriente (electro-imán).

El imán es capaz de producir efectos eléctricos, *inducción* de una corriente en un carrete por la introducción de un imán en su interior. Esta corriente de inducción se produce a costa del gasto de energía de la causa que ha producido el

movimiento del imán. Se tiene, pues, con esto un procedimiento cómodo para transformar la energía *mecánica*, en energía *eléctrica*, este es el procedimiento que se aprovecha en las máquinas *dinamo* y *magnetoeléctricas*.

Todo imán está caracterizado por un campo *magnético*, constituido por líneas de fuerza, que van del uno al otro polo y que ponen en evidencia los llamados espectros magnéticos. Estas líneas de fuerza se hallan principalmente condensadas en el caso de un imán en forma de herradura, entre los brazos de la herradura. Si se hace mover a través de estas líneas de fuerza, un conductor eléctrico que las corte se *induce*, en este conductor, una fuerza electromotriz proporcional *al número de líneas de fuerza cortadas en cada instante*. Así en los dinamos es preciso mover *muy de prisa* en campos *muy intensos*, una *gran longitud* de conductor, reunida en forma de devanado.

DINAMOS

Una espira conductora, girando uniformemente en un campo magnético, alrededor de un eje perpendicular a las líneas de fuerza y situado en su plano, produce una fuerza electromotriz variable en cada instante pero siempre del mismo sentido en la mitad de vuelta situada de cada uno de los inductores y siempre en sentido opuesto en la otra mitad.

Se deduce que si en lugar de una espira se considera una serie de ellas, enlazadas unas con otras en forma de anillo y se le hace girar en un campo supuesto horizontal, las dos mitades serán asiento de fuerza electromotriz constante una de derecha a izquierda y otra al contrario. Con el auxilio de escobillas conductoras frotando en el anillo, según una línea vertical, se puede utilizar la fuerza electromotriz

constante así obtenida, para proporcionar corriente continua a un circuito exterior. Tal es el anillo de *Gramme* fundamento de los dinamos.

TRACCIÓN ELÉCTRICA

La tracción eléctrica se empleó por primera vez en París en la *exposición de electricidad de 1881*, pero la verdadera utilización práctica comenzó en los Estados Unidos.

En la mayoría de los casos, la energía eléctrica producida en la fábrica generatriz, es proporcionada a cada vehículo por medio de un alambre aéreo, que es donde va a buscarla un aparato de contacto móvil llamado *trolley*. El espíritu francés hizo una frase sobre la anterior palabra por la pronunciación parecida de las dos palabras francesas *trop-laid* que quiere decir *demasiado feo*. Otro sistema no tan empleado como el *trolley* es hacer llegar la energía por medio de cables subterráneos o mediante unos bloques que debían electrizarse solamente cuando el tranvía pasa por encima de dichos bloques. Hay todavía otro procedimiento que consiste en suprimir la línea y poner directamente en el tranvía la cantidad de energía suficiente para un viaje, encerrándola en acumuladores, pero todavía este sistema no ha dado solución satisfactoria.

Por momentos va en aumento la tracción eléctrica en los ferrocarriles.

La casa alemana *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft* y la de la misma nacionalidad *Siemens* han construido magníficos ferrocarriles eléctricos, así como casas francesas, italianas, inglesas etc.

La teoría es la misma de los tranvías de *trolley*, pero varía la forma del mismo con el objeto de aumentar el con-

tacto más fácil de perderse por la mayor velocidad del tren con relación al tranvía; por esta causa el trolley toma la forma de lazo. También se estudia la aplicación de la tracción eléctrica a los automóviles pero como sólo pueden emplearse los acumuladores es necesario no perder de vista en los viajes las centrales eléctricas donde habrá que reponer la carga perdida.

LA AGRICULTURA Y LA ELECTRICIDAD

Los arados eléctricos se ensayaron por primera vez en 1879 y ha mejorado enormemente en los últimos años, habiéndose demostrado que con el motor eléctrico, el trabajo es más perfecto y el surco más profundo. Hay que tener presente no obstante, que los arados eléctricos sólo pueden utilizarse en las grandes llanuras. Tanto para los arados como para las máquinas de trillar y otras aplicaciones agrícolas, se emplean pequeños motores eléctricos que pueden conducirse en un carro al lugar donde han de utilizarse; durante el trabajo el carro permanece cerrado y sólo sale al exterior el cable que trasmite el movimiento a la máquina agrícola; en la parte posterior hay un manubrio para dar corriente y regularla, y la lanza sirve de soporte al cable y sirve eventualmente de mástil para una lámpara.

Los arados eléctricos constan de dos carros, un motor y otro auxiliar que suelen distar unos cuatrocientos metros. El motor va en el primer carro y pone en movimiento dos tambores a los cuales está arrollada la cuerda sin fin que pone el arado en movimiento de arrastre, el mismo carro motor puede caminar como un automóvil. La cuerda o cable pasa por una polea del carro auxiliar. Cuando el arado va del

carro motor al auxiliar éste es solicitado por una fuerza bastante grande, por lo que debe de estar muy fijo en el suelo; en cambio al ir el arado del carro auxiliar al motor el esfuerzo sobre el primero es nulo y se aprovecha este momento para mover dicho carro auxiliar valiéndose del mismo giro de la polea. Dos o cuatro hombres son bastantes para manejar la máquina; y se pueden labrar enormes extensiones de terreno.

LUZ ELÉCTRICA

Dice "un autor" no ha sido posible hasta ahora lograr luz más viva y brillante que la del arco voltaico; sólo la luz del sol tiene mayor intensidad. Pero no se crea que esto se ha logrado sin trabajo y sin técnica. Hace treinta años las lámparas de arco eran tan discontinuas en su funcionamiento que no se pensaba que llegasen a tener aplicaciones prácticas.

El arco voltaico se forma cuando una corriente intensa salta entre dos carbones separados por un pequeño espacio de aire caliente. La resistencia que la corriente encuentra para atravesar el espacio de aire que separa los carbones, desarrolla una cantidad muy grande de calor, el cual se concentra en el citado espacio.

Si una corriente de suficiente fuerza pasa de un carbón a otro, como hemos dicho el aire en intermedio se calienta, los extremos de los carbones se ponen incandescentes y al cabo de algún tiempo llegan al rojo blanco. El aire interpuesto que también alcanza una temperatura de dos mil a cuatro mil grados, hace que los carbones parezcan volatilizarse, y una parte del carbón desprendido va en forma de partículas incandescentes de un carbón a otro. Este es el

tipo del arco de llama. Pero lo que más brilla en el arco eléctrico no es la llama, la cual como gas incandescente envía poca luz, sino los extremos de los carbones.

Aunque de los dos carbones salen partículas incandescentes, no son iguales en número en ambos carbones, saliendo mucho más del carbón positivo que del negativo, por eso después de algún tiempo en el carbón positivo se forma un *cráter*.

Los carbones se fabrican con carbón especial pulverizado sometido a fuerte presión. Para que la distancia de los carbones permanezca constante se emplean aparatos llamados reguladores que evitan en lo posible las variaciones de intensidad.

Ya que hemos tratado de las lámparas de arco, hablaremos ahora de las lámparas de incandescencia que se utilizan en el alumbrado de las habitaciones. El gran *Edison* fue el que llevó a la práctica este sistema de iluminación.

Las lámparas de incandescencia se fundan en el calor desarrollado por la corriente eléctrica; este calor que se llama calor de *Joule* del nombre de su inventor, es capaz de poner incandescentes los filamentos de diferentes sustancias merced a la gran resistencia que ofrecen al paso de la corriente. Como pueden llegar a fundirse, al principio se pensó en el empleo del platino, pero no dió resultado y a Edison se le ocurrió el utilizar el filamento de carbón, pero había que encerrarlo en bombillas donde se hubiera hecho el vacío. Estos filamentos terminan en hilos de platino que ya no corren tanto peligro de fundirse. El invento de Edison ha sido modificado empleando hilos de celulosa artificial a los que se da forma de lazo o herradura y luego se carbonizan en hornos especiales. Las lámparas se designan según el número de

voltios. Nuestra central eléctrica *dice que trabaja a 110 voltios*. ¡Ojalá fuera verdad tanta belleza! Actualmente hay muchos modelos de lámparas como son las de *Nerst* en la que se emplea una varita de magnesia mezclada con otras tierras, la de *osmioántalo*, *tungsteno*, *titanio*, *molibdeno etc.*, o sean sustancias de alto punto de fusión; la lámpara de *tungsteno* recibe el nombre corriente de *Osram* y fue ideada por el Dr. *Auer*.

ALTA FRECUENCIA Y DESCARGAS OSCILANTES

Supongamos un muelle fijo por un extremo y al cual golpeamos por el otro extremo, este muelle vibra y comunica al aire sus vibraciones; las oscilaciones se debilitan poco a poco hasta que se anulan, pero las ondas comunicadas al aire se transmiten en todas direcciones y pueden ser recogidas por nuestro oído, si tiene de veinte a cinco mil vibraciones por segundo; a este número se llama frecuencia y con ella en este caso tendremos un sonido.

Este es el caso de la descarga oscilante, ésta comunica su oscilación al éter y si nuestros sentidos pudiesen apreciar estas oscilaciones nos daríamos cuenta perfecta del fenómeno, y lo que es más, aumentando la frecuencia veríamos rayos luminosos.

Pero lo que nuestros sentidos no pueden apreciar de un modo directo, la física nos da medios para lograrlo y comprobar la analogía entre las oscilaciones eléctricas y las luminosas. Estos hechos fueron estudiados por *Maxwell* y comprobados por *Hertz* demostrando la identidad de los fenómenos eléctricos y los luminosos.

El citado físico *Hertz* llegó a producir con su aparato llamado oscilador *cuatro millones de oscilaciones por segundo*

y sus sucesores llegaron al número de *cincuenta mil millones de oscilaciones por segundo*; a esto es lo que se llama, y me parece que con razón sobrada, *corrientes de alta frecuencia*.

En el año 1890 el doctor Arsonval demostró que estas corrientes no sólo eran inofensivas para el cuerpo humano sino que eran curativas. Las descargas de un carrete de *Rhumkorff* que son tan dolorosas en frecuencias no muy grandes y que hasta pueden causar la muerte, cuando llegan a frecuencias de diez mil períodos por segundo anulan la acción fisiológica y cuando más producen una ligera anestesia. El citado Arsonval hizo pasar a través del cuerpo humano corrientes de más de *tres amperios* sin que el paciente experimentase más que una pequeña sensación de calor en el punto de entrada y salida de la corriente, cuando corrientes *diez veces menores* hubieran sido mortales si la frecuencia hubiese sido de *cien períodos por segundo*.

La acción fisiológica no es nula pero es más profunda aumentando el oxígeno absorbido por la sangre hasta duplicarse. ; Calculen cuánto ganan con la alta frecuencia, los tardíos en nutrición, diabéticos, artríticos, reumáticos, obesos etc!.

Las descargas de los carretes de inducción tienen también aplicaciones en los tubos llamados de *Geissler*, en los cuales está hecho el vacío y en sus extremos hay dos reóforos de platino obteniéndose una luz de rayos mucho más extensos que la de las chispas eléctricas en el aire. Estos tubos han sido modificados por Crookes, obteniéndose en ellos rayos oscuros que atraviesan los cuerpos opacos y que tienen acción sobre las placas fotográficas. Estas radiaciones fueron descubiertas por el profesor Roentgen y se llaman rayos X y por su medio se logran fotografías de objetos en-

cerrados en envolturas opacas; así se pueden fotografiar los huesos de la mano o de otra parte del cuerpo, puesto que la carne es trasparente para estos rayos, lo que no ocurre con los huesos. Este descubrimiento tiene enorme importancia en medicina y cirugía y es lo que se conoce con el nombre de *radioscopia* y *radiografía*.

TELEGRAFÍA SIN ALAMBRES

Los trabajos del profesor *Hertz* los continuó con sorprendente éxito del profesor *Rihgi*, de *Boloña* y fueron aplicados a la telegrafía sin alambres por *Guillermo Marconi*.

Fue el complemento de este sistema el llamado tubo *Cohesor* estudiado en primer lugar por el profesor *Calzecchi* y luego por *Branly* y *Lodge*; se compone de un tubito de vidrio, en el cual, entre dos émbolos conductores, hay colocadas limaduras metálicas. En condiciones normales, cuando las limaduras no están apretadas entre los citados émbolos, ofrecen una gran resistencia al paso de la corriente; pero si pasa por ellas una descarga eléctrica, aunque sea pequeña, entonces la resistencia disminuye y las limaduras pueden ser recorridas por la corriente de una batería de muy pocos elementos. Basta golpear ligeramente el tubito para que la resistencia vuelva a ser muy grande y se mantenga así mientras una nueva descarga no la modifique. Por esto se comprende que sirven para revelar la existencia de ondas eléctricas muy débiles producidas por un oscilador distante del cohesor.

Marconi logró dar una gran eficacia al oscilador proveyéndole de una antena conductora (radio-conductor) unida a los polos del oscilador mismo, y colocando otra antena pa-

recida cerca del cohesor y en contacto con uno de sus émbolos. Esta modificación permitió transmitir a muchos kilómetros de distancia; el alfabeto empleado es el *Morse*.

CORRIENTE CONTÍNUA Y ALTERNA

La corriente eléctrica en un circuito tiene un sentido que suponemos que es del polo positivo al negativo. Cuando la corriente mantiene constante su sentido se llama *corriente continua constante*.

Si manteniendo el sentido, varía según una ley cualquiera la intensidad en el circuito la corriente se llama *continua variable*. Por último, si la corriente cambia de sentido para adquirir después el sentido primitivo y así sucesivamente, con intervalos de tiempos iguales, se dice que la corriente es *alterna o alternativa*.

Supongamos que tenemos una corriente continua procedente de una pila, y que por medio de conmutadores especiales se dirige una corriente alternativamente a un circuito, primero en un sentido, después en el opuesto. Estas inversiones podrán hacerse, por ejemplo, a mano, con mayor o menor velocidad y deteniéndose más o menos en cada una de las posiciones del conmutador o inversor. De este modo, cualquiera que sea la forma de cambiar la corriente en el circuito, tendremos siempre momentos en los cuales cambiará bruscamente el sentido de la corriente; la corriente alterna en una gráfica, se representa por una curva llamada *sinusoide*.

APARATOS DE MEDIDA

La acción de una corriente sobre la aguja imanada aumenta con la intensidad y con el número de veces que esta co-

riente circula alrededor de la aguja. Tal es el principio de los *galvanómetros*. En un galvanómetro dado, una corriente produce una desviación tanto mayor, cuanto la corriente es más intensa. Estando previamente graduado el galvanómetro por comparación con un aparato tipo o patrón, se puede medir la intensidad de una corriente, por la desviación que determina, la cual se lee en el cuadrante del instrumento. Si la corriente que circula por el circuito se mide en intensidad por la que circula en el aparato, éste sirve de *amperímetro* y debe de ofrecer entonces una débil resistencia. Si, por el contrario, la corriente ha sido producida por una diferencia de potencial en los bornes de los que hemos enlazado directamente el galvanómetro, si la graduación del aparato está hecha para ello dará indirectamente en voltios la diferencia de potencial. El aparato sirve entonces de *voltímetro* y debe poseer gran resistencia.

Si al paso de la corriente ponemos una disolución de una sal metálica, sulfato de cobre, por ejemplo, y hacemos pasar la corriente eléctrica, la sal se descompone y al cabo de cierto tiempo tendremos una cantidad de cobre *puesto en libertad*. El peso de este metal dependerá de la cantidad de electricidad que posee por la disolución y como un *coulombio* unidad de cantidad habrá atravesado la disolución en un tiempo más o menos largo podemos deducir la intensidad de la corriente; este aparato se llama *voltámetro*; también hay voltámetros que se fundan en la descomposición del agua acidulada, sometida al paso de la corriente. No debemos olvidar la siguiente regla llamada de *ampere* para conocer el sentido de la corriente que pasa por una aguja imanada: supongamos un individuo tendido según su longitud sobre el alambre conductor, que rodea la aguja, si mira a dicha aguja verá siempre el polo Norte de dicha aguja a su izquierda.

TRANSFORMADORES

Son aparatos para transformar la energía eléctrica a baja tensión y gran intensidad en energía de alta tensión y débil intensidad. En su esencia consisten en un carrete de alambre corto y grueso, rodeado de muchas vueltas de alambre delgado aislado de un modo conveniente; el primero se llama inductor, el segundo inducido; la corriente que pasa por el primero, se llama inductora y la que pasa por el segundo inducida. Cada vuelta del alambre induce corriente sobre la vuelta próxima de sí mismo y esto es lo que se llama *auto-inducción*, *self-inducción*, o simplemente *auto* o *self*.

Se llaman corrientes *polifásicas* las que no pasan en el mismo instante por las diferentes fases de sus variaciones respectivas, pues, una, por ejemplo, alcanza su máximo cuando la otra se anula. Hay corrientes *bifásicas*, *trifásicas* etc.; claro que todas tienen que ser alternas.

PRIMEROS AUXILIOS PARA LOS ACCIDENTES OCASIONADOS

POR LA ELECTRICIDAD

Quemaduras.—Para un simple chamuscado doloroso se refresca la parte dañada con agua o hielo; luego se aplica unguento para quemaduras y se venda. Cuando se hayan formado ampollas, no se deberán desgarrar sino agujerearlas para que pueda salir el líquido, lo cual se practicará con una aguja desinfectada previamente. Luego se aplican cuatro tiras de gasa yodofórmica y después algodón hidrófilo y una venda. Antes de cortar la venda hay que lavarse cuidadosamente las manos y luego pasarlas por una disolución de sublimado corrosivo al uno por mil.

Cuando la parte lesionada se halla ennegrecida o si se han formado costras, se aplicarán cuatro tiras de gasa yodofórmica y después algodón y vendaje.

Desvanecimiento.—Desabrochar y aflojar las ropas que puedan oprimir el cuerpo de la víctima. Colocar al lesionado en posición supina, comprobando ante todo si respira todavía. En este caso se le coloca con la cabeza un poco levantada y se le aplican a la frente compresas de agua fresca o de hielo. Se recomienda practicarle luego una punción hipodérmica con aceite alcanforado la que se repite cada diez minutos si el médico no ha llegado.

Si no puede comprobarse ninguna señal de respiración, se pone debajo de las espaldas del paciente una almohada que puede improvisarse con los vestidos o con una manta arrollada. La almohada debe de ser bastante ancha para que quede apoyada la espina dorsal, pero la cabeza quedará pendiente libremente hacia atrás. El que auxilie al paciente se arrodillará; detrás de la cabeza de éste, de cara hacia él, le cogerá por los brazos un poco por debajo de las muñecas y se los levantará de modo que se reúnan casi encima de la cabeza (aspiración). En esta posición estarán fijos los brazos por dos o tres segundos. Después se mueven en sentido opuesto, doblándolos y oprimiéndolos con el peso del propio cuerpo, de manera que las muñecas se apoyen en ambos lados del pecho del paciente (espiración).

Después de dos o tres segundos se estiran nuevamente los brazos, luego se repliegan otra vez sobre los lados del pecho y se repiten estos movimientos unas quince veces por minuto, sin apresurarse y con mayor regularidad posible. Si los que auxilian fueran dos, uno de ellos cogerá la lengua del accidentado con un pañuelo y tirará de ella con fuerza cada

vez que los brazos estén en alto dejándola retroceder cuando estén sobre el pecho.

La respiración artificial descrita debe no abandonarse hasta que se restablezca la respiración natural.

Si ésta no reaparece no hay que desconfiar, debiéndose continuar hasta la llegada del médico o por lo menos durante dos horas, antes de dar por fracasada la tentativa para volver a la vida a la víctima.

No debe de introducirse líquido alguno en la boca del paciente.

APÉNDICE

Aunque ya podía dar por terminada mi tarea, creo muy oportuno dar una ligera idea sobre las turbinas y los saltos de agua, base y fundamento de las aplicaciones de la electricidad. Una masa líquida al caer desde cierta altura, produce un trabajo que puede ser aprovechado. Las máquinas empleadas para recoger la energía producida por la caída de una masa de agua se denominan motores hidráulicos, pudiendo calificarse del siguiente modo:

I.—Máquinas que aprovechan el peso al caer éste libremente de cierta altura. Están constituidas por ruedas provistas de paletas que reciben el chorro de agua y le acompañan en su descenso; estas máquinas se designan con el nombre general de *ruedas hidráulicas*.

II.—Máquinas que utilizan la fuerza viva de una columna líquida. En este caso el agua viene obligada a recorrer una tubería descendente y sale por el extremo inferior de los tubos con una velocidad que depende de la diferencia de nivel. Los motores hidráulicos de esta categoría reciben el nombre de *turbinas*.

El distribuidor formado por una serie de canales es fijo y envuelve la rueda móvil o parte de ella.

El agua a presión, sale de los canales del distribuidor en una cierta dirección y penetra en los espacios comprendidos entre una serie de paletas curvas sujetas entre las dos paredes circulares de una rueda móvil; el líquido cede su energía a estas paletas, descargándose por el lado opuesto al que sirvió de entrada. Las turbinas por la manera de estar combinados la rueda y el distribuidor se dividen en *axiales* y *radiales*. Por la forma en que actúa el líquido se dividen en de *acción* y de *reacción*. Ya indiqué al principio de estos apuntes cómo se calculaba un salto de agua, pero pondré un nuevo ejemplo que servirá de final a esta pequeña recopilación, como modelo del trabajo de una turbina. Sea P el peso del líquido en kilogramos, h la altura en metros del salto, el trabajo será en kilográmetros $W = P \times h$.

Dividiendo W por el tiempo en segundos para que se descargue el peso P del agua, tendremos la potencia en kilográmetros y para obtenerla en caballos de vapor basta dividir por 75.

Ejemplo: metros del salto = 10 m.

Gasto 90 metros cúbicos por minuto.

Tendremos: peso de $90 \text{ m}^3 = 900000$ kilográmetros. grámetros.

Trabajo en un minuto $90000 \times 10 = 900000$ kilográmetros.

$$\text{Potencia} = \frac{900.000}{60 \text{ segundos}} = 15000 \text{ kilómetros por segundo}$$

$$\text{Potencia en caballos} = \frac{15000}{75} = 200 \text{ H. P. nominales.}$$

para lo efectivo se descuenta el tanto por ciento de pérdida por rozamiento.

He terminado la misión que me fue encomendada; como siempre mi deseo fue tomando de aquí y de allá, de este y el otro libro, hacer un resumen que puedan utilizar los maestros. Hasta eso llegan mis pretensiones y de aquí no pasan.

JOSÉ FIGUER DEL VALLE