

ELECTRICIDAD



ARTÍCULOS PUBLICADOS

EN

EL CAMPEÓN LEONÉS

POR

Don Pedro Diz Tirado

Ingeniero de Caminos



LEÓN

Imprenta y Librería de A. Guerrero

1-SAN MARCELO-1

1899

REPUBLICAN

ARTICLES OF ASSOCIATION

OF THE

Don Pedro de Tadeo

Los Angeles

1802

Printed and Published by J. G. ...

JT
COM

ELECTRICIDAD



ARTÍCULOS PUBLICADOS

EN

EL CAMPEÓN LEONÉS

POR

Pedro Diz Tirado



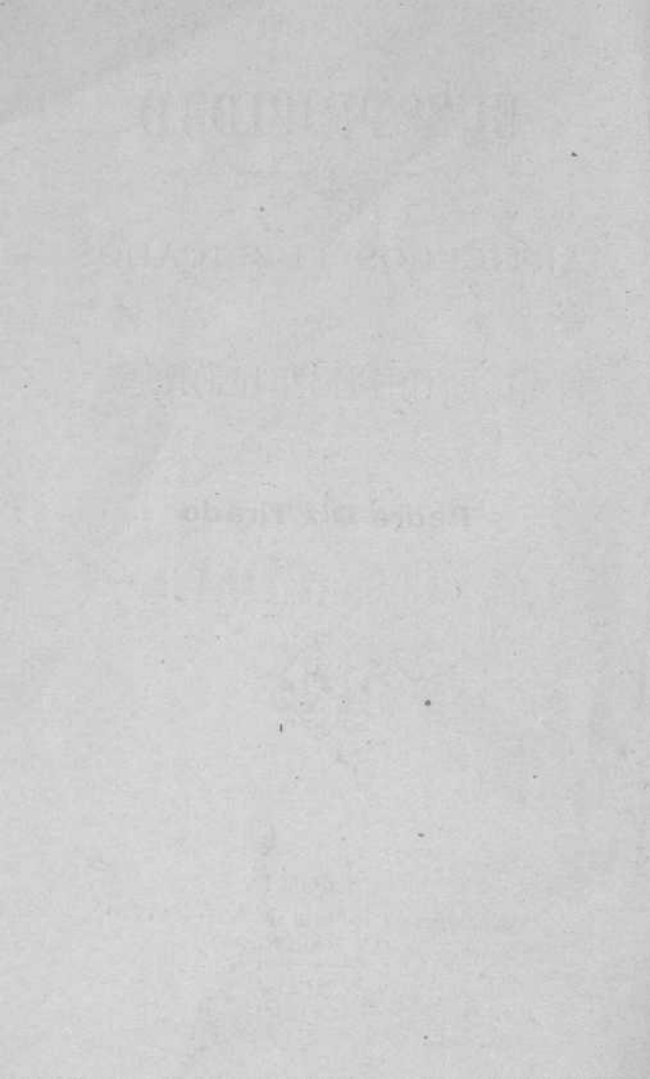
LEÓN

Imprenta y Librería de A. Guerrero

1-SAN MARCELO-1

1899

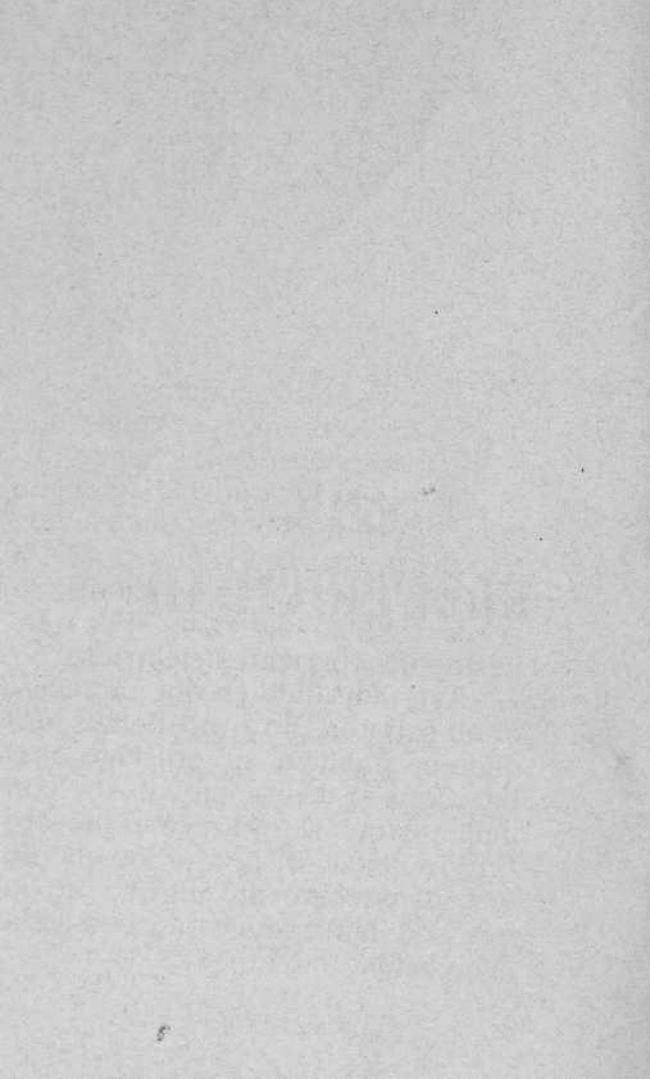
t. 1133725
c.





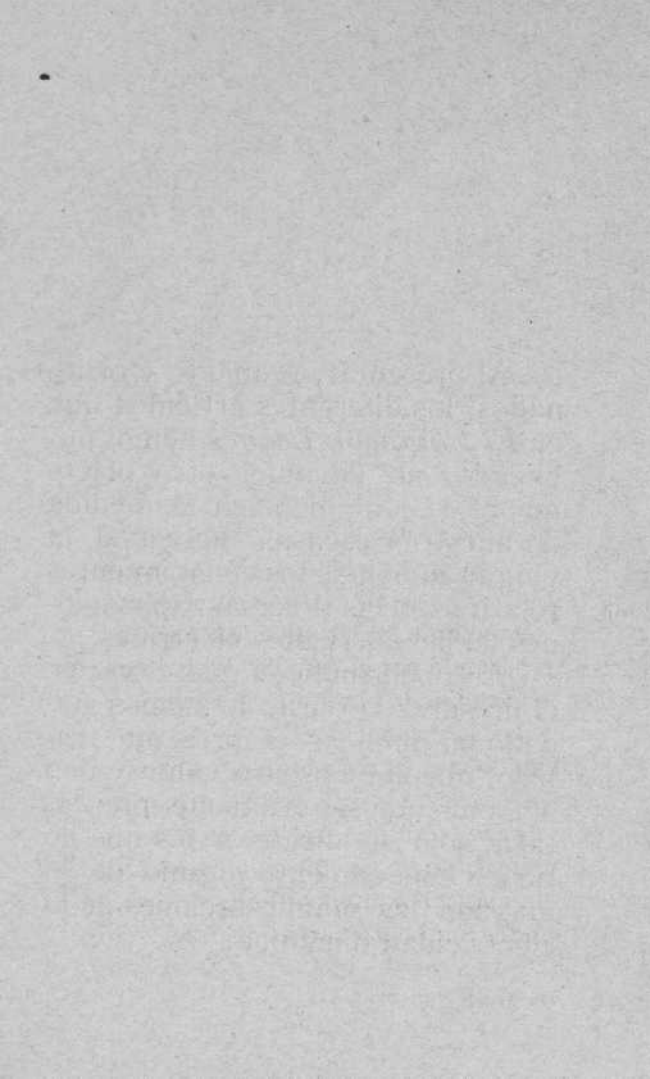
—:— **ELECTRICIDAD** :—





Al presentar, reunidos y ordenados, los diferentes artículos que en *El Campeón Leonés* hemos publicado, no llevamos otro objeto que el de contribuir, en la medida de nuestras escasas fuerzas, á la vulgarización de los conocimientos relativos á las diversas aplicaciones de las corrientes eléctricas.

Así, pensando en que, á veces, el fin salva la obra, no hemos dudado en publicar el presente trabajo, que si de escaso valor y con defectos que seguramente presentará, sólo se dirige, á los que no tienen conocimiento alguno de lo que son las manifestaciones de la electricidad dinámica.



CORRIENTES ELÉCTRICAS

I

Sin penetrar en las sublimidades de la ciencia, ni pretender desarrollar aquí su teoría, vamos á ver si conseguimos explicar claramente los fenómenos eléctricos, empezando por el estudio de las corrientes, acudiendo para ello á ejemplos bien sencillos y conocidos.

El modo más fácil de obtener una corriente eléctrica, es sin duda alguna, por medio de las *pilas*, que se reducen á un vaso que contenga un líquido variable según la clase de aquellas, en el que se sumergen dos láminas ó barras de las sustancias que correspondan á la composición del líquido.

Describiremos una bien sencilla:

En un vaso de vidrio que contenga agua acidulada con ácido sulfúrico, se introducen dos láminas, de cobre una y de zinc la otra y así tenemos una pila, una pequeña fábrica de corrientes eléctricas, bastando para que la produzca, unir por un alambre las dos láminas metálicas, ó mejor aún, como se hace corrientemente, poner en contacto los extremos libres de dos trozos de alambre atados á cada una de las láminas.

El misterioso mecanismo que produce la corriente, las causas que originan el desequilibrio acusado en el alambre, cuando se comprueba en él la corriente, son desconocidos y mientras la ciencia imagina hipótesis más ó menos fundadas para explicarlas, vamos á escojer la más gráfica y cómoda, para poder avanzar rápidamente en el estudio de las manifestaciones todas de dichas corrientes.

La existencia del *éter*, sumamente tenue que penetra y baña todos los cuerpos que en la naturaleza existen, es una ficción de la ciencia moderna, fecunda en

resultados. Por él se explican muchos fenómenos físicos y á él acudiremos para imaginarnos algo que nos asimile la corriente eléctrica á hechos conocidos.

En el seno del líquido de una pila, dentro de las placas metálicas, en el interior del alambre citado, envolviendo y rodeando el sistema de estos tres elementos que componen toda pila, se encuentra el *éter* y para nosotros la corriente eléctrica no es más que un transporte, una corriente de *éter electrizado*, si vale la frase, que circula por el alambre, como puede circular el aire y el agua por un tubo cualquiera.

Procediendo así, haremos sumamente fácil el estudio de las corrientes eléctricas, como iremos viendo en el curso de estos artículos.

Para abastecer de agua á una población se construyen dos depósitos unidos por un tubo que es el acueducto, y se coloca uno de ellos en la montaña, por ejemplo, cuyos manantiales recoge, y el otro en la población.

Este hecho nos va á servir para

explicar las corrientes producidas por las pilas.

Tenemos, en efecto, elementos análogos; dos depósitos comunicándose por un tubo, que reemplazamos por las láminas de las pilas unidas por un alambre, el agua sustituyendo el éter, cuyo transporte queremos estudiar.

Si en nuestro ejemplo, el agua llega á la población, es decir, si por el tubo circula el agua, no es debido á otra causa que á la diferencia de nivel entre los emplazamientos de los depósitos y esta corriente se interrumpirá cuando se agote el manantial, ó si imaginamos por un momento que la caprichosa naturaleza, haga que la montaña baje ó la población eleve su altura.

En cuanto á las causas del manantial, se explican por medio de la atmósfera que rodea y envuelve á la tierra, cuyas desigualdades de presión, temperatura, etcétera, producen la lluvia que concentra el agua en puntos como el manantial de nuestro ejemplo.

Del mismo modo podemos decir existe

en el interior de la pila, una atmósfera de éter, que en virtud del contacto entre el líquido de la pila y las láminas metálicas, reúne aquel al rededor de la lámina de cobre de nuestra pila, y éste, haciendo de depósito situado á mayor altura, lo envía bajo forma de corriente eléctrica, al otro depósito que es la lámina de zinc.

La semejanza es completa y se nos presenta la corriente como un hecho conocido y abordable.

La atmósfera, produce la lluvia y ésta, el manantial que llena el depósito del ejemplo.

A la causa que precipita el éter contenido en el seno del líquido hácia determinada sustancia y lo transporta por el alambre á otra, se le llama *electricidad*.

Y no tratemos de saber más, porque no nos hace falta para el objeto que nos proponemos con nuestro trabajo.

Podemos pues decir que la corriente producida en una pila; es debida á una diferencia de *nivel eléctrico* que se establece entre los dos cuerpos ó láminas introducidos en el líquido y así como cuando

la altura del manantial es menor que la del depósito receptor no hay corriente de agua, al sacar una lámina de la pila la colocamos á un nivel eléctrico tal que no es posible el transporte del éter por el alambre, no hay corriente.

Conviene insistir en que todo cuanto llevamos dicho, respecto á *corrientes de éter* es pura hipótesis ó mejor, es un medio de expresarnos, que no tiene en el estado actual de la ciencia, nada de real á no ser la posibilidad de explicarse por este medio, todas las manifestaciones de las corrientes como en lo sucesivo veremos.



POLOS Y POLARIZACION

II

La corriente producida por una pila es debida á la diferencia de nivel eléctrico que se establece entre las dos láminas sumergidas en el líquido. Tal es la conclusión á que llegábamos en el artículo anterior, valiéndonos para expresarla, de la corriente de agua producida entre un depósito lleno de agua y otro unido á él por un tubo y que tuviera distinto nivel, diferencia de altura que se denomina *carga* de agua y es la causa de todo el movimiento.

Pues bien, en electricidad, se denomina *potencial* el nivel eléctrico de un cuerpo y podemos ya decir que la corriente

eléctrica es debida á una diferencia de potencial entre los extremos del alambre por donde circula, ó mejor, entre los dos *depósitos de éter* á diferente altura eléctrica, que se llaman *polos* de la pila.

Así como el agua se transporta del depósito superior al inferiormentesituado, la corriente eléctrica la consideraremos siempre, marchando desde el polo ó lámina de potencial mayor al de menor altura eléctrica, designando el primero por el *polo positivo y negativo* el segundo de los dos que tiene toda pila.

Sigamos la comparación de la pila con el sistema de los depósitos unidos por un tubo.

Si rompemos éste en un punto cualquiera de su recorrido y tapamos los extremos de los dos trozos, claro es que el agua no circulará, y ejerciendo presión sobre el tapón puesto al trozo del tubo que arranca del depósito superior, se desbordará en éste, conforme va llegando del manantial.

Romper el alambre de la pila cuando circula la corriente, equivale á poner en

cada extremo roto, un tapón de aire, al éter que venía circulando y que ejercerá ahora presión en el extremo del alambre sin poder vencer la resistencia que opone el aire á su paso y podemos imaginar que, no agotándose el manantial, es decir, estando en buenas condiciones el líquido de la pila y las láminas, el éter se desbordará y difundirá en la atmósfera cuando ya *no quepa más* en la lámina positiva de la pila, como se derrama y distribuye en la tierra el agua que no cabía en el depósito.

Si unimos los dos extremos del tubo roto, por un trozo de tubo cualquiera, la corriente de agua se establecerá de nuevo entre los dos depósitos.

De análoga manera se restablece la corriente eléctrica, en el alambre roto de una pila, si unimos los dos extremos por un cuerpo que sirva de *tubo* para el éter, es decir, por una sustancia *conductora* de la electricidad.

Esto último es lo que á diario hacemos con los timbres eléctricos, por ejemplo: el llamador del timbre, no es otra cosa que una

rotura hecha en el alambre, tapando el aire la salida de la corriente por ser cuerpo mal conductor de la electricidad y basta apretar el botón del llamador para que se unan los dos extremos rotos por medio de un trozo de metal que deja paso á la corriente, la que se volverá á interrumpir si levantamos el botón, hecho equivalente á romper de nuevo el alambre.

Ya que de los timbres hablamos, vamos á ver en qué consiste el que aun dando paso á la corriente en el llamador, el timbre no suena, hecho frecuentemente en las instalaciones, que nos enseñará una nueva propiedad en las pilas.

Volvamos para ello al ejemplo de los dos depósitos.

Si el manantial se agota, no podrá llegar el agua al tubo y será debido á una sequía prolongada, es decir por no haber en la atmósfera esa condensación de vapores que hace se produzca la lluvia que alimenta el manantial.

Aun puede suceder, que en los depósitos se obstruyan las entradas del tubo y tampoco circule el agua por él, á pesar de

darla abundante el manantial. En una pila que lleve mucho tiempo de servicio, se observan interrupciones de corriente, sea porque el líquido se *gasta* ó pierde ese poder de condensación de éter hacia el polo positivo, ó porque la lámina que forma éste, se embota ó ensucia con *arrastres*, que ya veremos de donde proceden y no dé salida á la corriente.

En el primer caso es más facil *hacer que llueva*, en la pila cuyo manantial eléctrico se agota, basta renovar el líquido; pero en el segundo, ya es más grave el defecto y hay que sustituir las láminas por otras nuevas.

Cuando esto ocurre, se dice que la pila está *polarizada* y veremos más adelante la verdadera causa de la *polarización* de las pilas, bastando por ahora consignar el hecho, y refiriéndonos al motivo que nos trajo á tratar de él, que cuando los timbres no suenan hay que renovar el líquido y más tarde la pila.

En definitiva, hemos señalado en cuanto llevamos dicho, lo que es una pila, cómo nace la corriente y se conduce á lo largo

del alambre interpolar; hemos visto que en toda pila existen dos *polos*; con cuánta facilidad se interrumpe y se engendra la corriente y cómo muere *polarizada* una pila que sirve cierto tiempo.

No hay que olvidar por último que hemos asimilado las corrientes, á un líquido ó un gas, circulando por un tubo, siguiera sea mera hipótesis.

Las corrientes producidas por las pilas, no son las únicas, es más, no se prestan á las principales aplicaciones industriales, como sucede con las originadas en las máquinas eléctricas, de las que nos ocuparemos en el artículo siguiente.



LA DINAMO

III

Nada más sencillo que llegar, por comparación con otros fenómenos conocidos, á tener idea exacta de cómo se conduce una dinamo de los usados corrientemente en la industria.

Supongamos que, en dos puntos opuestos de un circuito, colocamos dos focos de calor; *positivo*, es decir de temperatura superior á cero, el uno y el otro *negativo*, de gran frío si se quiere.

Unido á la llanta de una rueda, de modo que sea normal á su plano, coloquemos un tubo no lleno de mercurio; si puesta horizontal la rueda, la hacemos girar entre

los dos focos, observaremos que el mercurio subirá al pasar por delante del foco de calor positivo y al alejarse empezará á bajar llegando á adquirir su menor altura, frente al foco de frío ó de color negativo.

Siguiendo el movimiento circular de la rueda, tendremos siempre dos *corrientes* en el tubo, una de mercurio que sube y otra opuesta, al bajar el líquido.

Si en vez de un tubo colocamos varios, claro está que para cada uno se repetirá el fenómeno y aún si son suficientemente flexibles para enrollarlos al rededor de la llanta, como si él tratara de atar á ésta en varios sitios, en cada una de estas espirales así formadas, seguirán originándose movimientos opuestos del mercurio, al pasar frente á los focos de calor y alejarse ó acercarse á ellos.

Hagamos ahora que adaptados á los rayos, sigan los extremos de cada tubo en espiral, hasta penetrar en el cubo de la rueda, que supondremos constituido por una cazoleta ó depósito.

Fácilmente podremos comprender,

cómo haciendo girar la rueda, llegaría á llenarse este depósito, con mercurio que desbordará por los extremos de cada tubo, al dilatarse ó contraerse el líquido, imaginando que por un medio cualquiera se repone el mercurio de los tubos y se disponen éstos de modo adecuado, para que se verifique lo que suponemos.

Hecho finalmente un agujero en el depósito y adaptándole un tubo, podremos obtener una corriente de mercurio á lo largo de éste, corriente que será continua, mientras no cese de girar la rueda, las espirales de llenar el depósito y éste de vaciarse por el tubo que le adaptamos.

Semejante medio de obtener la circulación de un líquido, es bien complicada y sería una locura pensar en cosa parecida para tan escaso resultado.

Pero al ocuparnos de esa máquina ideal, no llevamos otro objeto que el de servirnos de ella para describir una dinamo.

En efecto, las máquinas eléctricas de anillo movil son completamente análogas á la descrita.

Los imanes ó electro-imanes fijos, son los focos de magnetismo que existen en toda dinamo y que en nuestra máquina eran de calor.

El anillo móvil de una dinamo, ese oவில் de alambres que vemos girar en ésta, lo representábamos por tubos arrollados en la rueda y conteniendo mercurio en su interior, como podemos decir que los alambres están llenos de éter.

En el anillo hay rayos metálicos que encajan en un núcleo ó tubo central, también metálico, como penetraban los extremos de los tubos en el depósito.

Al girar el anillo, los alambres, influidos por los focos magnéticos, dejan pasar por su interior al éter y se origina una corriente eléctrica ascendente, por ejemplo, bajo la influencia de uno de los polos y descendente al entrar en la esfera de acción del otro, como subía y bajaba el mercurio en nuestro ejemplo.

En cada grupo de espirales diametralmente colocados en el anillo, se originarán pues, corrientes contrarias á un mismo tiempo que van á parar, por medio de

rayos metálicos, á los que se unen los extremos de los alambres, al cubocentral, que es el *colector* de la dinamo, como iban á reunirse las corrientes de mercurio que arrojaban los tubos.

Así como en el ejemplo, el líquido reunido en el centro de la rueda, podía salir al exterior en forma de corriente continua, podemos en la dinamo adaptar un alambre al colector, que por medio de ingeniosa disposición, suma todos los caudales que aportan las diversas espirales del anillo y lanza al exterior una corriente continua á lo largo del alambre que une sus dos polos ó salidas de corriente.

En artículos sucesivos nos ocuparemos de los diversos elementos de las máquinas, lo que acabará de fijar las ideas respecto al origen de las corrientes eléctricas por ellas producidas.



CORRIENTE UNICA

IV

Conocidas ya las pilas y las corrientes á que dan lugar; descritas la máquina dinamo-eléctrica y la corriente que engendra, cabe preguntar si una y otra son distintas, ó si por el contrario, tienen las mismas propiedades y aparecen sujetas á las mismas leyes, como lo están las corrientes de agua formadas por acumulación de lluvias y la que procede de la fusión de las nieves en las montañas.

Dejemos á la ciencia el indagar si las dos clases de corrientes eléctricas son en el fondo la misma cosa, como única es la causa que produce las de agua citadas y vamos nosotros á buscar en las hipótesis que nos han servido para estudiarlas, esa igualdad que desde luego existe.

La corriente que de una pila procede, hemos visto que tiene por causa una diferencia de nivel eléctrico, que asimilábamos á las alturas de agua, sin que nadie haya podido pensar que el estar un polo más alto que otro influya en la corriente.

Es evidente, que hubiéramos podido atribuir aquella á una diferencia de temperatura eléctrica, entre el polo positivo y el negativo de una pila, estableciéndose entonces la corriente por el alambre, como circula el aire en el tubo de una chimenea; encontrábamos así los dos focos de calor que imaginamos para explicar las corrientes de inducción en las máquinas.

Vemos, pues, que las palabras nivel, altura y temperatura eléctricas, no tienen ningún valor y han nacido de las hipótesis adoptadas para guiarnos, pudiendo decir de una y otra corriente, si queremos hablar con propiedad, que son debidos á una diferencia de *potencial* establecida entre dos puntos de un alambre.

Diríase que esta energía, es el sol de

los fenómenos eléctricos como el sol de nuestra tierra, la causa principal de las corrientes de agua.

Una tormenta produce lluvias, aumenta y hace nacer corrientes de agua, que surcan los valles, verdaderos conductos, adheridos al sistema de montañas. El sol, ha condensado las nubes y los millares de moléculas de vapor de agua que las constituyen se precipitan ansiosas sobre la tierra ávida de ellas.

El agua aprisionada en los repliegues de las nevadas montañas, no espera más que un rayo de sol para escapar y animarse y moverse, circulando por la tierra, como se agitan y circulan las aguas del río que las llama.

El sol pues, crea corrientes de agua nacidas de movedizas nubes y engendra rios hijos de inmóviles y congeladas masas sólidas.

Así el *potencial* eléctrico, hace nacer corrientes eléctricas en el seno de un líquido, en las pilas y las produce también en las máquinas eléctricas.

No hay más que una sola corriente

eléctrica, la causa es única, solo varían los medios de transformación; tales son, las conclusiones que deducimos y es lo que la ciencia explica de distintas maneras. Bástenos á nosotros comprender que puede ser así, como creemos haberlo demostrado.

El potencial eléctrico es de tal importancia y hemos de nombrarle tantas veces, que bien merece nos fijemos algo en él, para darnos cuenta clara de lo que es.

No es una fuerza, como lo es el viento, por ejemplo, y sin embargo, le atribuimos una corriente eléctrica que para nosotros, es un transporte de éter á lo largo de su cuerpo conductor.

No es una fuerza, como la gravedad que precipita un rio por la pendiente de su cauce, y no dudamos en achacarle el movimiento del éter encauzado en un alambre.

Pero observemos que el viento no circula, no causa los estragos de que es capaz, si no existe la diferencia de presión entre las capas atmosféricas que le originan. Ni el agua fertiliza extensos

campos, é inunda y arrastra otras veces cuanto á su paso se opone, si no hay una diferencia de altura que cause el movimiento.

El viento tiene por causa una diferencia de presión y la gravedad no mueve los cuerpos si no hay diferencia de nivel. De la misma manera, la fuerza que mueve la electricidad, que hace circular una corriente, que se la domina fuerza *electro-motriz*, no actúa si no hay *diferencia de potencial*.

Este es pues, la causa de la fuerza electro-motriz y potencial, son dos palabras, que sin ser sinónimas pueden emplearse indistintamente, como en lo sucesivo haremos.



FOCOS DE MAGNETISMO

V

Vimos en los artículos anteriores, que una dinamo constaba de los siguientes elementos:

Focos de magnetismo.

Un anillo con alambre enrollado en él.

Un colector, situado en el centro del anillo.

Hicimos ver también, el papel de cada uno y cómo podíamos darnos cuenta de su respectiva influencia. Vamos á estudiarlos separadamente, para penetrarnos mejor de las causas que motivan la corriente originada.

El clásico experimento del ambar

atrayendo pedazos de papel y cuerpos ligeros muy diversos, es conocido y análogo al de la *pedra imán*, que se encuentra en la naturaleza atrayendo partículas de hierro.

El primero es debido á la electricidad, el segundo, al magnetismo y así como aquél en nada se parece á la electricidad circulando en forma de corriente, se nos presenta el magnetismo bajo forma bien distinta en el segundo, á como lo hemos venido considerando, engendrando corrientes eléctricas.

Esta propiedad no es la única que posee esa piedra, entre otras, tiene la más particular de comunicar su poder de atracción y sus cualidades todas, á cualquier pedazo de hierro ó acero que con ella se frote; su fecundidad es tal, que puede engendrar infinidad de imanes de acero, por ejemplo, sin que ella deje de seguir siendo lo que era, una *pedra imán* con todas, absolutamente todas las propiedades que le comunicó la naturaleza. He aquí una gran ventaja, si lo que venimos diciendo del magnetismo ha de servir

para algo, pues en vez de emplear piedras naturales podemos escoger barras de acero, que son más prácticas, más industriales y más fáciles de manejar.

Descubriendo otra propiedad, observamos en las barras de acero ó imanes artificiales que á tan poca costa hemos obtenido, presentan en sus extremos dos puntos dotados de propiedades distintas; son dos hermanos de caractéres completamente opuestos, lo que el uno atrae lo repele el otro: puestos en frente uno de otro dos puntos de estos de distintos nombres, pertenecientes á dos barras imantadas, se atraen y si son del mismo genio, de igual naturaleza, los que presentamos frente á frente, se repelen.

Si suspendemos libremente, por medio de hilos atados en el centro, varias barras imantadas, veremos que todas se colocan en la misma posición, se orientan próximamente en la dirección Norte-Sur de la tierra y que en todos son siempre los mismos extremos los que miran al Norte y los que se dirigen al Sur, por mucho que desviemos momentáneamente las

barras de su posición de equilibrio, libremente escojida por ellas.

Podemos, pues, definir estos puntos que se encuentran en los extremos de todo imán, diciendo que es un polo norte aquél que suspendido el imán libremente se dirige hacia el Norte y polo sur el opuesto que se inclina al polo sur de la tierra.

Estos dos puntos, son los focos de magnetismo á que nos referíamos al describir una máquina eléctrica, son las fuentes de donde nacen las corrientes obtenidas por medio de aquella.

Como hemos visto, no hace falta el contacto para que el magnetismo ejerza su acción.

Así se ve, que un polo norte puesto en presencia de limaduras de hierro las imanta, crea en ellas dos polos, y atrae hacia sí el de nombre contrario y un polo sur, ejerce acciones inversas y si ahora pasamos de las partículas de hierro, á las moléculas constitutivas de un alambre conductor, tendremos que, considerando cada una como un imán, al entrar en la

esfera de acción de un polo magnético, actúa éste sobre aquellas y produce una nueva disposición de las moléculas y el alambre adquiere un estado particular que nosotros acusamos, diciendo es recorrido por la corriente eléctrica.

Es algo así, como una *dilatación magnética*, que deja paso libre al eter, para circular por el alambre.

Un imán artificial cualquiera, tendrá sus dos polos, dos focos de magnetismo de nombre contrario y dándole forma apropiada para poner uno en frente de otro ambos extremos, podremos tener la fuente de donde saldrán corrientes eléctricas, si hacemos girar entre ellos, alambres conductores.

Tales son los focos de las máquinas *magneto-eléctricas*, los únicos de que dispuso la industria en la reducida escala de sus primeras aplicaciones.



ELECTRO-IMANES

VI

Conocemos ya un medio de obtener focos de magnetismo, capaces de engendrar corrientes eléctricas, por el mero hecho de mover un alambre de cobre, dentro de su esfera de acción, en el *campo magnético* creado por ellos, si queremos decirlo científicamente.

Poco es ésto, para el papel que desempeña hoy la electricidad: el poder de esos imanes artificiales, es pequeño relativamente y para conseguir corrientes eléctricas de las usuales en las aplicaciones prácticas, habría necesidad de imanes mucho más potentes, de mayor masa magnética, barras de acero de volumen y peso

tal que se salen fuera del terreno práctico.

Vamos á conocer un medio de obtener focos de mayor potencia y para ello, acudiremos á un ejemplo, que nos dé idea clara de la manera de crearlos.

Imaginemos un tubo de hierro, análogo á los de vidrio en los termómetros; llenemos el depósito ó ampolla, de agua y la parte recta arrollémosla en espiral, alrededor de una varilla de hierro, por ejemplo.

Claro es, que si por un medio cualquiera hacemos hervir el agua, se establecerá á lo largo del tubo una corriente de vapor, que durará hasta que se haya evaporado toda el agua contenida en el depósito y esta corriente, habrá comunicado calor, habrá elevado la temperatura de la varilla.

Sustituyamos ahora el tubo, por un alambre de cobre que arrollemos sin que se toquen las espiras, á lo largo de una barreta de hierro dulce, interponiendo entre ambos una sustancia aisladora cualquiera; tenemos ya un sistema análogo al

del tubo en espiral y la varilla de antes. En vez de la lámpara ó foco de calor que nos sirviera para calentar el agua, pongamos un foco de energía eléctrica, una pila por ejemplo; tan pronto como unamos á ella los extremos del alambre, la corriente eléctrica se establecerá en las espiras y el núcleo ó barra de hierro se imanta.

Es un fenómeno análogo al del ejemplo. En éste, una corriente de vapor, comunicó calor á la varilla y aquí una corriente eléctrica comunica magnetismo á la barra. Como sucedía en aquél al dejar de calentar el agua, cesa la corriente en el alambre, al separar uno de sus extremos en la pila; la varilla se desimanta como se enfriaba el agua del tubo al no pasar vapor.

La varilla que experimentamos, adquiere las propiedades todas de un cuerpo á elevada temperatura.

La barra de hierro se convierte, mientras pasa la corriente, en un verdadero imán, presenta sus dos polos y puede ser foco de magnetismo en una máquina.

A estos imanes, creados por las

rrientes, se les da el nombre de electro-
imanes.

Sus polos tienen más potencia que los
creados por rozamiento en barras de ace-
ro y ésta es una primera ventaja que lle-
van las dinamos, en las que siempre se
emplean aquellos, á las máquinas magne-
to-eléctricas.

Esta mayor potencia, va unida á un
reducido volumen y es por último muy
fácil aumentarla ó reducirla actuando so-
bre la corriente que mantiene el magne-
tismo en los electro-imanes.

Gracias á ellos, ha podido avanzar á
pasos agigantados la electricidad diná-
mica.



INDUCIDO—COLECTOR

VII

Dijimos en el artículo anterior, que los focos de magnetismo empleados por la industria en las máquinas dinamo eléctricas estaban constituidos por electroimanes.

Las corrientes originadas por imanes ó electroimanes, que lo mismo es para el caso, reciben el nombre de corrientes de *inducción magnética* ó corrientes *inducidas*.

El segundo de los elementos principales que señalamos en las dinamos, es en el que nacen corrientes de inducción, al moverse en un campo magnético. De ahí, que á este órgano esencial, se le dé el

nombre de *inducido* y como al mismo tiempo los electro-imanés son los que inducen ó engendran estas corrientes, á ellos se les domina *inductores*.

Vamos á ocuparnos ahora del inducido.

El hecho elemental, el embrión de éste, es el cambio de posición relativa de un polo magnético y un alambre conductor. Poco importa que sea éste el que se mueva y el polo permanezca fijo, ó que por el contrario, se desplace un polo ante un alambre fijo, en ambos casos, se origina la corriente de inducción, esa *dilatación magnética* de que hablamos anteriormente, como se dilata lo mismo un cuerpo al pasar cerca de un foco de calor, que cuando es éste el que se mueve en las cercanías de aquel.

Hay en efecto máquinas de *inducido movil* y otras en las que se mueven los inductores, ó *inducido fijo*.

Mientras no digamos otra cosa, nos referimos en todo lo que sigue á las primeras que son las mas corrientes.

Imaginemos un carrete constituido

por un núcleo de hierro, al que arrollamos alambre forrado con una sustancia aisladora, remplazando ambas cosas la madera y el hilo de los que se venden en el comercio. Si aumentamos las dimensiones, quitamos los rebordes y doblamos el núcleo hasta unir un extremo con otro, haciéndole tomar la forma de anillo, tendremos formado el inducido de una dinamo.

Completa el *colector*, la parte móvil de la máquina y se reduce este órgano según digimos anteriormente, á un cilindro que hace las veces del cubo de una rueda, pues que de él parten rayos que se sueldan al anillo del inducido.

Si gira el colector con los rayos, éstos arrastran al inducido y se originan así corrientes en los alambres, las que podemos hacer llegar al centro de la rueda, con solo poner en contacto el alambre con cada uno de los rayos.

Tales son en líneas generales, los enlaces entre el colector y el inducido, que constituyen la parte móvil de la dinamo que describimos.

En el artículo siguiente veremos de qué manera se recoge la corriente sumando las parciales engendradas en el inducido. Acabaremos de describir el colector fijando bien su importante papel.



POLOS DE LA DINAMO

VIII

Recordemos que al describir la dinamo, dijimos que las corrientes originadas en el inducido, eran de sentido contrario en cada dos puntos opuestos de él, es decir, que en cada par de rayos ó láminas del colector situados en un diámetro del anillo, circulan corrientes que se dirigen al centro en el uno y que van hacia fuera en el otro: si los unimos por un alambre, la corriente irá del uno al otro.

Para recoger la de todos los pares de láminas, situados en cada diámetro del inducido, habríamos de tener otros tantos alambres, que los unieran dos á dos y lo que se ocurre es no hacer tal unión, sino

dejar que al girar la rueda, vayan *tropezando* los rayos, con los extremos del alambre. Este contacto, basta para que dejándolos fijos, éntre siempre la corriente por un extremo y salga por el otro, con igual valor, pues sabemos que si en el giro del inducido la corriente va cambiando, adquiere idéntico valor cada vez que pasa por un mismo punto del circuito. A los dos extremos del alambre, se les denominan *polos de la dinamo*, y claro está, que hemos de situarlos en los puntos por los que sabemos adquiere la corriente su máximo valor.

La línea de los polos de la dinamo debe ser teóricamente normal á la de los polos creados por los inductores. Tal es la posición en que la corriente recojida es máxima.

Se comprende que con los repetidos choques que recibirían los alambres, si los colocáramos como hemos dicho, se destruirían bien pronto y además faltaría la corriente, cada vez que quedara en el aire, en los intervalos de dos rayos consecutivos; la corriente no sería continua.

Para evitar ésto, basta disponer el alambre, de modo que deje de tocar á un rayo, cuando empiece á chocar con el siguiente y para que no se desgaste, constituir sus extremos con una sustancia resistente y que se apoyen en una superficie continua de modo que no reciba golpes.

En una palabra, sustituir el aire por una sustancia aisladora que separe los rayos y terminar el alambre por dos láminas de carbón por ejemplo, que serán las que rocen sobre la superficie continua que formemos.

Esta, la constituye el cilindro central ó *colector* y aquéllas, las *escobillas* de la máquina, que hacen las veces de freno aplicados al cubo de la rueda, á que asimilábamos el conjunto del inducido y colector.

Circulan corrientes en los alambres del inducido, al girar entre los inductores y afluyen por medio de las láminas, al colector, como afluyen al corazón por las arterias, la sangre que por las venas circula en el organismo humano.

La corriente eléctrica sale al exterior

por un polo de la dinamo y á ella vuelve, prestando calor, luz, movimiento, vida, en fin á la industria, que la recoge en aparatos adecuados, como vivifica y anima á un ser viviente, la sangre ó savia que por las venas corre, para volver al corazón que la dió salida.

Tal es el funcionamiento de la máquina, que vemos posee un órgano esencial, su *colector*, que es el corazón de este mecanismo, cuya disección hemos hecho en el curso de estos artículos.

En los sucesivos, veremos cómo se aprovecha su actividad, de qué manera la corriente se conduce, cómo hemos de considerarla y á qué leyes se sujeta.



INTENSIDAD DE CORRIENTE

IX

Conocidas con todo detalle las fuentes de donde nacen, vamos á entrar ahora en el estudio de las leyes que rigen las corrientes eléctricas. Y como siempre hemos de buscar hechos conocidos, á los que puedan asimilarse los que tratamos de investigar.

Es el proceso de siempre. Busca el hombre en las tinieblas de la ciencia que desconoce, referencias, puntos fijos, luces

que aclaren su entendimiento; estos focos, estas señales y estas indicaciones, se las dan los hechos que irradian luz vivísima y acaban por ser barreras indeformables, encerrando las teorías de la ciencia que á sus expensas se forma.

Decimos esto, porque á nada mejor que á la teoría de las corrientes se puede aplicar.

Demuestran los hechos, que no siempre la corriente es igual, que influye en ella el alambre ó cauce que la conduce; que los efectos que puede producir, no son iguales y se observó que en todo se manifiesta, como si se tratara realmente del transporte de algo material, que se moviera á lo largo del alambre, como se mueve el agua que por tubos hacemos circular.

De ahí su nombre, de ahí las hipótesis del éter transportado y los progresos rápidos en la comprobación de las manifestaciones todas de las corrientes.

Consideremos el agua circulando por un tubo. Sabemos que se llama caudal del tubo, á la cantidad de agua que sale por

él en un tiempo determinado; como se aforan las corrientes naturales, por el número de litros que atraviesan una sección cualquiera de su cauce.

Del mismo modo, las corrientes eléctricas tienen su caudal de *éter electrizado*, poseen más ó menos cantidad de electricidad circulando en un tiempo fijo, por una sección cualquiera del alambre. A la unidad de medida, al *litro* en electricidad, se le denomina *coulomb* y en vez de decir litros por segundo para designar el gasto, decimos *coulombs* por segundo y para abreviar, al gasto de un *coulomb* se le denomina *ampere*.

Tenemos pues dos unidades, una el *coulomb* que mide cantidad y otra el *ampere* que indica gasto ó sea *intensidad* de corriente. Decir corriente de veinte *amperes* es lo mismo que indicar, que la corriente gasta veinte unidades de cantidad en un segundo ó que en ese tiempo pasan por cada sección veinte *coulombs*.

La intensidad de corriente al ser comprobada por múltiples experiencias, hizo nacer la necesidad de sujetarlas á medida

y así, con las unidades escogidas, podremos comparar unas con otras y sabiendo que son distintas, buscar las causas de la diferencia. Esto es lo que veremos en los artículos siguientes.



POTENCIA Y RESISTENCIA

X

No siendo para nosotros una corriente eléctrica, otra cosa que un *rio de eter* que marcha por un conductor metálico y habiendo dicho que la causa de ese movimiento está en la diferencia de potencial establecida entre dos puntos del alambre, es fácil comprender, cómo la intensidad de la corriente, que señalamos en el artículo anterior, depende en primer término del valor de esta diferencia, como varía el caudal de agua que puede circular por un tubo, con las alturas respectivas de las secciones de entrada y salida del líquido.

Así sucede en electricidad, que la

intensidad de una corriente es tanto mayor cuanto mayor es la diferencia de nivel eléctrico que los origina. Dicho de otro modo. La intensidad varía proporcionalmente al potencial, al igual que varía el gasto de agua, de un tubo, con la altura de caída.

La idea del potencial y su medida, no se presenta tan clara como la de intensidad de corriente y es que ésta podemos materializarla por gasto de *eter*, de algo que vemos moverse, siquiera sea con la imaginación y el potencial, según digimos en otro artículo, es una cualidad de la corriente, como lo es la temperatura de los cuerpos.

La unidad que mide los grados de temperatura, el metro que acusa el desnivel, el kilogramo que indica la presión eléctrica, que á todas estas cosas puede asimilarse el potencial, es el *volt* y una corriente de muchos volts, de gran voltaje, puede dar lugar á muchos amperes. Pero esto no basta.

En efecto, la diferencia de potencial entre el polo positivo de una dinamo ó

pila y los diferentes puntos del alambre conductor, va haciéndose mayor á medida que nos acercamos al extremo ó polo negativo, es decir, que la corriente va perdiendo potencial, presión ó altura eléctrica, como pierde altura y presión el agua, ó un gas que circulen por un tubo. La semejanza entre la corriente y los fluidos, que venimos señalando, hace pensar que esta pérdida, sea debida á las mismas causas que las de altura de agua por ejemplo, es decir, que hay un elemento que se opone al paso de la corriente, que presenta *resistencia* y éste es el conductor.

El rozamiento de los filetes líquidos entre sí y principalmente con las paredes de un tubo, es causa de la pérdida de carga, en el agua que por él circula; del mismo modo el potencial decae á lo largo de un conductor recorrido por la corriente, porque éste le opone resistencia.

La influencia del conductor en la corriente, se comprueba facilmente y como siempre, hace falta un punto de referencia, una unidad de medida, que en este caso se la denomina *ohm*. Así todo

conductor, tiene su *resistencia*, su coeficiente de conductibilidad, como tienen distintos coeficientes de razonamiento, los cuerpos considerados bajo el punto de vista hidráulico.

En el artículo siguiente, veremos como se enlazan los tres elementos de la corriente, es decir, su potencial é intensidad y la resistencia del conductor.



LEY DE OHM

XI

Conocida la resistencia de un conductor, veamos ahora como influye, no sólo la naturaleza, es decir, que sea un metal ú otro el que forme el cauce para la corriente, sino también sus dimensiones. Porque del mismo modo que no marcha con igual velocidad el agua por estrecho que por amplio cauce, no circula lo mismo la corriente eléctrica por un alambre de reducida sección, que por un grueso cable y precisamente en eso está fundado el alumbrado por incandescencia, del que nos ocuparemos más adelante.

La resistencia de un conductor, varía con la sección, y aumenta á medida que

ésta se reduce en dimensiones y como la resistencia hace perder potencial, según vimos en el artículo anterior, un alambre delgado, hará sea mayor la pérdida al circular la corriente, que otro de sección mayor.

Residiendo en el conductor la causa de dicha pérdida, no necesitamos esforzarnos para comprender que su longitud es otro elemento que influye desfavorablemente en el potencial, ó mejor, que el potencial de una corriente, á lo largo del alambre por donde circula, varía en razón inversa de la longitud de éste. Así pues, si queremos hacer llegar la corriente de un punto á otro, perdiendo poca altura, convendrá unirlos por un cable grueso, de buena conductibilidad y de corta longitud. Tales son los tres factores que entran en juego, para sujetar la corriente dentro de los límites que tiene marcados.

Hay en efecto, una ley muy sencilla que enlaza el potencial, la intensidad y la resistencia, ley formulada por Ohm, que lleva su nombre y que nos dice: *el potencial*

en un punto cualquiera de un circuito recorrido por la corriente, se obtiene multiplicando la intensidad por la resistencia del conductor en aquel punto.

Circula la corriente por un alambre telegráfico; pues á la salida, en el camino y á la llegada al receptor, vá sujeta á dicha ley. Llega desde la fábrica, la corriente á una lámpara y en aquella, en el trayecto y en la lámpara, la ley vá verificándose. Originase la corriente en una dinamo, se transporta á centenares de kilómetros, y se aplica á un motor eléctrico, siempre el potencial vá siendo igual á la intensidad por la resistencia. La generalidad de la ley de Ohm dentro de el campo de las corrientes, es tal que bien pudiéramos decir si vale la frase, que la electricidad circulando no hace más que transportar la ley y esparcir por todas partes el nombre de aquel sabio que primero la comprobó. Por esto es grande su importancia, y no puede darse un paso en el estudio de las corrientes, sin conocer su sentido y alcance.

Es por lo que nos hemos detenido, en

esta parte árida de nuestro estudio, fijando bien los caracteres todos de los tres elementos que en ella entran. Porque la ley de Ohm, ha sido una de las semillas, que cultivada por diferentes sabios que le siguieron, produce los provechosos frutos, que recojemos hoy en las diversas aplicaciones de las corrientes eléctricas.



POTENCIA ELÉCTRICA

XII

Conocido es de todos el partido que se puede sacar del agua como motor y los efectos que es capaz de producir. Un molino, por ejemplo, que utilice tal medio, sabemos puede trabajar más ó menos, según la cantidad de que disponga y con arreglo al salto ó desnivel, que exista entre la altura del agua situada encima de la presa y la que tenga una vez pasado este obstáculo.

Si el caudal es grande y el salto también, el molino trabaja mucho, tendrá más potencia que otro que con la misma cantidad de agua, tenga un salto menor

ó que con igual salto posea más escaso caudal.

Así, pues; lo mismo se expresa, diciendo que un molino muele tantas cargas al año, como con decir que el agua trabaja una cantidad, representada por el producto del caudal diario, por la altura del salto y por el número de días laborables en el año.

Pues bien, una pila ó una dinamo, es un salto aprovechable, es una fuente capaz de producir trabajo eléctrico, por medio de la corriente que desarrolla. Aquí también, como en el ejemplo anterior, se mide dicho trabajo por el producto del potencial por el tiempo al cabo del cual se quiere hallar y por el caudal eléctrico ó intensidad de corriente.

Así como se aprovechan en un río los diferentes saltos ó desniveles que su cauce ofrece, para obtener fuerza ó mejor potencia hidráulica, capaz de mover artefactos diversos, se pueden establecer á lo largo de un conductor por el que atravesase la corriente, aparatos adecuados, lámparas ó motores, por ejemplo, que

recojan y den forma práctica á la potencia que representa la corriente.

El trabajo que es capaz de desarrollar ésta en un segundo, se mide por el producto de la fuerza electro-motriz ó potencial, por la intensidad y se denomina *potencia eléctrica*, habiéndose adoptado el *wat* como unidad de medida y se mide en *wat* la potencia de una máquina eléctrica, como se indica por caballos de v por la de una turbina, por ejemplo.

Vemos pues, que no ya la dinamo, cuyo organismo resulta complicado si la comparamos con una pila, sino esta misma, puede producir trabajo, es una fábrica, capaz de engendrar energía aprovechable.

Al ver una máquina de vapor, una locomotora, por ejemplo, con su voluminoso, complicado y robusto organismo, se comprende que pueda arrastrar grandes pesos, producir mucho trabajo; una enorme piedra de un molino, moviéndose, cualquiera comprende lo mucho que trabajar puede; y en una palabra, grandes masas, máquinas complejas, produciendo

grandes efectos, es cosa corriente que á nadie choca. Lo que á primera vista no se alcanza es, que la modesta pila y la sencilla dinamo, puedan mover un motor, sean fuentes de calor y acaben por deslumbrarnos produciendo luz; cómo se verifica todo esto, lo iremos viendo en el curso de estos artículos.



AGRUPACION DE PILAS

XIII

Antes de entrar en el estudio de las diversas aplicaciones de las corrientes, indicaremos el medio de obtenerlas, de mayor potencia que la que representa un sólo generador y más aún, corrientes de mucho potencial ó de gran intensidad. En una palabra, veremos la asociación de varios generadores, para no detenernos luego, en las aplicaciones, por falta de potencia disponible.

La energía eléctrica, sabemos es el producto del potencial por la intensidad y por consiguiente, obtener un generador de más potencia que otro, puede hacerse de tres modos: aumentando el potencial,

consiguiendo mayor intensidad ó las dos cosas á la vez. De ahí los diferentes resultados obtenidos con las pilas, según la manera de agruparlas.

Estudiaremos primero la agrupación de éstas y luego con más facilidad, el acoplamiento análogo de las dinamos.

Acudimos como siempre á hechos conocidos, que nos sirvan de guía. Es evidente, que si tenemos un salto de agua de *veinte* metros, excesivo para el trabajo de la rueda de un molino por ejemplo, podemos sin embargo aprovechar aquél, estableciendo *diez* ruedas á lo largo del cauce y de modo que cada uno utilice un salto de *dos* metros. Hemos conseguido así, obtener una serie de elementos ó aparatos hidráulicos, que entre todos producen un trabajo superior á las fuerzas de uno sólo.

Las pilas se prestan á una agrupación análoga. Basta enlazar la lámina de zinc de una, con la de cobre de otra y el zinc de ésta con el cobre de la siguiente, refiriéndonos siempre, á la pila de agua acidulada, cobre y zinc, que nos sirvió como

tipo; así, enlazando *veinte* pilas que tengan el potencial como *uno*, conseguiremos entre el cobre del primero y el zinc del último un potencial de *veinte* unidades. Tenemos pues, una serie de generadores, que como en el caso del ejemplo, pueden producir un trabajo mucho mayor, veinte veces más según los datos apuntados que el de uno sólo.

Cuando varias pilas se unen como hemos indicado, se dice que están agrupadas en *tensión ó serie*. La corriente total, es la misma de una pila sólo, pero el potencial y por tanto la potencia ha aumentado en proporción al número de elementos.

Sea ahora, un salto de agua de *dos* metros pero cuyo caudal es *diez* veces mayor que el necesario para mover la rueda de un molino. Podremos aprovechar todo el valor del salto, estableciendo, á lo largo de la presa y una junto á otra, *diez* ruedas iguales y derivando para cada una, el caudal necesario. La fuerza que representa el salto puede ser igual que la del anterior. Allí la altura era excesiva y aquí lo es el caudal y para aprovecharla en uno y otro

caso, ha habido que colocar de diferente manera los motores: á lo largo del cauce antes y transversalmente ahora: escalarlos primero, dividiendo la altura y alinearlos, repartiendo el caudal después. Los elementos son los mismos, varía su agrupación.

Enlacemos ahora, las *veinte* pilas á que nos referimos antes, de manera que los conductores unidos á las láminas de zinc, concurren todos en un punto y del mismo modo los del cobre, se reunirán en otro. Ambos centros de reunión, constituyen los polos del sistema de veinte elementos.

La diferencia de potencial que existirá entre estos polos, será la de una pila sólo, pero si los unimos por un alambre, obtendremos una corriente *veinte* veces mayor. El salto ha permanecido constante, pero el caudal ó intensidad ha aumentado en proporción al número de elementos, resultando así la corriente de cada pila *derivada* de la total, como derivábamos del cauce el caudal necesario para cada rueda de nuestro ejemplo. Cuando se reúnen en

esta forma las pilas se dice que están montadas en *derivación* ó en *cantidad*.

Finalmente, se comprende que cabe la agrupación *mixta* ó en *series paralelas*, de varias pilas, ó sea unión en *cantidad* de grupos de pilas montadas en *serie*, aumentando aun más la potencia del sistema.



Clases y agrupación de máquinas

XIV

Aparte del acoplamiento análogo á la agrupación que para las pilas hemos estudiado, admiten las dinamos diferentes disposiciones, que vamos á examinar.

Para ello hemos de recordar que los inductores, el inducido y el colector son los tres elementos esenciales de toda dinamo: que los primeros son los que forman el campo magnético necesario para que al girar el inducido nazca la corriente que recoge el colector.

Los inductores necesitan una corriente, que circule por ellos continuamente, para que se sostenga el magnetismo en el núcleo de aquellos y por lo tanto parece

á primera vista, que no hay más medio de obtener corriente en el dinamo, que valiéndose de otra fuente que alimente los inductores. Así en efecto sucede para las máquinas de *excitación separada ó independiente*.

El núcleo de inductores que han estado funcionando por algún tiempo, conserva siempre, algo del magnetismo que le comunicó la corriente y por lo tanto, si ante sus polos se giran los alambres del inducido, se originará en este una corriente debil en un principio, pero suficiente para que haciéndola pasar al rededor de los inductores, sea como el soplo que aviva las cenizas de dominado incendio, y aumente y sostenga el magnetismo del núcleo y se cree ella misma el campo ó atmósfera en que ha de vivir y conservarse.

La máquina así dispuesta, es decir, en la que, la corriente engendrada pasa íntegra por los inductores, se denomina *dinamo-serie* ó de excitación en serie.

Si en vez de pasar toda la corriente de la máquina por los inductores, es, sólo

una parte de ella, que derivamos para alimentar los electroimanes, obtendremos las dinamos en *derivación* ó *shunt-dinamo*.

Por último podemos enrollar en los inductores, el alambre exterior y otro derivado, ó sea, reunir los dos enrollamientos anteriores, recibiendo entonces la máquina el nombre de *compound*.

Vemos pues, que las máquinas *serie shunt* y *compound*, no necesitan corriente extraña que alimente sus inductores, ellas mismas se excitan, son *auto-excitadoras*.

Las diversas clases de máquinas que hemos señalado tienen diferentes propiedades, que las hacen aptas para otras tantas aplicaciones, en cuyo examen no hemos de entrar, dada la índole de estos artículos.

Cualquiera de las dinamos admiten las mismas agrupaciones indicadas para las pilas, bastando unir sucesivamente los polos de nombre contrario, para tener acopladas varias máquinas en *serie* ó *tensión* y reunir en un solo punto, todos los

polos positivos y los negativos en otro para acoplarlas en *derivación ó cantidad*, aumentándose en el primer caso el potencial y en el otro la intensidad, en proporción al número de elementos, del mismo modo que sucedía para las pilas.

Tales son las variaciones que admiten y la asociación de fuerza á que se prestan las máquinas dinamo-eléctricas.



ELECTROLISIS

XV

Uno de los fenómenos más notables, á que dan lugar las corrientes eléctricas, es el conocido con el nombre de *electrolisis*, del cual vamos á ocuparnos, antes de examinar las diversas aplicaciones de aquellas, porque en él tienen su fundamento importantes servicios prestados por la corriente.

Si en un vaso que contenga una disolución de una sal química, introducimos dos láminas metálicas enlazadas á un generador de corriente, podrá suceder, que ésta pase á través del líquido de una á otra lámina, ó que, no pudiendo vencer

la resistencia que aquel le opone, se interrumpa la circulación eléctrica. En el primer caso, no atraviesa la corriente, sin descomponer en sus dos elementos el líquido del vaso y decimos dos, porque toda sal química ó disolución descompuesta, puede considerarse formada por un *metal* ó cuerpo que haga sus veces y por un *radical*.

Así también en términos generales, podemos afirmar, que un río no ataca un cauce rocoso y que, cuando socava las orillas, lo hace siempre, separando la piedra de la tierra con cuyos dos elementos se forman aquellas, y asimilando, el metal es como la piedra de nuestro ejemplo, que envuelto químicamente en otro elemento variable, que es el radical, está formando siempre las sales que experimentamos.

Tal comparación, la hacemos solo para ahorrarnos entrar en descripciones científicas, que serían necesarias para hablar con precisión. Creemos que el ejemplo, tiene algo de parecido con el hecho real y sirviéndonos de él y puesta en claro nuestra intención, vamos á proseguir.

La corriente eléctrica no se limita á desdoblar las moléculas constitutivas del líquido, sino que al mismo tiempo clasifica y distribuye los elementos que lo forman, con tal firmeza, que *deja siempre el radical en la lámina por donde entra la corriente* en el vaso y arrastra al metal hasta la otra lámina y esto sea cualquiera el líquido que se electroliza, que por *electrolisis* se entiende esta descomposición.

La semejanza con nuestro ejemplo continúa, porque también los ríos clasifican y distribuyen sus arrastres, depositando primero la piedra y luego, más lejos, la tierra, y del mismo modo que, si imaginamos suprimiendo un río de su cauce, podemos sin titubear, viendo los arrastres, señalar el sentido en que corría, podemos siempre examinando dos placas que han servido para electrolizar un líquido, fijar perfectamente el sentido en que pasó la corriente; la lámina que tenga depositado el radical, dió entrada á la corriente.

Las dos barras que presentan los

depósitos de metal y radical, se dice están *polarizadas* por la corriente.

Si recordamos ahora, lo que son las pilas, se comprenderá que el líquido de ellas, se electrolice y que, conforme á la ley señalada, el radical se quede siempre en el polo negativo y se explica la polarización que indicamos experimentan y sabemos ya, de donde vienen los *arrastrés* que dijimos inutilizaban las pilas, después de algún tiempo de servicio.

La electrolisis y polarización eléctrica son las bases de los acumuladores que examinaremos en el siguiente artículo.



ACUMULADORES

XVI

Hemos visto, que las pilas son transformadores de la energía química puesta en juego por la diferencia de potencial, entre las láminas polares y el líquido activo, y convertida en corriente eléctrica, conocemos también la electrolisis, que no es otra cosa que la transformación de la corriente, en energía química que se comprueba por la descomposición del líquido y polarización de las láminas en él sumergidas. Pues bien, en el acumulador se reúnen estos dos fenómenos.

Enlacemos á cada uno de los polos de

una dinamo, dos láminas ó barras de plomo, sumergidas éstas en un vaso que contenga agua acidulada. Estamos ya en condiciones de juzgar, lo que sucederá al pasar la corriente.

El agua se descompone, el hidrógeno que hace las veces de metal, es arrastrado hasta la lámina que dá salida á la corriente del vaso, el oxígeno se queda en la otra lámina, todo conforme á las reglas señaladas en el artículo anterior.

Las dos nuevas barras de plomo con hidrógeno la una y de plomo con oxígeno la otra, dejémoslas en el liquido, pero en vez de unir las al generador, como hacíamos antes, enlacémoslas por un alambre. Sucederá entonces, que en este circula una corriente contraria á la que descompuso el agua, corriente que se denomina *secundaria* y que nace del sistema formado por el agua y las placas, que es el *acumulador elemental*, como se engendra la corriente en una pila cualquiera.

Lo sucedido en el acumulador, es facil de imaginar. Polarizó sus placas una

corriente extraña, descompuso su elemento líquido, separando el oxígeno del hidrógeno, pero al quedarse cada uno de estos pedazos de agua en una y otra placa, quedan con la energía de combinación *acumulada*, están en ellas á la fuerza y dispuestos á aprovechar la primera ocasión que se les presente, para lanzarse y de nuevo reconstituir el agua. Así en efecto lo hacen, al unir por un alambre las dos placas, la continuidad del circuito basta para que se ponga de manifiesto la diferencia de potencial eléctrico y nazca la corriente secundaria, y aprovechen el oxígeno é hidrógeno, esta corriente favorable á sus deseos, favorable, porque tiende ahora á llevar oxígeno á la placa donde está el hidrógeno y separar del agua átomos de hidrógeno que transporta á la placa del oxígeno, formándose así el agua alrededor de uno y otro polo.

Esto es en términos generales lo que ocurre en todo acumulador y del mismo modo que hay pilas diferentes, hay acumuladores en que varía la naturaleza de

las placas, del líquido ó de ambas cosas á la vez.

El que nos ha servido de ejemplo es por decirlo así el teórico, que luego Monsieur Faure hizo entrar en el terreno de la práctica, empleando á láminas de plomo recubiertas de óxido é introduciendo en el agua acidulada, paquetes de ellas en vez de las dos que nos sirvieron en el experimento citado. Se aumentó así la capacidad, la duración y potencia del acumulador y emprendido el camino del perfeccionamiento, siguen cada día con más ahinco los esfuerzos, para lograr resolver el problema del acumulador práctico.

A primera vista, no se alcanza la utilidad del acumulador y pudiera pensarse, que es mera curiosidad y nada práctico el fenómeno de la corriente secundaria. En efecto, pensando lógicamente, puede decirse:

La corriente obtenida en un acumulador, necesita de otra extraña, que le haya puesto en condiciones de engendrar la suya; las pilas, con elementos análogos, dan desde luego la corriente, no necesitan

cargarse, tienen un trámite menos y muy importante, que los necesarios para que aquellos produzcan corriente, son por lo tanto más ventajosas, más sencillas y parece que más prácticas.

En primer lugar, los acumuladores industriales se cargan generalmente por medio de dinamos y por lo tanto en proporción, devuelven una corriente secundaria grande que necesitaría para producirse por medio de pilas la agrupación de muchos elementos. Las pilas sabemos que se polarizan siempre más ó menos, que sus láminas se gastan y necesitan renovarse, consumen zinc ú otras sustancias, todas ellas de coste elevado, en una palabra, el combustible de estas pequeñas máquinas es hoy por hoy costoso.

El acumulador, si bien necesita una dinamo que le dé corriente, ésta se obtiene mucho más económicamente que en las pilas, aunque el motor sea de vapor, pues el carbón es de más fácil adquisición que cualquiera de los elementos consumidos por las pilas.

El día que se consigan pilas con placas

de carbón, por ejemplo, recibirán rudo golpe los acumuladores, mientras, seguirán prestándose á las importantes aplicaciones que señalaremos en el siguiente artículo.



APLICACIONES DEL ACUMULADOR

XVII

Si el lector se ha fijado bien, en cuanto dijimos en el anterior artículo, comprenderá nuestra afirmación, al asegurar que un acumulador, no es otra cosa, que un fonógrafo de corrientes. Llega á él desde la dinamo, la corriente eléctrica, el eter vibrando, y como si quedaran grabadas en las placas, el acumulador repite esas mismas vibraciones, aunque haga mucho tiempo que las recibió y lanza la corriente secundaria.

De aquí una de las principales aplicaciones á que se prestan estos aparatos; porque así como podemos hoy día, oír á un afamado cantante, sin necesidad de

hacer el gasto de un largo viaje, que á veces sería necesario y recrearnos con el fonógrafo, haciéndole repetir lo que recogió quizá, en lejanas tierras, así también el acumulador puede traernos á casa, la corriente que vibró al pié de la montaña.

Existe un salto de agua aprovechable para mover una dinamo, la energía eléctrica será allí, al pie de la máquina, muy barata y si la distancia á una población que necesite fuerza, para mover sus tranvías, sus coches y sus máquinas ó alumbrar eléctricamente sus calles y sus casas, es grande, se hace muy difícil transportar, en buenas condiciones, la fuerza del salto y entonces los acumuladores, pueden recogerla allí y devolverla en los coches, en las máquinas, en las lámparas de la población.

Tal es una de las aplicaciones de los acumuladores que aun no resulta práctica, porque no contamos con un acumulador potente, barato, duradero y de poco peso, que son las principales condiciones, que se requieren. A medida que se avanza

más en su estudio, se van perfeccionando y día llegará, en que se hagan indispensables, para el alumbrado doméstico, por ejemplo, que hemos de verle terminando, por donde empezaron las distribuciones de agua, es decir, haciendo viajes á la fuente de electricidad, á la fábrica, para cargar los acumuladores, como se transporta, hoy todavía, á cántaros, el agua en algunas poblaciones.

Los acumuladores hacen también el mismo papel que los pantanos en los ríos. Se necesita sacar un caudal fijo de un río en todo tiempo y como en estiage el río no trae agua suficiente y en invierno, en las crecidas, la cantidad es excesiva, se conseguirá almacenar parte de este exceso, estableciendo una presa, creando un pantano, que permitirá tomar agua en el verano de la que se cogió en invierno.

Pues bien, en una distribución eléctrica, hay horas en el día, en que las necesidades del alumbrado, por ejemplo, son menores y por lo tanto la máquina produce un exceso de energía, que podemos

emplear en cargar acumuladores, los que á su vez, de noche, vendrán en ayuda de la máquina para satisfacer las mayores exigencias del servicio.

En los dos casos que hemos citado, los acumuladores hacen el papel de *conservadores de la energía*.

Veamos ahora que también son *reguladores*.

La irregularidad de los motores, hace que no se obtenga una corriente constante en absoluto, por medio de las dinamos y si alimenta lámparas, estas irregularidades se traducen en intermitencias en la luz. Pero si enlazamos á la máquina un sistema de acumuladores, de potencial igual al de las lámparas, cuando el de la dinamo pase de él, los acumuladores absorben el exceso de corriente, con lo que pueden mantener la energía necesaria en las lámparas, cuando baje el voltage la máquina. Son, portanto, reguladores automáticos, ni más ni menos, que los aparatos análogos, que regulan la presión en las distribuciones de agua ó gas.

Por último, los acumuladores son

transformadores, porque pudiendo agruparse del mismo modo que las pilas, pueden cargarse varios de ellos montados en *serie* y agruparlos en *cantidad* al obtener la corriente secundaria. Es decir, entrando en el sistema una corriente de gran *voltage* ó *tensión*, puede conseguirse una *secundaria* de pocos volts, pero de mucha intensidad.

Estos son los tres aspectos, bajo los que se presentan, las aplicaciones de los acumuladores.



LEY DE JOULE

XVIII

En artículos anteriores señalamos, que toda corriente eléctrica, representa una energía ó potencia, que tiene por valor, el producto del potencial, por la intensidad y como al hablar de la resistencia, vimos también que el conductor, era la causa de la pérdida de potencial y por tanto de energía, que experimenta la corriente al circular por aquel y como el alambre por donde pasa la corriente no se mueve, ni el aire que le rodea se agita, ni se oye ruido alguno que acuse la vibración del eter, ni se descubre en fin variación en el conductor, cabe preguntar,

qué se hace de esa energía que vá perdiéndose, en qué se convierte, dónde hemos de encontrarla, ya que la energía no admite desapariciones y sí solo transformaciones.

Facil es comprobar, que el conductor se calienta al paso de la corriente y ese calor, es precisamente en lo que se convierte la energía eléctrica desaparecida.

El desarrollo de calor por la corriente, puede asimilarse al engendrado por rozamiento.

Es un hecho de todos conocido, el aumento de temperatura que experimenta un tubo, por el que hacemos circular el aire á presión; si por un estrecho conducto nos proponemos hacer pasar una gran cantidad en poco tiempo, observaremos bien pronto el calor desarrollado en el conductor. Pues una cosa análoga podemos suponer que acontece en la corriente eléctrica, é imaginar, que no es otra cosa que un huracán de eter, si la comparación vale, obligado á pasar por un alambre y comprenderemos así, como es lógico el

desarrollo de calor y como este aumento de temperatura, será tanto mayor cuanto más violento sea el huracán, es decir, cuanto mayor valor tengan, el potencial ó fuerza que empuja al eter y la cantidad de este ó intensidad de corriente.

El calor desarrollado, cuya causa asimilamos al rozamiento del eter con las paredes del conductor, depende de éste, es decir de su naturaleza y esencialmente de su sección. Si ponemos á continuación de un alambre un grueso cable y hacemos pasar la corriente por este circuito, la resistencia que á la corriente opone el alambre, es mucho mayor que la del cable y el eter se extenderá en éste como se esparce por el valle, el agua de un río, aprisionada antes en estrechos desfiladeros de la montaña. El calor desarrollado en un conductor, es pues, proporcional á la resistencia de éste y cuanto más cantidad de eter pase por segundo, tanto más se elevará su temperatura.

Tal es la ley de Joule, que nos dice: *el calor desarrollado en un conductor, es igual al producto de la resistencia, por el*

cuadrado de la intensidad. Esta ley es la base de cuantas investigaciones quieran hacerse, acerca de la energía eléctrica convertida en calor.

Se comprende por último, que actuando en el conductor y con intensas corrientes, se pueden obtener grandes temperaturas y como la luz es calor, el alumbrado eléctrico tiene por base la transformación de que nos hemos ocupado, como veremos en el siguiente artículo.



LÁMPARAS INCANDESCENTES

XIX

El fundamento del alumbrado por incandescencia, ya hemos indicado en el artículo anterior, no es otro, que el desarrollo de calor en un conductor atravesado por la corriente, bastando según la ley de Joule, reducir todo lo posible su sección, para obtener grandes temperaturas, que llegando á producir la incandescencia de filamentos, los convierte en focos luminosos, cuya intensidad depende de la substancia que lo forman y de su temperatura.

Los cuerpos que se utilizan para constituir el hilo, deben ser eléctricamente

resistentes, tener un poder emisor grande, refractarios y con solidez suficiente para resistir los efectos de la dilatación y desplazamientos de las lámparas. El carbón en forma conveniente, es el que constituye hoy el filamento de las lámparas y todas las que se venden en comercio, con ser muchas y de muy distintas condiciones, no difieren más que en el modo de preparar el carbón.

Se comprende desde luego, que sin necesidad de llegar á la temperatura de 1800° que corresponde al blanco brillante, y que es frecuente en las lámparas, el carbón se quemaría en el aire, con la misma facilidad que otro hilo cualquiera y de aquí la necesidad de encerrarlo en ampollas de vidrio de las que se extrae casi todo el aire que pudieran encerrar y precisamente el estar mejor ó peor hecho el vacío, da valor como se comprende desde luego, á las lámparas del comercio, por su mayor ó menor duración.

A esta pequeña cantidad de aire que resta en las ampollas, se atribuye el ennegrecimiento que experimentan las lám-

paras cuando llevan mucho tiempo de servicio; al observarse este fenómeno en un vacío lo más perfecto posible, ha hecho se atribuya también á vapores de mercurio de las bombas de extracción, que han podido pasar y quedarse en las lámparas.

Conocida la influencia que en el calor desarrollado, tiene el potencial de la corriente, se comprende la tendencia que hay á *forzar* las lámparas, ó sea á hacerlas funcionar á un potencial, mayor que el asignado al fabricarlas. Las lámparas en efecto, antes de lanzarlas al comercio se comprueban y el voltaje necesario para la intensidad en bujías que representan, se estampa en el vidrio, como se marcan con el *timbre* las calderas de vapor, señalando la presión límite de prueba.

La sensibilidad de las lámparas á las variaciones de potencial, es grande, con un aumento de uno ó dos volst, pasa la temperatura del filamento, del rojo oscuro al blanco y por tanto la cantidad de luz es mayor; estas diferencias, se acusan también en la duración de las lámparas,

pues si por término medio á 100 volts, duran 1.000 horas, á 95 volts pasa de 3.000 y á 105 volts no llega su duración á 300 horas.

La intensidad de una lámpara no se mantiene constante en el tiempo; al principio crece, pero bien pronto baja la intensidad y próximamente á las 500 horas de servicio con el mismo consumo de energía, pierde un 15 por 100 de luz, debido á diferentes causas, tales como el ennegrecimiento del vidrio, el aumento de resistencia del hilo, ecétera.

El consumo de energía, el gasto en wats de las lámparas, es también variable, no sólo en los diferentes modelos, sino dentro de cada uno, según el tiempo de servicio. Así, hay lámparas que gastan poco y son de corta duración y otras de más consumo, pero muy robustas y en una misma lámpara los wats consumidos disminuyen al principio, para luego aumentar en bastante proporción.

Vemos, pues, que una lámpara vieja consume más y alumbra menos que lo debido, de aquí que cabe preguntar, qué

será mejor, si establecer lámparas forzadas, en cuyo caso consumen menos y hay que renovarlas á menudo, quitándose al alumbrado eléctrico una de sus principales ventajas ó por el contrario, usar lámparas de más consume, pero de larga duración. En general esto es lo más ventajoso y desde luego más lógico.

Hoy que la competencia entre los fabricantes, ha abaratado el precio de las lámparas, será conveniente renovarlas con frecuencia allí donde la energía cueste cara, pues así consume menos y la luz no descende de la normal. Cuando la energía es barata, y esto ocurre especialmente al aprovechar saltos de agua, no hay inconveniente en establecer lámparas de más consumo y duraderas.

Tales son las propiedades principales de las lámparas incandescentes.



EL ARCO ELÉCTRICO

XX

Hasta ahora hemos venido considerando la corriente encauzada, bien en alambres más ó menos gruesos, bien en el seno de líquidos conductores y uno de los aspectos más interesantes, es sin duda alguna, aquel en que se presenta desbordada y saltando de un conductor á otro, produciendo torrentes de luz y de calor, como acontece en el *arco eléctrico*.

Dos carbones y una corriente de gran voltage, producida por medio de pilas, fué con la que Davy, obtuvo el arco por vez primera, es decir, observó que sin poner en contacto aquellos, la electricidad salvaba la distancia y daba lugar á

una aureola luminosa, como salta y produce el rayo, al ir de una á otra nube en el espacio. Y como la experiencia se hizo colocando horizontales las barras, la llama así obtenida, afecta la forma curva, apareciendo como un verdadero *arco* tendido de uno á otro carbón, de ahí el nombre, que ha sido conservado.

El arco eléctrico, no tiene otra causa, que la resistencia grande que al paso de la corriente, oponen los conductores entre los que se establece resistencia que desarrolla una enorme cantidad de calor, con lo que el carbón se vaporiza, arde en el aire y constituye así una atmósfera gaseosa conductora de la corriente.

Las propiedades del arco varían con la corriente, con la naturaleza de los conductores en que se apoya y con el medio en que se desarrolla.

La influencia de la primera, que es la causa del fenómeno, se comprende desde luego.

Influyen los conductores, porque no se conducen igualmente los diferentes cuerpos, tales como el platino, plata y

zinc, á las temperaturas elevadas del arco, así este adquiere color rojo en el primer caso, verde en el segundo y azul en el tercero de los tres citados.

Se alcanza desde luego la influencia del medio; el arco se produce igualmente en aire, que en vacío ó en atmósferas gaseosas muy diversas, pero sus propiedades de color, brillo y duración son bien distintas.

El brillo del arco, es debido cuando se produce en el aire, á varias causas parciales. El carbón vaporizado, se transporta de uno á otro conductor en el sentido de la corriente y al mismo tiempo que este vapor, lo hacen partículas sólidas de carbón incandescentes, que emiten gran cantidad de luz; la incandescencia de los conductores en sus extremos, es otro factor y muy importante en la luz total de arco: la electricidad que venciendo resistencias, va de uno á otro carbón, contribuye también, dando un color azulado, por último, el carbón arde y produce una llama roja que rodea al arco.

En el vacío, el carbón no se quema

pero persisten las demás causas, siendo distinto el color del arco y mayor la duración de los carbones, aunque el brillo no sea tan intenso como en el aire.

Estos son los puntos principales que podemos señalar en el arco eléctrico dentro de los límites de un artículo: pero no hemos de terminar, sin decir algo del papel que como foco de calor representa en la industria y que le hace resaltar, tanto ó más, que como foco luminoso.

En efecto, si la luz emitida por el arco es grande, puede conseguirse la misma intensidad con diferentes lámparas incandescentes, pero, lo que no se ha logrado más que por su medio, son las temperaturas enormes que de él se pueden obtener, temperaturas que exceden de 3.500 grados.

Así por medio del arco, y valiéndose del horno eléctrico, que no es otra cosa que una caja hecha con substancias refractarias al calor, en el interior de la que se produce el arco, se ha conseguido fundir, descomponer, disociar y dominar, infinidad de cuerpos que resistieron por

mucho tiempo los envites de la ciencia y se han creado industrias nuevas como la obtención del carburo de calcio y del acetileno, que debiéndole á la electricidad su vida, compite hoy con ella é invade el campo del alumbrado; que también en el mundo de las ciencias, se ven ingratitudes como ésta.



MOTORES ELÉCTRICOS

XXI

Al tratar de los acumuladores, hemos podido observar que son aparatos *reversibles*, es decir, que devuelven la energía, bajo la misma forma en que se les entregó, porque al cargarlos, absorben corriente eléctrica y al descargarse, producen la corriente eléctrica secundaria. Es reversible un reloj, por ejemplo, en el que mediante el movimiento de una rueda se enrolla el muelle de la cuerda y al irse desenrollando produce el movimiento circular de las agujas. Pues bien, *una dinamo, es también reversible*, esto es que si por los polos que dan salida á la corriente, haciendo girar al inducido, por

ejemplo, hacemos entrar en la máquina una corriente extraña, su inducido se pone en movimiento. La dinamo, que es generador eléctrico y receptor mecánico cuando produce corriente, se convierte en receptor eléctrico y generador mecánico ó motor cuando entra por sus polos una corriente.

La reversibilidad es completa y este doble papel, esta reacción que devuelve la corriente, al movimiento que la engendra, es la base del transporte de energía á distancia.

En efecto, si tenemos un motor cualquiera que mueva una dinamo y alimentamos con la corriente producida otra dinamo, ésta, al ponerse en movimiento, puede producir trabajo mecánico, aunque la distancia que separe á una y otra máquina sea grande.

Este factor distancia es el que da valor práctico á semejante transformación, cuya utilidad á primera vista no se alcanza; porque, hacer uso de dos dinamos y del conductor que las une para conseguir al final de esta cadena el mismo

movimiento que teníamos al principio, con la desventaja de obtener menos potencia que la entregada al sistema, no tiene justificación inmediata. Pero si este transporte, no es otra cosa que, convertir el movimiento en electricidad y ésta en otro movimiento circular, análogo al primero, cosa que bien puede hacerse uniendo dos poleas por una cuerda, también veremos que por medio de él, se transporta una catarata por un alambre, á centenares de kilómetros del punto en que se forma, y encauzada en un alambre, se difunde á distancia y se subdivide, fertilizando los extensos campos de las aplicaciones industriales, la energía que representa la caída del agua y van de un punto á otro muy distante. cientos de caballos de vapor encerrados en delgado conductor metálico y se realizan en fin portentosos aprovechamientos de fuerzas naturales que señalaremos más adelante.

Una dinamo que engendre corriente, *la generatriz, la línea, ó conductor*, que une sus polos á los de otra dinamo, que es

la *receptriz* ó *motor*; tales son, los eslabones necesarios para un transporte de energía eléctrica.

En la *generatriz*, hay una potencia, que sabemos es el producto de la intensidad de corriente, por el potencial en los polos y al recorrer aquella el conductor ó *línea* va perdiendo potencial y llega á la *receptriz*, una potencia, menor desde luego, que la enviada por la otra y tanto mayor será la pérdida, cuanto lo sea la distancia; de aquí, que cuando esta es grande, y es como hemos dicho cuando más aplicación tiene el transporte, deben emplearse máquinas que den corrientes de mucho voltaje ó cables muy gruesos, que presenten poca resistencia á la corriente.

Esto último resulta muy caro, tanto por el coste del cable como por la mayor dificultad de establecer la línea y el recurso práctico es el aumento del potencial en la corriente, que tiene su límite en las condiciones de seguridad personal.

Así pues; el transporte eléctrico, requiere altos potenciales cuyo valor limita la distancia á que pueden aplicarse,

porque si la pérdida en la línea es grande, ya no resulta práctico el transporte.

En el siguiente artículo veremos por qué medios se realizan estos potenciales y se distribuye luego la energía.



Alternadores y transformadores

XXII

Dijimos en el artículo anterior, que para transportar la energía, por medio de la electricidad, se necesitan grandes potenciales, y desde luego se comprende que con la agrupación de máquinas de corriente continua que estudiamos ya, pueden conseguirse aquellos en la estación generatriz y trasmitirse á la receptriz, pero así, únicamente podrá aprovecharse en ésta la energía, en aparatos, cuya constitución eléctrica, digámoslo así, les permita resistir tan elevado voltage. Si tuviéramos un aparato, que hiciese el sólo la transformación que hacen los acumuladores, á fuerza de cargar varios

elementos agrupados de una manera y descargarlos de otra, convirtiendo una corriente de muchos volts en otra de más intensidad, pero menor voltage, el problema de aprovechar la energía de la receptriz en los aparatos corrientes, estaría resuelto. Y, en efecto, se ha resuelto así, gracias á los *transformadores*, que son los aparatos automáticos que pedíamos, aparatos que no funcionan con la corriente continúa que hemos obtenido de las dinamos, necesitándose el empleo de corrientes *alternativas* de las que vamos á dar una ligera idea.

Si recordamos que al hablar de la dinamo, hicimos ver bien claro el papel del colector, que no es otro, que reunir las corrientes opuestas que en el inducido se van engendrando, se comprenderá cómo suprimiendo tal órgano y aplicando los extremos de un alambre á dos espiras diametralmente opuestas de las que forman el inducido, obtendremos en él una corriente que seguirá las mismas vicisitudes que las engendradas en la espira, al acercarse ó alejarse de los focos de mag-

netismo de la máquina, es decir, que irá aumentando en un sentido hasta adquirir su máximo valor, se anulará después para volver luego á aumentar en sentido contrario y así se irán repitiendo estas intermitencias, estas *alternancias*, de la corriente, para cada vuelta completa del inducido.

Las corrientes *alternativas*, son pues, las naturales en las dinamos, y cuando se quieren obtener, se suprime el colector y la máquina toma el nombre de *alternador*.

Alternadores hay, que hasta son de aspecto exterior distinto de las dinamos, sin que podamos entrar en detalles acerca de ellos, bastándonos con haber acusado su existencia, añadiendo que son también reversibles y que pueden por tanto funcionar como motores, siempre que la corriente alimentadora sea alternativa.

Ocupémonos ahora de los *transformadores*, siquiera sea, para dar una idea, muy ligera y aproximada de ellos.

Supongamos que arrollamos á una barra de hierro un tubo grueso, una cañería

de á metro, y sobre ésta, otra de pequeño diámetro, de algunos milímetros nada más, pero mucho más larga, como mil metros más que la otra; si en esta tubería estrecha hacemos circular agua á presión, é interrumpimos bruscamente el movimiento, cerrando una llave por ejemplo, podemos imaginar que el golpe de ariete, la parada brusca, produzca el movimiento del agua, que podemos suponer estaba en reposo, llenando la cañería gruesa; tendremos pues, transformada la corriente *primaria* de la tubería que era de gran presión, en otra *secundaria* que sale por la cañería con muy poca presión, pero con gran gasto, de más intensidad.

Pues bien, un transformador no es otra cosa que dos circuitos arrollados al rededor de un núcleo, uno de ellos constituido por alambre grueso y de corta longitud y otro formado por alambre muy delgado y largo. La corriente alternativa que hagamos circular por uno de ellos produce á cada cambio de sentido, después de cada interrupción de corriente, otra contraria en el segundo circuito y

así se concibe que con la corriente de eter, pase algo análogo á lo imaginado para las de agua en el ejemplo, y que con tales aparatos, podamos convertir en corriente alternativa de elevado voltage, en otra secundaria en que se encuentre aquel reducido y aumentada la intensidad, pudiendo hacerse también con ellos la transformación contraria.

Con estas ideas, basta para que podamos comprender en el artículo siguiente, cómo se verifica el transporte económico de la energía á distancia.



TRANSPORTE ELECTRICO

XXIII

La realización del transporte económico de la energía, es debido al empleo de los alternadores, por un lado, y los transformadores como complemento importantísimo, por otro.

Si la distancia de trasmisión es grande, el único medio práctico, es el empleo de grandes potenciales, para la corriente que ha de salvarla, y es en todos los casos el más económico.

Aprovechar una fuerza natural para engendrar corriente en la generatriz, elevar el potencial de aquella, si no es grande, por medio de un transformador de salida: recorrer la distancia hasta la

receptriz con esta corriente, que permite emplear hilos delgados como conductores, pues la pérdida en la línea será siempre pequeña con relación al elevado valor del de la corriente; recibir ésta en otro transformador de llegada, que la devuelva sus condiciones normales, de voltage reducido sino es aplicable directamente á la máquina receptriz; tal es el cuadro completo de los auxilios que máquinas eléctricas y transformadores pueden prestarse.

No siempre hace falta el transformador de salida y puede otras, recibirse en la receptriz la corriente de la línea, reservando los transformadores para los aparatos secundarios; pero siempre estos auxiliares, vienen á llenar el doble papel que les hemos señalado, elevar el voltage de la corriente cuando se va á transportar y restablecerle su normalidad al ir á emplear.

Las dinamos no se prestan al uso de grandes tensiones, ni para engendrarlas, ni tampoco al recibirlas, debido á causas muy diversas que no hemos de estudiar.

Los alternadores, por el contrario, ofrecen serias ventajas para tales casos. La supresión del colector, la fijeza casi general en ellos del inducido y rotación del campomagnético, su especial construcción, hacen desaparecer las pérdidas y entorpecimientos con que se tropieza en las dinamos de corriente de alta tensión que ha de recorrer la línea y también, reciben directamente, altos potenciales y permiten por último, el empleo de transformadores de corrientes alternativas, que son los más sencillos: de aquí su aplicación en los transportes á distancia y la conveniencia de ellos, para distribuciones extensas de energía.

Es por esto por lo que nos hemos detenido á mencionarlos y dar una idea de sus propiedades.

No quiere esto decir que no tengan aplicación las dinamos para el transporte y para que se vean las condiciones de uno y otro procedimiento, vamos á citar un ejemplo de cada uno de ellos antes de terminar este artículo.

El efectuado en Francfort por vía de

ensayo y que hizo entrar en el terreno de la práctica el transporte de la energía, se realizó de la manera siguiente:

Se hizo el transporte entre las estaciones de Lauffen y Francfort distantes 173 kilómetros; una turbina hidráulica movía en Laufen, un alternador cuya tensión de 50 volts, se aumentó por medio de un transformador, á 25.000 volts, que era la tensión de la línea; á su llegada á Francfort, se transformaba de nuevo á 50 volts, el potencial de la corriente y así se aplicaba al alumbrado y producción de la fuerza motriz.

Citaremos como ejemplo de transporte por medio de corrientes continuas la instalación de Soleure (Suiza). Aprovechando una caída de agua de 30 á 50 caballos de potencia, por medio de una turbina, se movían dos dinamos acopladas en serie, que producían una corriente de 20.000 volts, atravesando ésta una línea de 8 kilómetros de longitud, llegaba á la estación receptriz, de instalación análoga á la generatriz.



DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

XXIV

La transmisión de la energía por medio de la electricidad, se presta á diferentes aplicaciones, que podemos considerar comprendidas dentro de los tres casos siguientes:

Trasmisión que tiene por objeto mover máquinas fijas.

Trasmisión eléctrica en los talleres.

Y trasmisión de la energía á máquinas que se trasladan.

Si queremos establecer un molino en sitio en que la aplicación del vapor sería costosa, en donde no hay agua cerca ni puede pedirse al viento la fuerza, cabe

aprovechar un salto de agua más ó menos lejano, para mover una dinamo que envíe corriente á un motor establecido en el molino.

Si en el fondo de una mina, necesitamos mover una bomba de agotamiento, por ejemplo, resultando imposible establecer máquina alguna de vapor, podemos hacer uso de un motor eléctrico, que no exige mucho sitio y al que se puede transmitir desde el exterior la corriente necesaria.

Y así podríamos citar infinidad de ejemplos, en que las transmisiones comprendidas en la primera de las clases citadas, dan una solución elegante y práctica del problema.

Si consideramos el caso de una fábrica extensa, que tenga muchas máquinas-herramientas que necesitan moverse independientemente, tenemos campo donde la electricidad puede prestar y presta eminentes servicios. En efecto, en vez de correas, engranajes ó cualquier otro medio de transmisión, podemos adaptar á cada herramienta, un pequeño motor eléctrico

y lanzar en ellos, cada vez que se necesite, la corriente producida por una generatriz única para todo el taller.

Por último, estableciendo en una locomotora ó coche, un motor eléctrico y haciendo que al moverse el vehículo, recoja aquel la corriente de un conductor, establecido á lo largo de la línea, tenemos realizada la tracción eléctrica, que es el tercero de los casos que señalamos.

Vemos pues, el servicio grande, que la electricidad puede prestar en diversas aplicaciones industriales.

La industria que no se sacia nunca, que cada día quiere producir más, necesita fuerza que la sostenga, que la mueva, que la anime, que la desarrolle y multiplique y como el espíritu de economía, entra por mucho en sus cálculos, ha de aprovechar cuanto pueda las fuerzas naturales, ya la circulación del agua, ya el movimiento de aire, el calor solar, etcétera, utiliza cuanto la ciencia descubre y se presta á aplicación.

De aquí, que se haya apoderado también de los motores eléctricos y se vea

cercano el día en que, la electricidad aproximando las fuerzas naturales á centros industriales; la electricidad, que sin más exigencia que un alambre por donde poder correr, atraviesa distancias enormes y transporta fuerza, capaz de actuar desde luego; la electricidad, decimos, gracias á la reversibilidad de las dinamos, por medio de los motores eléctricos y valiéndose de elevados potenciales, tienda por todas partes, una red de vías metálicas para el eter, no dejando salto de agua ni corriente caudalosa sin beber en ellas; la energía, el movimiento posible, ha de circular de un lado á otro, por sencillos alambres, como cruzan las poblaciones y de una á otra van los hilos del teléfono y telégrafo y como salvan las enormes distancias que separan los continentes, los cables telegráficos; ha de llegar, por este medio, á las fábricas y las casas, la energía que desarrolla el agua al despeñarse en la montaña, convirtiéndose una sencilla cascada, en torrentes de luz y de calor y realizándose en fin, cuantas transformaciones puedan imaginarse, dentro del

campo de la energía eléctrica y mecánica, reunidas con arreglo á lo que hemos dicho al principio de este artículo.



ERRATAS

Pá- ginas	Dice	Debe decir
16	él tratara	se tratara
24	fuerza electro- motriz y poten- cial	fuerza electro mo- triz; fuerza electro motriz y potencial
32	la varilla se des- imanta	la barra se desiman- ta
32	el agua del tubo	la varilla del tubo
46	POTENCIA Y RESISTENCIA	POTENCIAL Y RESISTENCIA
64	polos se giran	polos giran

ERRATAS

Lima 1908

10	El potencial	
11	El potencial eléctrico	
12	El potencial eléctrico	
13	El potencial eléctrico	
14	El potencial eléctrico	
15	El potencial eléctrico	
16	El potencial eléctrico	
17	El potencial eléctrico	
18	El potencial eléctrico	
19	El potencial eléctrico	
20	El potencial eléctrico	
21	El potencial eléctrico	
22	El potencial eléctrico	
23	El potencial eléctrico	
24	El potencial eléctrico	
25	El potencial eléctrico	
26	El potencial eléctrico	
27	El potencial eléctrico	
28	El potencial eléctrico	
29	El potencial eléctrico	
30	El potencial eléctrico	
31	El potencial eléctrico	
32	El potencial eléctrico	
33	El potencial eléctrico	
34	El potencial eléctrico	
35	El potencial eléctrico	
36	El potencial eléctrico	
37	El potencial eléctrico	
38	El potencial eléctrico	
39	El potencial eléctrico	
40	El potencial eléctrico	
41	El potencial eléctrico	
42	El potencial eléctrico	
43	El potencial eléctrico	
44	El potencial eléctrico	
45	El potencial eléctrico	
46	El potencial eléctrico	
47	El potencial eléctrico	
48	El potencial eléctrico	
49	El potencial eléctrico	
50	El potencial eléctrico	

LIBRARY

PRECIO

Pesetas

Encuadernado.	1'50
En rústica.. . . .	1'00

