

# LA ELECTRICIDAD

REVISTA GENERAL DE SUS PROGRESOS CIENTÍFICOS É INDUSTRIALES.

## SUMARIO.

### TEXTO.

Necrología. Alfredo Niaudet.—SECCION DOCTRINAL: Principios de electro-dinámica (continuación). XI.—SECCION DE APLICACIONES: Nuevo contador de electricidad.—Aparatos de M. Trouvé para el alumbrado eléctrico.—Comparacion entre las cantidades de calor que dan los diferentes sistemas de alumbrado.—Bibliografía.—SECCION DE NOTICIAS DIVERSAS: Luz eléctrica en Reus.—Navegacion aérea por medio de la electricidad.—Alumbrado eléctrico en Bruselas.—Alumbrado eléctrico.—Luz eléctrica en las minas.—La electricidad en las minas.—Tranvías eléctricos.—Telefonía.—PRIVILEGIOS DE INVENCION: Patentes tomadas en España (continuación).

### GRABADOS.

Nuevo contador de electricidad.—Candelero mixto para bujía y para lámpora eléctrica de M. Trouvé.—Candelero mixto para bujía y para lámpora eléctrica de monsieur Trouvé.—Candelero eléctrico de M. Trouvé.

## NECROLOGÍA.

### ALFREDO NIAUDET.

La muerte acaba de arrancar de los brazos de la ciencia y de la industria á uno de sus más activos é inteligentes hijos. Con Alfredo Niaudet han perdido aquellas al hombre de talento esclarecido á la vez que de sano y recto criterio, y sus amigos, que habian hecho numerosos las estimables dotes del finado, al leal y cumplido compañero cuyos útiles consejos habian solicitado con frecuencia.

De carácter estudioso y reflexivo, Niaudet habia abordado con el entusiasmo del hombre de ciencia los más difíciles problemas relacionados con los modernos adelantos eléctricos á los que ha llevado siempre una colaboracion inteligente y experimentada. Fruto de su talento nada comun, nos ha legado trabajos científicos que son bien conocidos de los electricistas: sus memorias sobre las máquinas dinamo-eléctricas, á una de las cuales habia unido justamente su nombre; su tratado sobre las pilas; sus estudios

sobre telegrafía y telefonía y multitud de artículos que han aparecido en distintas revistas científicas, le colocan entre las autoridades en la materia. Cooperador durante largos años de la acreditada casa Breguet, contribuyó poderosamente á desenvolver los descubrimientos que más han admirado al mundo. Los inventores lo mismo que los industriales le consultaban con fruto, y hasta los mismos sábios estimaban en mucho su experiencia.

Sus méritos científicos y personales llamaron á Niaudet á ocupar honrosos puestos: fué miembro de la *Sociedad francesa de física*; administrador de la *Sociedad general de teléfonos*; de la *Compañía Eléctrica*; de la *Sociedad El alumbrado eléctrico*, y presidente de la *Compañía internacional de teléfonos*.

Alfredo Niaudet ha muerto, pero viven sus obras que tendrán siempre un lugar señalado en la biblioteca del electricista, como vivirá entre los que nos honrábamos con sus relaciones, el recuerdo del que fué tan ilustrado propagador de los modernos adelantos de la ciencia eléctrica, y cuya muerte lloramos hoy asociándonos al dolor de los suyos.

LA REDACCION.

## Seccion doctrinal.

### PRINCIPIOS DE ELECTRO-DINÁMICA.

(Continuación.)

#### ARTÍCULO XI.

**Consecuencias de la Fórmula de Ohm.**—El carácter industrial y práctico que queremos imprimir á estos *Principios de Electro-dinámica* que venimos publicando desde la fundacion de la *Revista*, nos ha llevado á deducir la fórmula de Ohm por el camino trazado en el anterior número, que no fué seguramente el que siguió aquel eminente físico, á quien la ciencia debe la base sobre que se ha fundado la

Electro-dinámica. Todos andaban á ciegas en el circuito galvánico, antes de que Ohm diese sus leyes condensadas en la sencilla fórmula

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

Pero unos físicos porque ignoraban los trabajos de Ohm, y otros porque no hicieron de ellos aprecio alguno, el resultado fué que obra de tan colosal importancia vivió muchos años en un olvido rayano con el desprecio; solos Gauss y Fechner osaron defenderle cuando Ritchie, Peltier y el ilustre de La Rive la criticaban como basada sobre hipótesis injustificadas, sin tomarse el trabajo de comprobarla con experimentos delicados, que por cierto no eran en aquella época tan fáciles como lo son hoy. Pouillet fué el primero que ya bien tarde emprendió una série metódica de experimentos cuyos resultados concordaron pasmosamente con la fórmula de Ohm. Y para que se vea la poca importancia que se acordó á los trabajos analíticos de éste, no hay más que agregar que Pouillet mismo se creía en realidad el descubridor de unas leyes que Ohm había años atrás teóricamente formulado.

El insigne Ohm, cuyos datos biográficos tomamos de *M. Du Moncel* que los publicó en *La Lumière Électrique*, nació en Erlangen el 16 de Marzo de 1787. Descendía de una familia de cerrajeros: su padre, aficionado al estudio, quiso que despues de la instrucción primaria aprendieran sus dos hijos los conocimientos muy limitados de álgebra, de geometría y de física que él poseía, siendo él mismo su maestro.

Quiso la suerte que un día un sábio matemático, Langsdorff, tuviese ocasion de notar la extraordinaria aptitud científica que revelaban los jóvenes aprendices de cerrajero, y se brindase á darles una instrucción más sólida que la que podía ofrecerles la buena voluntad del padre. Langsdorff hizo que el joven Ohm ingresase á los 16 años en la Universidad de Erlangen de donde salió para ejercer el profesorado en Neufchatel.

En 1811 regresó á su ciudad natal de profesor de matemáticas de la Academia; despues lo fué de la escuela real de Bamberg, y en 1817, del Gran Colegio de Jesuitas de Colonia. Aquí fué donde meditó su teoría de las corrientes eléctricas que publicó en Berlin, en 1827, bajo el título de *Teoría matemática de la corriente galvánica*.

Despues de este trabajo vióse privado de su cátedra, y hubo de arrastrar una vida penosa y casi miserable hasta que en 1833 fué nombrado

por el Gobierno bávaro profesor de la escuela Politécnica de Nuremberg. Continuaba aún desconocido el mérito de este físico, hasta que despues de los trabajos de Pouillet, la Sociedad Real de Lóndres le concedió en 1841 como recompensa la medalla Copley. De esta época puede decirse que data el reconocimiento de la importancia de la ley de Ohm en la ciencia. En 1849 dejó Ohm la cátedra de Nuremberg para ocupar la de física experimental de la Universidad de Munich, donde murió el 7 de Julio de 1854.

Para que el lector pueda apreciar el mérito y la importancia de los trabajos de Ohm, y la injusticia de las controversias á que dieron motivo, hé aquí el informe dado por la Sociedad Real de Lóndres cuando concedió la medalla como premio á esos estudios.

«El Consejo ha adjudicado la medalla Copley al doctor G. S. Ohm, de Nuremberg, por sus investigaciones relativas á las leyes de las corrientes eléctricas. Estas investigaciones están consignadas en diversas Memorias que se insertaron en el *Journal de Schweigger*, en los Anales de Poggendorff y en una obra publicada en Berlin en 1827 con el título de *Die galvanische kette mathematisch bearbeitet*.

En estas obras el doctor Ohm ha establecido, por vez primera, las leyes del circuito eléctrico, asunto de una importancia inmensa y envuelto hasta entonces en la más profunda oscuridad. Ha hecho ver que las vagas distinciones establecidas entre la tensión y la cantidad no tienen fundamento, y que todas las explicaciones deducidas por este camino son absolutamente erróneas. Ha demostrado á la vez por la teoría y por la experiencia, que la acción de una corriente es igual á la suma de las fuerzas electro-motrices dividida por la suma de las resistencias, y que el efecto queda siempre el mismo mientras este cociente no varíe, cualquiera que sea la naturaleza de la corriente, ya sea voltáica ya termo-eléctrica. Tambien ha dado los medios de medir con precisión las resistencias separadas y las fuerzas electro-motrices del circuito. Sus investigaciones han arrojado viva luz sobre la teoría de las corrientes eléctricas; y aunque hayan permanecido en el olvido durante más de diez años, han sido aceptadas ya por Gauss, Lenz, Jacobi, Poggendorff, Henry y muchos sábios que las han tomado como base y guía de sus propios estudios experimentales, cuya concordancia con la teoría de Ohm es perfecta.»

Si el valor, si el gran mérito del descubri-

miento hecho por Ohm, no fuere hoy, como lo es, indiscutible, bastaría á aquilatarlo el anterior informe dado por una Sociedad científica que contaba en su seno físicos eminentísimos, entre otros, el gran Faraday.

**Constantes de la pila.**—Hemos visto que representando por  $R$  la resistencia de la pila, por  $I$  la intensidad de la corriente, por  $E$  la fuerza electro-motriz y por  $r$  la resistencia del conductor interpolar, la intensidad de la corriente viene expresada por

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

Como quiera que la fuerza electro-motriz de la pila y su resistencia interior no cambian ni varían aun cuando aumentemos y disminuyamos la resistencia exterior del circuito, se acostumbra llamar *constantes de una pila* al valor que tiene su fuerza electro-motriz y al valor que tiene su resistencia interior.  $E$  y  $R$  son *las constantes de la pila*.

Dada la pila, lo único que está en nuestra mano variar es el valor de  $r$ .

La fórmula nos dice que cuando demos á  $r$  un valor muy grande, la intensidad de la corriente será muy pequeña, y al revés.

El máximo de intensidad de la corriente se verifica cuando  $r$  es despreciable por pequeño, y el mínimo, que es 0, corresponde al caso en que  $r$  vale infinito.

**Representación gráfica de la intensidad de la corriente.**—Echemos una ojeada sobre la fig. 1 explicada en el núm. 16, y recordemos cómo está hecho el trazado. La línea  $m c m'$  representa en ohms la resistencia total del circuito cerrado: la parte  $m c$  representa la resistencia  $R$  de la pila compuesta de tres elementos en serie: la parte  $c m'$  representa la resistencia  $r$  del hilo interpolar.

Por el punto  $m$  se levantó una perpendicular á la línea  $m m'$ , y sobre dicha perpendicular llevamos una longitud  $m 3'$ , que representaba en volts la fuerza electro-motriz  $E$  de la pila ó sea el triplo de la de un elemento. Despues unimos el punto  $3'$  con el  $m'$ . Quedó, pues, formado el triángulo rectángulo  $m 3' m'$ , en el cual el cateto  $m 3'$ , ó sea  $E$ , es igual al producto del otro cateto ( $m c + c m'$ ) ó sea  $(R + r)$ , por la tangente del ángulo en  $m'$ .

Tendremos, pues:

$$E = (R + r) \times \text{tang. } m'$$

ó

$$\text{tang. } m' = \frac{E}{R + r}$$

Y como sabemos que

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

resulta que

$$I = \text{tang. } m'$$

De modo que *la intensidad de la corriente en un circuito viene representada en valor por la tangente del ángulo opuesto á la fuerza electro-motriz en un triángulo rectángulo que se construya tomando por catetos la fuerza electro-motriz y la resistencia total del circuito.*

En cuanto á los potenciales que tiene cada punto, tal como el  $o$  del circuito, ya vimos en el núm. 16 que viene medido por la ordenada  $o t$ .

Si hubiese en un sitio cualquiera del circuito una fuerza electro-motriz,  $e$ , además de la principal  $E$ , dos cosas pueden suceder. Ó bien esta segunda fuerza electro-motriz  $e$  va dirigida en el mismo sentido que la principal  $E$ , ó va en sentido contrario.

En el primer caso, la fórmula de Ohm será

$$I = \frac{E + e}{R + r}$$

En el segundo caso será

$$I = \frac{E - e}{R + r}$$

Nada hay que decir respecto del primero. Se ve que la intensidad de la corriente habrá aumentado.

Respecto al segundo, se ve todo lo contrario. La intensidad de la corriente ha disminuido. Si  $e$  llegase á igualar á  $E$  no habrá ninguna corriente en el circuito. Tal sería el caso de dos pilas iguales cuyos dos polos positivos comunican entre sí, y lo mismo entre sí los negativos. La intensidad de la corriente sería cero.

Si  $e$  fuese mayor que  $E$ , entonces la corriente

$$I = \frac{E - e}{R + r}$$

sería negativa: esto es, contraria en dirección á la corriente antigua

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

**Aplicación de la ley de Ohm á un trozo cualquiera del hilo interpolar.**

—La ley de Ohm, no solamente se aplica al cir-

cuito total, como acabamos de ver, sino que puede aplicarse, y esto es muy importante, á cualquier trozo del hilo interpolar. Tomemos un trozo cualquiera de este hilo interpolar: sea  $r'$  su resistencia: sea  $I$  la intensidad de la corriente: sea  $e'$  la diferencia de potenciales entre los extremos de ese trozo de hilo. Podemos aplicar la ley de Ohm y poner

$$I = \frac{e'}{r'}$$

Para otro trozo distinto del mismo conductor interpolar cuya resistencia sea  $r''$ , y  $e''$  el salto eléctrico entre sus extremos tendremos

$$I = \frac{e''}{r''}$$

Etc., etc.

## Seccion de aplicaciones.

### NUEVO CONTADOR DE ELECTRICIDAD.

De nuestro estimado colega *L' Electricien*, tomamos la descripcion siguiente de un nuevo contador de electricidad.

Desde la invencion de las máquinas dinamo-eléctricas que han permitido que la ciencia ponga á disposicion de la industria grandes cantidades de electricidad y á bajo precio, era fácil preveer que más ó ménos pronto se llegaría á distribuir á domicilio, tan fácilmente como el agua y el gas, este agente que ayer parecia tan misterioso, y que hoy, dócil y sumiso nos presta sus servicios á cada instante, y que mañana parecerá tan indispensable como tantos otros objetos á que nos hemos habituado y cuya falta nos dolería.

Todos conocen hoy la considerable extension que ha tomado la telegrafia eléctrica, la telefonía, la galvanoplastia y el alumbrado eléctrico, y puede preverse la importancia que podrá adquirir la transmision de la fuerza á distancia.

Existen muchas sociedades fundadas para distribuir la electricidad como agente de alumbrado. Estas sociedades, imitando con razon las disposiciones adoptadas por las de alumbrado de gas, construyen un *fábrica central* (estaciones se llaman) donde se produce la electricidad tan económicamente como es posible. De la fá-

brica central parten, segun las necesidades, un número más ó ménos grande de conductores de cobre, aislados, de un diámetro suficiente, los cuales siguen las calles donde ha de prestarse el servicio, y con los que empalman otros más delgados destinados á penetrar en los locales ó casas que han de alumbrarse.

Cada consumidor ha de tener derecho á emplear tanta electricidad como quiera, es decir, á encender todas sus lámparas ó una sola. Este punto ha sido resuelto felizmente; pero se tropezaba con una dificultad. ¿Cómo consignar ó inscribir la cantidad real de electricidad empleada? ¿Se quiere imponer el pago por hora? Se encuentran en este camino un gran número de dificultades prácticas. ¿Se quiere, al contrario, inscribir ó consignar el gasto por medio de las unidades conocidas, los ampères, los coulombs, que son las medidas admitidas para la electricidad? En este caso seria preciso un par de empleados, nombrados por las partes, colocados permanentemente delante del galvanómetro cuya indicacion puede variar á cada instante. En una palabra, faltaba un *contador de electricidad*, que permitiese á las sociedades de alumbrado como á los abonados, el consignar ó probar el consumo real de fluido eléctrico.

Sentida la necesidad, pusieron los físicos manos á la obra; pero el problema no era fácil; y hasta hoy, un solo constructor que sepamos, el célebre inventor americano Edison, es el que ha construido un contador de electricidad, que á pesar de todos sus inconvenientes é imperfecciones, se le ha utilizado, interin se descubriese otra cosa mejor.

El contador de Edison está basado sobre los efectos químicos de la electricidad, es decir, sobre la descomposicion de las sales de cobre ó de zinc por la corriente. Reducido á su más simple expresion, se compone de un vaso de vidrio casi completamente lleno de una disolucion de sulfato de cobre, en la cual se bañan dos láminas del mismo metal. La corriente que ha de medirse llega á una de las láminas (positiva) atraviesa la disolucion, pasa á la otra (negativa) y de aquí se distribuye á las lámparas de la casa. Al atravesar el fluido eléctrico la disolucion la descompone; el cobre que proviene de esta descomposicion, se deposita sobre la lámina ó plancha negativa, y una cantidad igual de cobre se disuelve de la positiva. De modo que tanto cobre pierde la plancha positiva como gana la negativa. Como la cantidad de cobre precipitada ó disuelta es *proporcional* á la cantidad de electricidad que ha pasado, y como se sabe el peso

de cobre que precipita un coulomb, del peso del cobre precipitado se deduce fácilmente el número de coulombs que han pasado. Cada vez que se hace la inspección del contador, se cambian entre sí de lugar las planchas.

Aunque muy sencillo á primera vista, y hasta muy preciso para experimentos de laboratorio, ofrece este aparato muchos inconvenientes entre los cuales citaremos los principales.

1.º El empleo de un líquido; este empleo presenta entre otros inconvenientes la evaporación que disminuye la cantidad de líquido y por ende la sección conductriz, de donde resulta el debilitamiento de la corriente. Además el aparato debe estar absolutamente inmóvil.

2.º La conductibilidad eléctrica de la disolución de sulfato de cobre cambia considerablemente con la temperatura, y falsea por este hecho las indicaciones en una proporción inadmisibles, aun para la práctica industrial.

3.º El sentido de la corriente no debe cambiar; porque de lo contrario las indicaciones de un día, por ejemplo, serían completamente anuladas por las del día siguiente.

4.º En vista de la gran resistencia de la disolución, es imposible hacer pasar por el aparato una gran cantidad de electricidad. Así es que no se hace pasar por él más que una centésima, ó una milésima parte de la corriente del consumidor, y hay que multiplicar por 100 ó por 1.000 las indicaciones dadas por el contador. (\*) De aquí puede resultar un error considerable, por que el pequeño que pueda dar el aparato se multiplica por 100 ó por 1.000.

5.º La pesada de las láminas de cobre debe hacerse con una aproximación de un milígramo; operación que no puede fiarse á cualquiera y que exige instrumentos delicados.

Estos y otros inconvenientes que se han reconocido en los contadores basados sobre las acciones químicas, han hecho que se dirijan las investigaciones hácia aparatos fundados en las acciones físicas de la corriente, esto es, hácia un aparato puramente mecánico, tal como el que en pocas palabras vamos á describir.

Siendo el ampère la unidad de medida de la

intensidad de la corriente, ó de la cantidad de electricidad que pasa en un segundo, y siendo el segundo la unidad de tiempo, se comprende que un mecanismo que llegue á consignar ó inscribir simultáneamente las indicaciones de un buen amperómetro y de un reló constituirá un contador de electricidad tan perfecto como es posible desear.



Fig. 1. Nuevo contador de electricidad.

Este aparato, inventado por Mr. Cauderay ha sido presentado á la Academia de Ciencias de París, por su secretario perpétuo, M. Dumas. Está actualmente sometido al exámen de la Sección de Física, á la cual se ha unido M. Du Moncel.

El principio de este mecanismo se realiza de la manera siguiente:

**Figura 1.**—*R* es un cilindro de dimensiones en cierto modo arbitrarias, que gira uniformemente al rededor de su eje *i i* á razón de una vuelta por segundo, por ejemplo, y que recibe su movimiento de un aparato de relojería. Este cilindro, semejante al de las cajas de música, está provisto de dientes *d, d, d*, dispuestos de una manera especial sobre círculos trazados á igual distancia unos de otros, sobre la superficie del cilindro. El círculo *m*, que divide al cilindro en dos partes iguales, no lleva ningún diente. Sobre cada uno de los dos círculos *n*, á derecha é izquierda del central, hay un diente. Sobre los dos segundos círculos *o*, dos dientes; sobre los dos terceros *p*, tres dientes, y así sucesivamente hasta las dos extremidades del cilindro; *a* es la aguja de un amperómetro construido especialmente, y cuya extremidad libre se halla enfrente del círculo central del cilindro, y á una pequeña distancia de este.

En esta posición, y si no pasa ninguna corriente, el cilindro *R* podrá girar sin que ninguno de los dientes toque á la aguja. Pero si una corriente, de un ampère, por ejemplo, atraviesa el amperómetro, la aguja desviará á izquierda ó á derecha, según el sentido de la corriente, y vendrá á colocarse enfrente del círculo *n*; entonces, á cada vuelta del cilindro *R*, el diente único que lleva el círculo *n* vendrá á

(\*) Este resultado se consigue dividiendo la corriente antes del contador, en dos ramales: uno vá al contador: el otro se reúne con este á la salida del contador. La corriente general se bifurca pues, antes del contador en un punto *a* en dos corrientes parciales que vuelven á reunirse después en un punto *b*.

Dando á estos dos caminos resistencias en la relación de 1 á 99, ó sea 99 para el camino del contador y 1 para el otro, la corriente se divide en dos partes: una parte como 1 vá al contador, y 99 pasan sin contar. Multiplicando por 100 lo que acuse el contador se tiene la corriente total que ha pasado. (Nota de la Redacción.)

oprimir ligeramente á la aguja *a*; y por medio de una disposicion eléctrica ó mecánica fácil de imaginar, hará avanzar un grado cada segundo la aguja del *inscribidor*.

Si la corriente que atraviesa el aparato fuese de dos ampères, la aguja *a*, más desviada, vendría á colocarse enfrente del círculo *o* que lleva dos dientes; y á cada vuelta del cilindro *R* que se verifica en un segundo, la aguja del *inscribidor* marchará dos veces ó correrá dos grados. Claro está que la primera aguja marca los ampères, pero que esta va en relacion con otra que marca las decenas, esta con otra que señala las centenas, como se hace en los contadores de gas, y en todos los contadores de vueltas.

Un aparato de relojería que mida segundos, hace girar el cilindro. El aparato no se pone en marcha en cuanto llega la corriente: se estará sin funcionar hasta que la diferencia de potenciales sea la que exige el alumbrado de la casa: entonces es cuando la misma corriente suelta el escape que detenía la marcha del reló, y este se pone á funcionar. Si la diferencia de potenciales decayese durante la marcha del aparato, el escape volvería automáticamente á parar el aparato de relojería. Como se vé, el consumidor no paga más que la cantidad de electricidad que consume, y no paga nada si el potencial es inferior al contratado.

Inútil es decir que el aparato no solamente *inscribirá* los ampères, sino medios ampères y fracciones más pequeñas aun. Tampoco tendría razon la crítica que consistiera en decir que la aguja podría estar entre dos círculos, y que entonces no se marcaría nada, porque pasarían los dientes sin tocarla.

El caso ha sido previsto, y no puede ocurrir. Por otra parte, los ensayos prácticos que se han hecho en las condiciones más desfavorables, ya en los laboratorios académicos por los sábios, ya en los talleres industriales, han demostrado la perfecta exactitud del aparato. También ha respondido victoriosamente el aparato y por experimentos hechos con medios muy poderosos, á la objeccion de que la aguja *a*, del galvanómetro podría ser desviada intencionadamente por medio de un fuerte iman ó electro-iman, y que así podría un cliente poco concienzudo defraudar los intereses de la Compañía.

Se ha demostrado completamente la imposibilidad de todo fraude.

Las principales ventajas de este contador son las siguientes:

1.º El aparato es enteramente mecánico,

puesto que está basado sobre los efectos físicos de las corrientes.

2.º Siendo invariable la resistencia del aparato y muy pequeña, (una milésima de ohm), permite que pase por él la totalidad de la corriente que quiere medirse, lo cual constituye una ventaja real para la exactitud de los resultados.

3.º La corriente puede cambiar con frecuencia de sentido sin alterar por eso la exactitud de la indicaciones.

4.º El aparato puede funcionar en todas las posiciones sin dejar de ser exacto.

5.º El contador indica directamente la cantidad en coulombs.

Sabiendo que, un metro cúbico de buen gas dá la misma cantidad de luz próximamente que 10.000 coulombs con un potencial de 100 volts, se ha aprovechado esta coincidencia para graduar los cuadrantes del aparato en *myria-coulombs*, cantidad que como concepto de luz será comparable al metro cúbico de gas.

6.º El campo magnético del amperómetro se puede regular á voluntad, y por lo tanto será fácil volver á poner el aparato en concordancia con las indicaciones, dado el caso de que una verificacion mostrase despues de algunos meses ó años de uso, que habia sobrevenido un cambio en el estado magnético del iman.

7.º En fin; será muy fácil reemplazar el amperómetro por un electro-dinamómetro, y medir con este cambio hasta las mismas corrientes alternativas.

La última de las ventajas exige una aclaracion para algunos lectores. En los amperómetros ordinarios la intensidad de la corriente viene medida por la desviacion que la misma corriente produce sobre un iman móvil ó un sistema magnético móvil el cual lleva la aguja indicatriz. Se sabe que un iman puede cambiar su intensidad magnética.

El electro-dinamómetro industrial es tambien un amperómetro, puesto que su objeto es medir la intensidad de una corriente dando su valor en ampères por una simple lectura; pero no hay en él ningun iman; la corriente, que pasa por un sistema de hilos fijos ó un carrete, pasa despues por otro sistema móvil al cual atrae ó repele, con más ó ménos fuerza segun sea la intensidad de la corriente. El sistema móvil cambia de posicion ó de direccion, y del cambio efectuado se deduce la intensidad de la corriente.

El primer aparato está fundado en la acción de una corriente sobre un iman.

El segundo está fundado en la acción de una corriente sobre otra.

APARATOS DE M. TROUVÉ PARA EL ALUMBRADO ELÉCTRICO.

**Figuras 2 y 3.**—Entre los varios aparatos de alumbrado que salen de los talleres de M. Trouvé, elegimos para que nuestros lectores puedan formar una idea, los dos candeleros que se representan en las figuras 2 y 3, notables por su elegancia y buen gusto, representando el primero la popular figura de D. Quijote y la de Mefistófeles el segundo. Son de bronce verdigris ó bronce florentino. En la parte superior lleva una bujía ordinaria con su platillo. De este arranca una flor cuyo centro lo forma la lamparita eléctrica.



Fig. 2. Candelero mixto para bujía y para lámpara eléctrica de M. Trouvé.

**Figura 4.**—La figura 4 representa un raytre del siglo XVI apoyado en su lanza que sostiene el candelabro de cuatro ó cinco ramas, en cuyos extremos aparecen las campánulas que contienen las lamparitas eléctricas. Lo mismo que los candeleros anteriores, pueden servir es-

tos candelabros para bujías ordinarias ó para luz eléctrica.

La luz que pueden dar estas lámparas eléctricas se valúa en 12 bujías cada una.



Fig. 3. Candelero mixto para bujía y para lámpara eléctrica de M. Trouvé.

**Coste de la luz eléctrica doméstica por el sistema Trouvé.**—Hé aquí el trabajo hecho sobre este asunto y que da M. Valette, tomando como punto de partida los datos que el lector encontrará en las tablas experimentales que publicamos en el número anterior de esta *Revista*.

Segun esas tablas, dice M. Valette, vemos que las cuatro horas de alumbrado eléctrico con las baterías de M. Trouvé, representan 100 bujías ó sean 400 bujías durante una hora, que gastan:

0,912	kilógramos de zinc (1 kilógramo) á razon de 0,75 el kilógramo. . . . .	0,75	pesetas.
2	kilógramos de bicromato de potasa. . . . .	4	»
7,2	ácido sulfúrico á 0,2 el kilógramo. . . . .	1,40	»
	Desgaste de lámparas, amortizacion del capital empleado (cálculo hecho para 4 horas). . . . .	0,05	»
	<b>Total de gasto. . .</b>	<b>6,20</b>	<b>pesetas.</b>

Es decir, que la luz de 400 bujías durante una hora nos cuesta 6,2 pesetas, ó sea 15 milésimas de peseta por bujía y por hora.

400 bujías equivalen á 40 cárcels. Suponiendo exactos los cálculos anteriores cada cárcel-hora costaría

$$\frac{6,2}{40} = 0,15 \text{ pesetas} = 5 \text{ cuartos.}$$

Hay que tener presente que el cálculo está hecho en las condiciones en que las pilas funcionan con gran consumo: se supone que las dos baterías trabajan á gran consumo y que no son de las de vaso poroso: que las dos baterías hacen funcionar á la vez 10 lámparas; pero si solo se hacen funcionar dos ó tres, ó bien si se emplea la pila de poco consumo, el gasto por



Fig. 4. Candelabro eléctrico de Mr. Trouvé.

cárcel-hora es un poco superior al calculado. Nosotros no podemos ofrecer á nuestros lectores otra garantía que la que pueden ofrecer los datos que nos dan los experimentos de otros. No hemos hecho personalmente experimentos, y

por lo tanto, no podemos ofrecer la garantía de nuestra propia experiencia.

M. Valette hace observar que si se generalizara este medio de alumbrado, el precio del bicromato descendería. También manifiesta que los sa-

lones del almirante M. Mouchez, director del observatorio, han sido iluminados desde las nueve de la noche hasta las cuatro de la madrugada por la luz eléctrica-Trouvé. También se usó el mismo sistema en el banquete celebrado por la prensa científica al que asistieron M. Boulay, del Instituto, Mr. Bouquet de la Grye, M. Gaston Tissandier, Mr. Hospitalier, el doctor Bouchu; en la sesión celebrada por la Sociedad francesa de Física, en la cual M. Trouvé alumbró durante dos veladas la sala de los teléfonos; y, en fin, el 19 de Marzo hizo funcionar sus aparatos ante la Academia de ciencias, recibiendo sinceros elogios.

COMPARACION ENTRE LAS CANTIDADES DE CALOR QUE DAN LOS DIFERENTES SISTEMAS DE ALUMBRADO.

A las puertas por donde entra y por donde sale el fluido eléctrico en una lámpara de arco ó de incandescencia, se llama muchas veces polos de las lámparas. Polo positivo, es el tornillo-aprehensor que coge y sujeta el hilo por donde llega á la lámpara el fluido: el negativo es el que coge y sujeta el otro hilo, el de vuelta del fluido.

Entre los dos polos de la lámpara hay un salto eléctrico ó caída de nivel ó diferencia de potenciales que representaremos por  $E$  volts; y cada segundo pasará del polo positivo al negativo una cantidad de electricidad que representaremos por  $I$  ampères.

La energía eléctrica que atraviesa en cada segundo el filamento carbonoso si la lámpara es incandescente, ó el arco voltaico si es de esta clase, será, como ya sabemos,

$$E I \text{ ampère-volts}$$

ó

$$\frac{E I}{10} \text{ kilográmetros.}$$

Para producir la energía luminosa ó la luz, no hay más que este solo medio posible:

*Tomar otra energía cualquiera y convertirla en luminosa.*

**Gas.**—El mal es que la transformación no se obtiene sino con un inmenso derroche de energía. Hasta estos últimos tiempos, el hombre para obtener la luz, ha echado mano de la energía-química-potencial, ó sea de la combustion: ha quemado el aceite, el sebo, la estearina, el gas; pero ¿cuánta energía nos cuesta una unidad de luz? Tomemos por ejemplo un mechero

ordinario de buen gas: su consumo por hora es 100 litros: la energía química potencial gastada por hora es 550 calorías, ó sean (como que cada caloría equivale á 424 kilográmetros)

$$550 \times 424 = 233.200 \text{ kilográmetros por hora.}$$

Resultado: obtener una luz que se llama como cantidad *una carcel*, y que alumbrá una hora; ó más brevemente:

una carcel-hora.

De modo que el obtener con el gas una carcel-hora nos obliga á hacer un consumo de energía (potencial) de

$$233.200 \text{ kilográmetros.}$$

Sería por demás curiosísimo resolver el siguiente problema:

De los 233.200 kilográmetros gastados, ¿cuántos se han convertido en kilográmetros luminosos? El resto convertido en calor oscuro, es perdido; y el resto es enorme. No sabemos si se han hecho por álguien estos experimentos. El medio que se nos ocurre para hacerlos es el siguiente: envuélvase completamente la luz de una carcel por una capa suficientemente espesa de una sustancia transparente que absorva todos los rayos no luminosos. El calor absorbido por esta sustancia representa casi toda la energía perdida: restándola de la total gastada, se tendría el valor *luminico de una carcel-hora* en kilográmetros. Supongamos que empleamos la luz del gas, y que medidos los rayos oscuros resultáran 500 calorías ó 212.000 kilográmetros.

*Tendríamos:*

Valor de la energía gastada en una hora.	233.200 kilográmetros.
Valor del calor sin luz, recogido por absorcion. . . . .	212.000 »

Diferencia, ó valor de una carcel-hora en kilográmetros de luz.	21.200 »
Se han gastado. . . . .	233.200 kilográmetros.
Se han recogido en luz. . . . .	21.200 »

Se ha utilizado un  $\frac{21.200}{233.200} = \frac{1}{11} = 0.09$  de lo gastado.

Nueve centésimas de lo que se gastó, se ha utilizado: el resto se perdió.

*El rendimiento sería 0,09, número bien exiguo.* Nos parece que ni aun eso darian los experimentos.

**Arco voltaico.**—Hallada la energía eléctrica gastada en la lámpara Gramme, se ha en-

contrado que se gastan por hora; 270.000 kilográmetros ó sea un caballo-hora para obtener 110 carcel-horas.

De modo que una carcel-hora nos cuesta 2.454 kilográmetros.

**Incandescencia.**—El término medio de los experimentos nos dice que se necesita gastar en la lámpara de incandescencia un caballo-hora ó sea 270.000 kilográmetros para obtener 20 carcel horas; lo cual supone 13.500 kilográmetros para obtener una carcel-hora.

Resumiendo los resultados obtenidos tendremos que para obtener una carcel-hora, gastamos:

Con gas . . . . .	233.200 kilográms. de calor.	
Con la incandescencia eléctrica . . . . .	13.500	»
Con el arco voltaico . . . . .	2.454	»

Tales son los consumos de energía que se hacen en las lámparas de gas, de arco voltaico ó de incandescencia para obtener la misma cantidad de luz; una carcel hora.

¿Cómo extrañar despues de ver esos números que el alumbrado por gas produzca una enorme cantidad de calor comparada con la que dan las luces eléctricas! El gas, como esa tabla lo dice, producirá cerca de 100 veces más calor que el arco voltaico á igualdad de luz.

Si representamos por 1 el calor que da una carcel-hora con el arco voltaico, tendremos que esa misma luz con la incandescencia daría 5 de calor y con el gas daría 100.

Calor producido por el arco . . . . .	1
» » por incandescencia . . . . .	5
» » por gas . . . . .	100

Y sin embargo, el arco voltaico puede producir la más alta temperatura que se conoce en nuestro globo.

**¿Por qué la lámpara incandescente da un rendimiento en luz menor que el arco voltaico?**—Tanto el mechero de gas, como el foco de incandescencia, como el de arco, producen un conjunto de radiaciones ó vibraciones etéreas cada una de onda de diferente longitud, á la manera que si hacemos sonar á la vez todas las teclas de un piano, se produce un conjunto de vibraciones sonoras de onda diferente cada una.

En el conjunto de las vibraciones etéreas producidas por un foco de luz podemos distinguir perfectamente tres grupos.

*Primer grupo.*—Vibraciones ó rayos de fac-

lor que no impresionan nuestro sentido de la vista, y que por esto se llaman de calor oscuro.

*Segundo grupo.*—Vibraciones ó radiaciones luminosas que son al mismo tiempo más ó menos caloríficas.

*Tercer grupo.*—Vibraciones ó radiaciones que la vista tampoco percibe, y que por lo tanto no son luz, y cuya existencia conocemos porque son capaces de descomponer ciertas sustancias y principalmente las sales de plata: estas se llaman radiaciones químicas.

Nuestro interés, al quemar el gas, ó al utilizar la energía eléctrica para obtener luz, consiste en disminuir en lo posible la producción del primero y del segundo grupo de radiaciones; porque tal disminución refluiría en un aumento del segundo, que es el objeto que nos proponemos.

De los tres grupos antedichos, el primero es seguramente el que se lleva la mayor parte de la energía: el tercero es el que se lleva menos. La experiencia enseña que para sacar el mayor provecho en favor del segundo grupo, es preciso aumentar extraordinariamente la temperatura del foco. Cuanto más alta sea la temperatura, mayor es la porción de luz obtenida, y mayor también la proporción de rayos invisibles químicos; pero como la energía consumida por estos es relativamente poca, y mucha la que consumen los rayos caloríficos oscuros, resulta una gran ventaja en tener una altísima temperatura.

Estas consideraciones nos dan cuenta de la ventaja que lleva el arco voltaico á la luz de incandescencia, y esta á la del gas. Pero al llegar aquí, ocurre una pregunta: ¿por qué no hacemos que sea más alta la temperatura del filamento carbonoso de la lámpara incandescente, y así tendremos mayor rendimiento, mayor aprovechamiento de la energía gastada?

La razón está en que el filamento carbonoso se desagrega y se rompe, en cuanto la intensidad de la corriente pasa de cierto límite, y la lámpara es perdida. El inconveniente de un exceso de fluido no es grave en el arco voltaico: es verdad que el carbon en este foco se desagrega; pero todo el mal que de aquí puede resultar es que se consume un poco más de prisa. Lo que en el arco voltaico es un mal de poca importancia (toda vez que de todos modos los carbones se han de gastar por combustion) es gravísimo en la lámpara de incandescente. Si hubiera en la naturaleza, que no la hay, una sustancia más infusible que el carbon y de la conductibilidad de éste, la usaríamos para la incandescencia, y entonces este foco adquiriría el ideal de la perfección.

## BIBLIOGRAFÍA.

Hemos recibido el *Catálogo explicado é ilustrado de los instrumentos de Física y de Cosmografía inventados por D. C. Tomás Escriche y Mieg*, catedrático de Física del Instituto de Guadaluajara.

Más bien que un catálogo es una obrera en que el ilustradísimo catedrático de Física describe los aparatos que su fecunda inventiva le ha sugerido para facilitar y mejorar la enseñanza.

No necesita este trabajo nuestra recomendación; porque el nombre solo del Sr. Escriche, bien conocido entre los que cultivan las ciencias físicas, lo recomienda.

La Dirección general de Instrucción pública, convencida de la utilidad que en la enseñanza experimental de la Física pueden prestar los aparatos, instrumentos y cuadros del Sr. Escriche, lo ha recomendado á los establecimientos de enseñanza. La construcción de estos aparatos, que se hace bajo la inspección del inventor, es tan esmerada como la extranjera, y á ménos precio. Unos aparatos tienen evidentes mejoras y ventajas sobre los análogos existentes: otros son enteramente nuevos, y otros tienen por objeto hacer sensible á los sentidos fenómenos y movimientos delicados ó moleculares para los cuales son impotentes la vista y el microscopio.

## Sección de noticias diversas.

**Luz eléctrica en Reus.**—El Municipio de la ciudad de Reus, con motivo de las ferias y fiestas celebradas en los días 18 al 22 del corriente contrató con la *Sociedad Española de Electricidad* el alumbrado de las plazas Constitución y Prim y la calle de Montarols. Además un faro proyector Mangin, para hacer partícipes á los pueblos de aquel rico llano, de los rayos de la expresada luz.

Completo fué el éxito, viéndose aquella ilustrada Corporación felicitada por amigos y adversarios que por desgracia nunca faltan. Contribuyeron al éxito del expresado alumbrado, los Sres. Soler, dueño de la fábrica de hilados y torcidos de algodón, que al efecto prestó su excelente máquina de vapor fabricada en los muy reputados talleres del Vulcano de esta capital, y su laborioso director Sr. Serra.

El Municipio de Reus, en vista de los excelentes resultados obtenidos, y de la entusiasta acogida que de sus administrados ha merecido la luz eléctrica, ha encargado á la nombrada *Sociedad* la formación de proyecto y presupuesto para alumbrar permanentemente las dos citadas plazas, pudiendo adelantar á nuestros lectores que el alcalde Presiden-

te D. Serafin Serra y el Director de la *Española* Sr. Dalmau están de acuerdo sobre las bases principales.

La fábrica del Sr. Soler, será también, según todas las probabilidades, la primera que en la industrial ciudad de Reus adoptará de una manera definitiva el propio alumbrado.—Sabemos también que el celoso jefe de explotación del ferrocarril de Lérida á Tarragona, ha propuesto alumbrar por medio de los procedimientos Gramme la estación de la repetida ciudad de Reus.

—En estos últimos días se han inaugurado las siguientes instalaciones de luz eléctrica. Talleres de muebles de lujo de D. Francisco Vidal, calle de la Diputación, 13 focos Gramme de arco voltaico y algunos de incandescencia. Fábrica de géneros de punto de los Sres. Masoliver Hermanos, calle de Rocafort, 5 Gramme. Parte de la fábrica de la Sra. Heredera de D. Martín Rodés 18 focos Gramme de arco voltaico. En San Martín de Provensals. Fábrica de D. Juan Picas, también en San Martín de Provensals otros 3 focos. Y la fábrica del Sr. Saladrigas, hilatura de algodón en Torelló, 6 focos como los repetidos.

**Navegación aérea por medio de la electricidad.**—El día 7 de Octubre hicieron los Sres. Tissandier, que, como es sabido, vienen consagrados desde hace tiempo á la resolución del problema de la dirección de los globos, una experiencia que interesa en gran manera á los electricistas.

Los aereonantes partieron desde su taller situado en el camino de Versailles, y después de un viaje de tres horas descendieron cerca de Chatou. Durante el viaje hicieron muchos ensayos fructuosos sobre la manera de gobernar su globo y lucharon con un viento bastante fuerte.

El aereostato es de forma prolongada; mide 28 metros de longitud por 9.<sup>m</sup> 20 de diámetro; el volumen es de 1100 metros cúbicos. En la parte superior de la navicilla que está hecha de bambú van colocados el motor eléctrico y el hélice que mide 2.<sup>m</sup> 80 metros de diámetro. En el interior se han dispuesto las pilas que son de bicromato potásico. Un conmutador de mercurio permite agrupar convenientemente todos los elementos según el trabajo que quiera producirse. El motor eléctrico puede dar al freno un trabajo de 100 kilogrametros.

**Alumbrado eléctrico en Bruselas.**—Con ocasión del viaje de S. M. el Rey de España se iluminaron profusamente con luz eléctrica los boulevares por donde había de pasar nuestro Monarca para dirigirse al palacio. Aunque la instalación se hizo de una manera precipitada por la falta de tiempo, los resultados fueron muy satisfactorios.

Figuraban 22 lámparas de arco de varios sistemas: entre estos 14 del sistema Gramme, las que según dice *Il Giorno* del que copiamos la noticia, han sido las que mejores resultados produjeron.

**Alumbrado eléctrico.**—El Hôtel de Ville de París vá á iluminarse con luz eléctrica. El nuevo alumbrado tendrá lámparas móviles que podrán llevarse hasta la distancia de dos metros.

—El alumbrado eléctrico ensayado en Londres en el Palacio de Westminster para el servicio de la Cámara de los Comunes durante la última sesión va á ser aumentado y adoptado de una manera permanente. Esta instalación constaba de doscientas setenta y seis lámparas de incandescencia y para la próxima sesión van á añadirse doscientas catorce más.

**Luz eléctrica en las minas.**—Muchas compañías de las minas del Arizon (América) adoptan la luz eléctrica para los pozos y galerías. La *Silver King Mining Company* propónese instalar 4 lámparas de 3.000 bujías en la superficie y 2 de igual fuerza luminica en el fondo de la mina, más 25 lámparas de incandescencia Swan. Una dinamo alimentará las 6 lámparas de arco y cargará al propio tiempo acumuladores para el servicio de las Swan.

Las lámparas fijas colgarán de las bóvedas de las galerías y las portátiles se unirán á los conductores por medio de hilos flexibles.

**La electricidad en la Marina.**—El cañonero *Tsukuski*, de espolon y doble torre navega actualmente con dirección á Jokohama, dejando Europa despues de haberse enriquecido con los más modernos adelantos, figurando entre estos una completa iluminación eléctrica.

También al paquebot *Oregon* se le ha provisto de alumbrado eléctrico; la instalación consta de cuatrocientas sesenta lámparas de incandescencia.

El vapor escocés *Gabo*, acaba de efectuar su primera travesía iluminado completamente por lámparas de incandescencia. La máquina dinamo alimenta 90 lámparas de diez bujías, 20 de veinte bujías y dos focos de arco.

**Tram-vías eléctricos.**—Dice el *Techniker*, que hay actualmente en Europa los siguientes tram-vías eléctricos: de Berlín á Lichterfelde, 2.520 metros; de Charlottenburg á Spandau, 2.480 metros; de Sandvoort á Kostverloren (Holanda), 2.100 metros; de Bush á Bushaven (Irlanda) 10 kilómetros, y otro en las minas de carbon de Zaukerode. A estas líneas deben aún añadirse otros caminos de hierro eléctricos como los de Portrush, Brighton, etc.

**Telefonía.**—Con ocasión de la exposición de electricidad celebrada en Lodi, se establecieron comunicaciones telefónicas entre esta ciudad y Milan que dista de aquella 35 kilómetros.

—Segun dicen los directores de la Compañía *River Plate Telephone*, parece que la aplicación de los teléfonos va extendiéndose rápidamente en Buenos Aires y Montevideo. Durante el mes de Agosto último ha habido un aumento de 94 abonados con 104 teléfonos.

—La red telefónica de Honolulu cuenta actualmente 350 abonados; y como quiera que la población es de 14.000 habitantes resulta una línea por 40 habitantes, proporcion que no ha alcanzado ninguna otra ciudad del mundo.

## Privilegios de invencion.

PATENTES TOMADAS EN ESPAÑA.

(Continuacion.)

- 852.—Patente expedida en 4 de Abril de 1883 á D. Tomás Alva Edison, vecino de Menlo Park (Estados Unidos), por un procedimiento perfeccionado para construir y disponer los conductores que se emplean en los sistemas de distribución eléctrica y para regular la corriente de dichos sistemas.—El objeto de esta invencion es disponer el sistema de conductores que alimentan la region de tal manera en los diversos puntos de aquella que guarda proporción con las necesidades, existiendo así en la práctica en todas las lámparas de la region la misma fuerza alumbradora, teniendo todas una fuerza alumbradora dos ó tres veces mayor que en la de la lámpara normal ó guía.
- 853.—Patente expedida en 4 de Abril de 1883 á don Tomás Alva Edison, vecino de Menlo Park (Estados Unidos), por máquinas dinamo ó magneto eléctricas mejoradas.—Se refiere á unos medios para derivar de una máquina dinamo ó magneto eléctrica dos ó más circuitos independientes, en los cuales haga una fuerza ó presión electro-motriz diferente, pudiéndose regular estos circuitos independientemente.
- 854.—Patente expedida en 4 de Abril de 1883 á don Tomás Alva Edison, vecino de Menlo Park (Estados Unidos), por un procedimiento perfeccionado de trasmision de la electricidad para alumbrado, fuerza motriz y otros usos.—Esta invencion tiene por objeto hallar un medio eficaz y económico para dividir una corriente eléctrica de fuerza electro motriz ó tensión elevada en cierto número de corrientes de tensión ó fuerza electro-motriz más debil, y hacer que sean independientes unas de otras, todas las lámparas ó aparatos de tensión por las corrientes de tensión más débil.
- 855.—Patente expedida en 4 de Abril de 1883 á don Tomás J. Dalmau, vecino de Barcelona, por un procedimiento con perfeccionamientos para la trasmision eléctrica de fuerza motriz.—Consisten estos perfeccionamientos en la nueva disposición mecánica de los motores y de los generadores eléctricos, en una nueva combinación evitando que un motor eléctrico adquiriera una velocidad exagerada y en nuevos medios para regular la velocidad de los motores eléctricos.
- 833.—Patente expedida en 21 de Febrero de 1883 á Mr. John Eveling Liardet y Mr. Thomas Donnithorne, por un procedimiento en los medios destinados á acumular la energía eléctrica y preparar las materias que han de emplearse con este objeto.—Esta invencion está destinada á perfeccionar los medios y aparatos destinados á devolver la energía potencial, ó sea á almacenarla y preparar las materias que hay que emplear en dicha operación.

(Continuará.)