

bujías, la más larga, ó aquella cuyas puntas están más próximas, será la que establezca el contacto y la que se encenderá.

„Después de atravesar la corriente eléctrica el circuito director, llega á la vez á los tres carbones móviles y puede volver indefinidamente por los tres carbones fijos; pasa entre los que se tocan y los enciende. Tan luego como se efectúa la imanación, la paleta es atraída; los tres pares de carbones se separan á la vez, quedando dos fríos y formándose el arco en el tercero. Persiste, mientras hay materia por quemar, mante-

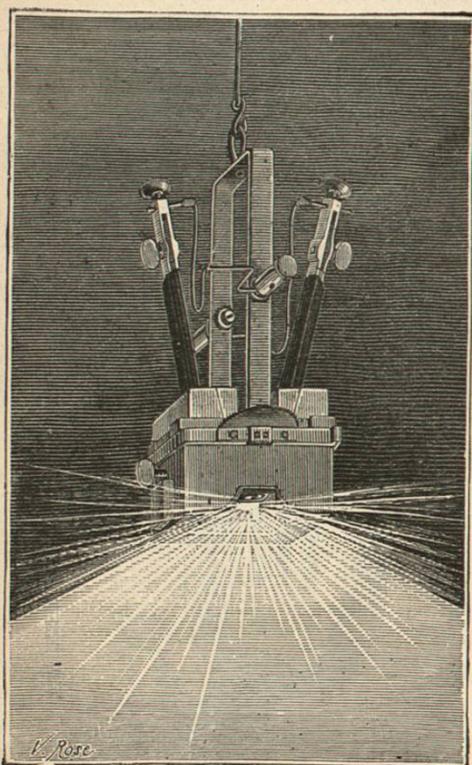


Fig. 457.—Lámpara-sol de Clerc y Bureau

previa preparación de carbones, lo cual disminuye considerablemente su gasto.,

El inventor ha llegado á alimentar hasta 24 focos con un motor de 8 caballos y la máquina Gramme llamada de 4 luces. „Por lo que hace á la luz de cada lámpara, dice, disminuye con su número; una sola, con la velocidad de 1,500 vueltas, equivale á 134 Carcels, 2 se reducen cada una á 113, y si son 14, tan sólo equivalen á 50., La distancia á que puede hacerse llegar la luz va creciendo con la rapidez de rotación de la máquina; á 1,500 vueltas, se puede introducir en el circuito un kilómetro de alambre de cobre de un milímetro; á 2,000 vueltas, hasta cuatro kilómetros del mismo alambre ó 16 kilómetros del de dos milímetros. De aquí deduce M. Jamín la posibilidad de alumbrar toda una gran ciudad con un solo taller que irradie en todos sentidos.

Se atribuyen á la bujía Jamín los defectos siguientes: variaciones en la intensidad luminosa á causa de alargarse y acortarse el arco, que carece de fijeza; absorción de

nido en las puntas por la acción de la corriente directriz, y volviendo necesariamente á ellas si alguna causa extraña lo desviara. Cuando la corriente cesa, la paleta vuelve á caer y se restablece el contacto; si pasa de nuevo, los carbones se encienden y se separan como la primera vez. Así pues, el alumbrado es automático, instantáneo y renovable á beneplácito.,

M. Jamín demuestra cómo, al consumirse una bujía, la reemplaza otra, y por medio de qué artificio se obvia la extinción posible y repentina de una de las lámparas en el circuito, y enumera en los siguientes términos las ventajas de su bujía eléctrica: „En resumen, nuestra lámpara reúne muchas cualidades esenciales: se la enciende cuantas veces se quiera; solamente requiere un circuito para todas las bujías inmediatas; reemplaza automáticamente con carbones nuevos los que han ardido por completo; no necesita ninguna materia aisladora capaz de alterar el color de las llamas, ni

fuerza por el marco director, y por fin, la sombra que éste proyecta. Las bujías Wilde y Jablochhoff adolecen también del defecto de ser de intensidad ó coloración variables, pero en cambio son más sencillas y económicas que la bujía de Jamín.

Aunque las barras de carbón de la lámpara-sol no estén colocadas paralelamente como las de la bujía Jablochhoff, su luz emana, como la de ésta, de un arco voltaico aumentado con la incandescencia de un conductor continuo imperfecto, y así como las bujías, necesita un generador de corrientes alternativas.

Los inventores Clerc y Bureau dan á su lámpara la forma representada en la figura 457. Los dos carbones, de forma semicilíndrica, forman entre sí un ángulo de unos 40°; resbalan por su propio peso á través de unas aberturas practicadas en un bloque rectangular compuesto de una mezcla de materias refractarias, como granito, piedra blanca y mármol. Sus puntas van á parar á una cavidad

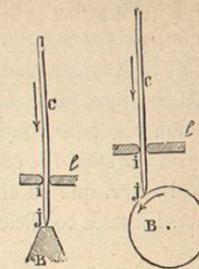


Fig. 458.—Principio de construcción de la lámpara Reynier

hecha en el bloque en forma de tejado, y el arco voltaico producido por el paso de la corriente (para la combustión se reúnen las puntas de los carbones con otra barrita muy fina de carbón que se calienta y consume casi al punto) toca precisamente la arista de dicho diedro de mármol ó de magnesia aglomerada. El arco producido se mantiene á distancia fija de las puntas de los carbones, gracias á la substancia refractaria que la elevación de temperatura hace conductora é incandescente.

Dada la susodicha disposición, esta lámpara despide su luz en forma de haz cónico muy abierto de arriba abajo. Pero se puede practicar la cavidad en uno de los lados del bloque, si se quiere un alumbrado lateral, ó dar vuelta á la lámpara, si se trata de dirigir la luz hacia arriba, por ejemplo de iluminar un techo. En este último caso se necesitan muelles que empujen los carbones.

La fijeza del punto luminoso, la de la luz misma, cuyo color ligeramente amarillo es agradable á la vista y nada molesto, y la sencillez inherente á la carencia de todo mecanismo, son las cualidades principales que distinguen á la lámpara-sol. Como todos los aparatos que funcionan por medio de corrientes alternativas, produce un ruido desagradable, pero que no se advierte en los aparatos en que la lámpara está

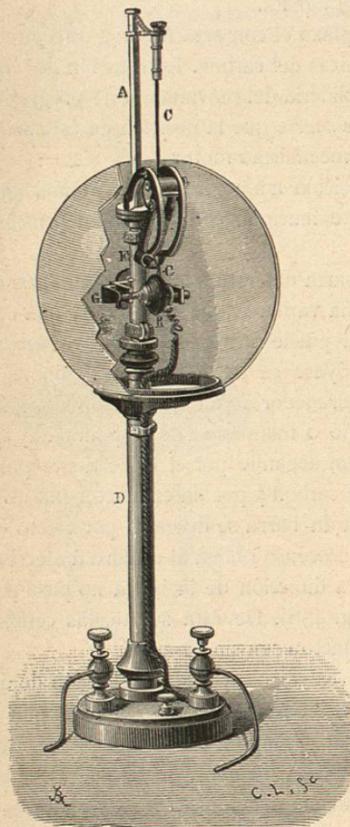


Fig. 459.—Lámpara Reynier

metida en faroles perfectamente cerrados. Los carbones se desgastan muy despacio, variando el consumo entre 8 y 15 milímetros por hora, y como su longitud puede ser

de 25 centímetros, la duración del alumbrado no baja de diez y seis horas. Según los experimentos hechos en Bruselas en 1881, la intensidad luminosa de dos lámparas alimentadas por una máquina Gramme (á 2,000 vueltas) era de 580 Carcels; con doce lámparas en el circuito, esta intensidad llegaba á 140.

M. E. Reynier ideó en 1878 una lámpara cuyo principio describe el inventor en estos términos: "Una barrita de carbón cilíndrica ó prismática C está atravesada en *i* y *j* por una corriente continua ó alternativa bastante intensa para ponerla incandescente en esta porción. La corriente entra ó sale por el contacto *L* y sale ó entra por el contacto B. El *L*, que es elástico, comprime la barrita lateralmente; el B la toca por una punta. En tales condiciones, el carbón se consume por su extremo *j* más pronto que por

cualquier otro sitio, y tiende á acortarse; por consiguiente, si el carbón C es empujado continuamente en la dirección que marca la flecha de modo que tropiece sin cesar con el contacto B, avanzará gradualmente conforme se vaya consumiendo, corriéndose por el contacto lateral *L*. La combustión del carbono aumentará en gran manera el calor desarrollado en virtud del paso de la corriente por la barrita.

„En la práctica, reemplazo el contacto fijo con otro giratorio B que se lleva las cenizas del carbón. La rotación del contacto de punta se hace solidaria del movimiento de progresión de la barra de carbón, de suerte que la posición de ésta sobre dicho contacto refrena el mecanismo motor.”

Véase ahora la disposición adoptada por M. Reynier para construir una lámpara que funciona con arreglo al principio expuesto.

CC (fig. 459) es una barra de carbón de dos milímetros de diámetro, sostenida por una varilla A que penetra en una columna hueca D, en la cual puede correr entre dos ruedecitas macizas que la guían. Apóyase su extremo en un cilindro R de carbón que se mueve alrededor de un eje horizontal sostenido en la columna. A 5 ó 6 milímetros de la punta hay un contacto provisto de un freno que sujeta la barrita, llegando por él la corriente positiva, la cual vuelve á la máquina por el cilindro de carbón y por un conductor puesto á lo largo de la columna. A medida que la punta de la barra se desgasta por efecto de la incandescencia, y ésta baja, su movimiento de descenso obliga al cilindro á efectuar un movimiento continuo de rotación, á cuyo fin la dirección de la barra no pasa por el eje del cilindro, sino algo excéntricamente (fig. 458). De esta suerte, las cenizas acumuladas por la combustión en el punto de contacto caen sin cesar.

La lámpara de Werdermann viene á ser la de Reynier invertida. La acción de un contrapeso levanta una barra de carbón móvil en el interior de un tubo metálico que la guía y por el cual llega la corriente positiva, viniendo dicha barra á dar contra un recio disco de carbón que forma el polo negativo del arco. La pequeña porción de la barra comprendida entre el disco y el tubo que la contiene es la única atravesada por la corriente; se pone incandescente y su luz se agrega á la del reducido arco voltaico que brota en el intervalo de los dos carbonos. La gran resistencia que el contacto imperfecto de éstos opone al paso de la corriente es la que, tanto en la lámpara Werdermann como en la de Reynier, produce la elevada temperatura y la incandescencia de

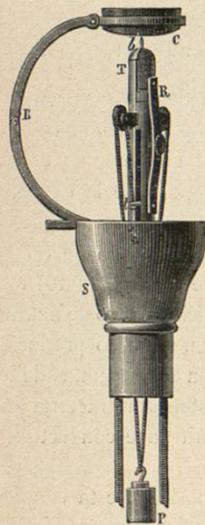


Fig. 460.—Lámpara Werdermann

la barra. La punta de ésta arde con vivísimo resplandor, y las partículas de carbón que se volatilizan y radian en torno de ella constituyen en realidad un verdadero arco voltaico. Así pues, las lámparas de esta clase no son de incandescencia pura, sino que forman el tránsito entre éstas y los aparatos de arco voltaico propiamente dicho.

Terminaremos con la descripción de las lámparas de incandescencia esta enumeración ya larga, aunque bastante incompleta, de los aparatos inventados para aplicar la luz eléctrica al alumbrado.

IV

LÁMPARAS ELÉCTRICAS DE INCANDESCENCIA

Hácese remontar al año 1841 la fecha de los primeros ensayos de alumbrado eléctrico por incandescencia, y en efecto, el inglés F. de Moylens construyó hacia dicha época una lámpara cuya luz emanaba de un alambre de platino incandescente. Starr y King renovaron esta tentativa en 1844, Petrie en 1849 valiéndose del platino iridiado, y Changy en 1857 empleando delgadas barritas de carbón de retorta metidas en redomas

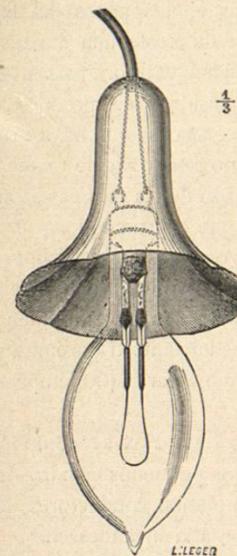


Fig. 461.—Lámpara Lane-Fox

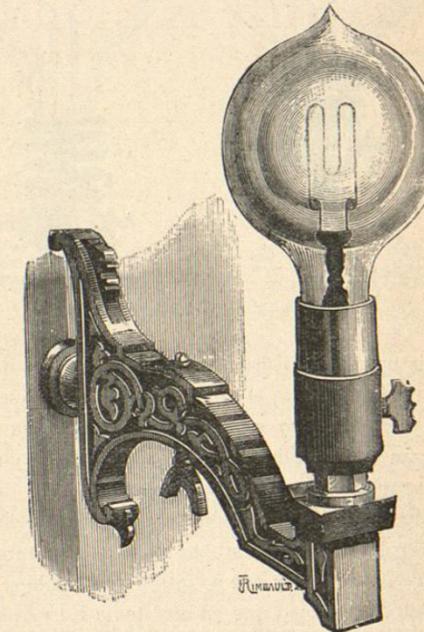


Fig. 462.—Lámpara Maxim

de vidrio en las que se había hecho el vacío. La propiedad que tiene el carbón de adquirir un gran poder de radiación, su resistencia mucho más considerable que la del platino, y sobre todo su infusibilidad le hicieron preferible al platino en las investigaciones de los sabios y de los inventores. Citemos también los nombres de Lodyguine, Konn, Bouliguine y Sawyer, quienes de 1873 á 1879 construyeron lámparas basadas en la incandescencia del carbón al aire libre, en el vacío, ó en un medio impropio para la combustión, como el nitrógeno.

Por último, después de hacer nuevos, pero infructuosos ensayos con el platino, se volvió á hacer uso del carbón, y se idearon varios sistemas de lámparas de incandescencia con los que se pudo vencer las dificultades prácticas con que tropezaran los primeros inventores. Vamos á describir sucesivamente las cuatro lámparas que han funcionado con éxito en la Exposición de Electricidad, y que á decir verdad tienen bastante analogía.

En las lámparas Edison, el carbón retorcido en forma de U es un filamento de fibras de bambú carbonizado por un procedimiento especial. A pesar de su extraordinaria tenacidad, este filamento ha adquirido gran rigidez; sus puntas, un tanto abultadas, están sujetas por una especie de pinzas de platino de las que parten hilos conductores de platino también. Todo ello va herméticamente cerrado en una bombilla de cristal de forma oblonga, en cuyo interior se hace el vacío con una bomba de mercurio.

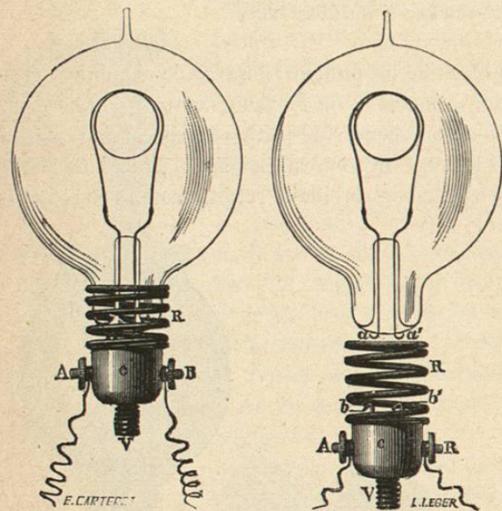


Fig. 463.—Lámpara Swan

En el momento de hacer el vacío, se calienta el carbón hasta la incandescencia, de suerte que al expulsar en virtud de esta operación las últimas burbujas gaseosas introducidas en los poros del filamento, se da á éste una dureza y una densidad extraordinarias. En tales condiciones se produce la incandescencia sin que haya combustión, no siendo ya de temer la disgregación de las partículas carbonadas que ocurría en los primeros ensayos y que había malogrado la operación. Edison construye dos tipos de estas lámparas, cuya intensidad estima en 1,6 Carcel para el primero y 0,8 para el segundo. El carbón acaba necesariamente por gastarse, pero, según se dice, la luz dura 1,200 horas. Más adelante trataremos de la gran máquina de luz del mismo físico, la cual es capaz de alimentar 2,400 lámparas del segundo tipo en el mismo circuito.

El filamento de carbón de la lámpara de incandescencia de Lane-Fox se compone de briznas de grama carbonizadas, cuyas puntas penetran en dos pequeños cilindros de plumbagina, en los que se introducen también los alambres de platino conductores del circuito. Lo propio que en el sistema Edison, se lleva el carbón á la incandescencia al mismo tiempo que se hace el vacío en la campana de vidrio con la bomba de mercurio. Dícese que basta la fuerza de dos caballos para alimentar 15 lámparas Lane-Fox, cada una de las cuales equivalga á 1,2 Carcel.

El carbón de las lámparas Maxim (fig. 462) tiene la forma de una M, cortada en un cartón bristol previamente carbonizado entre dos planchas de hierro caldeadas á un grado conveniente. Después de hacer el vacío en el recipiente de vidrio, se introduce en éste el vapor de un hidrocarburo (gasolina), y se renueva el vacío haciendo pasar la corriente. Entonces se forma en la superficie del filamento del carbón un depósito de partículas carbonizadas de la gasolina, que lo hacen más tenaz y resistente. La

forma del carbón y sus dimensiones, mayores que las de otras lámparas, contribuyen á dar á las de Maxim gran intensidad. El inventor asegura que con un caballo de fuerza puede alimentar 6 lámparas de 2,6 Carcel cada una.

El último sistema de alumbrado eléctrico por incandescencia que nos falta describir es el de Swan. La disposición de sus lámparas viene á ser la misma que la de las anteriores, como lo muestra la figura 463. El carbón se compone de hilos ó trencitas de algodón de un decímetro de longitud, á las cuales se les da la consistencia del pergamino metiéndolas en un baño de ácido sulfúrico bastante diluido en agua. Su forma es la de una U, pero dando una vuelta completa en su parte superior, con objeto de concentrar más luz en este punto. Los extremos del carbón son algo abultados, y están fijos en portacarbonos de platino soldados en el fondo del recipiente y enlazados con los conductores. Hácese el vacío y se da paso á la corriente como hemos visto al describir los sistemas anteriores y por los mismos motivos. La luz de las lámparas Swan es muy blanca; según se dice, es posible alimentar 15 con la fuerza de un caballo.

Enumerados ya los sistemas más importantes de alumbrado eléctrico, réstanos completar cuanto sabemos acerca de los generadores que los alimentan, y describir algunas máquinas que se han combinado especialmente para la producción y división de la luz.

V

LAS MÁQUINAS DE LUZ

Los generadores de electricidad que hemos descrito en el capítulo X de la primera parte de este volumen son susceptibles de muchas y variadas aplicaciones; pero los grandes progresos que se han realizado en estos últimos años en los aparatos de alumbrado han inducido á los constructores de máquinas magneto ó dinamo-eléctricas á hacer investigaciones que han tenido por objeto su aplicación especial á la producción de la luz, habiéndose ingeniado en mejorar su rendimiento, y luego en resolver dos cuestiones particulares íntimamente unidas á la solución práctica del alumbrado público ó privado por la electricidad. Una de estas cuestiones es la de la *división de la luz*, es decir, la de una combinación merced á la cual se pueda alimentar con una sola máquina, en un mismo circuito ó en muchos circuitos derivados, el mayor número posible de focos luminosos. No cabe duda de que en muchos casos sólo se trata de producir el foco más intenso posible y concentrar la luz por medio de proyectores en un espacio limitado. Pero lo que es ventajoso en los casos á que aludimos es, por el contrario, un obstáculo cuando se trata del alumbrado público, exterior ó interior; entonces la división, la distribución de la luz del arco en un gran número de lámparas que la difundan, es una condición esencial del buen resultado de la operación.

Por otra parte, como la invención de las bujías eléctricas y otros aparatos análogos ha hecho necesario el empleo de corrientes alternativas, ha traído también consigo la modificación de las máquinas existentes, precisamente acondicionadas para producir corrientes continuas.

La solución de esta cuestión era muy sencilla en lo que respecta á las máquinas magneto-eléctricas. Y en efecto, hemos visto que estas máquinas daban naturalmente á cada vuelta dos corrientes de sentido contrario y que para obtener corrientes continuas se las provee de un conmutador. Basta, pues, reemplazar este aparato con un