

h). Electricidad y luz

1).—EL BOMBILLO Y SU HISTORIA

Pertenece este capítulo propiamente al tratado de las relaciones entre la electricidad y el calor. Si la transformación de electricidad en calor puede computarse con toda exactitud matemática, no es esto el caso para la transformación de electricidad en luz. Un alambre por el cual pasa una corriente se calienta y puede ponerse incandescente. En tal caso una parte de la energía se manifiesta en forma de luz y es claro que en las instalaciones correspondientes, el electricista trata de conseguir un máximo de luminosidad con un gasto de energía lo menor posible, siendo por lo general el fin de tales instalaciones el de iluminar y no el de calentar.

Davy en 1801 fue el primero que pensó en utilizar la corriente eléctrica para fines de iluminación. Más tarde, un alemán, Goebel construyó en 1855 las primeras bombillas con hilo de carbón. En el año 1860 fabricó el inglés Swan las mismas bombillas pero su fabricación no fue muy en grande,

El verdadero desarrollo técnico de la enorme industria de iluminación eléctrica lo debemos a Edison (1844-1931) quien dedicó una gran parte de su vida riquísima a este problema.

El fundamento científico de la bombilla eléctrica es tan sencillo que no es preciso describirlo aquí. Las primeras bombillas tenían un hilo de carbón que se ponía incandescente debido al paso de la corriente eléctrica. Desde luego se tuvo que colocar este hilo, en un recipiente del cual se había evacuado cuidadosamente el aire, porque de lo contrario se habría quemado el hilo. Todavía existen, y hoy se ven de vez en cuando estas bombillas, de hilo de carbón pero son muy malas. La temperatura de estos hilos de carbón en una bombilla prendida sube a unos 1900° C. A pesar de que el punto de fusión del carbón es mucho más alto que 4000° , estas bombillas se dañan después de un uso de algunas semanas porque el hilo desprende carbón sólido y lo proyecta contra las paredes de la bombilla.

Las bombillas modernas tienen hilos de metal, como osmio tungs-

teno o tantalio; el hilo incandescente trabaja a una temperatura de 2925° C. Estas bombillas no tienen vacío por dentro sino que contienen un gas inerte como p. e. hidrógeno. La presión interior es de m.o.m. 0,7 atm., la que con el calentamiento sube a 1 atmósfera. Una bombilla moderna de nitrógeno con filamento de tungsteno trabaja a una temperatura de 2625° C. Las antiguas bombillas de carbón resistían apenas 800 horas, las bombillas modernas duran con facilidad el doble o más.

Se sabe que la intensidad de iluminación se mide en bujías. Las bombillas modernas gastan por bujía m. o m. 0,6 vatios; hay algunas que gastan apenas 0,5 vatios, de manera que p. e. una bombilla de 50 bujías tiene una potencia de gasto apenas de 25 vatios. Hoy día por lo general en el comercio no se dice nada de las bujías que tiene una bombilla, sino que se indica únicamente el número de vatios de gasto.

Las bombillas que más se producen son las para una tensión de 110 voltios. Una bombilla de estas para 100 vatios deja pasar una corriente de 0.98 amperios o sea tiene una resistencia de 112 ohmios.

Estas bombillas pueden usarse perfectamente bien para tensiones entre 100 y 120 voltios y pueden usarse para corriente continua y para corriente alterna. También hay en el comercio bombillas para 220 voltios y para 55 voltios. La razón de por qué estas tensiones son siempre múltiplos de 11 la encontraremos más tarde. Las pequeñas bombillas de las lámparas de bolsillo necesitan 3,5 voltios por lo general y gastan una corriente de 0.2 amperios.

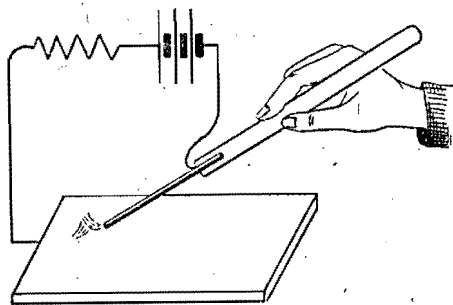
Lo más común en las casas es que se conecten las bombillas en paralelo, con lo cual la intensidad de toda la instalación (de una casa) sube por supuesto. Si una casa tiene en paralelo p. e. 8 bombillas de 100 vatios. c.u. y la tensión es de 110 voltios, el fusible de entrada en la casa tiene que ser suficientemente grueso para resistir por lo menos 7,3 amperios.

2.—EL ARCO VOLTAICO

Si se conectan dos varillas de carbón con una fuente de corriente eléctrica (continua o alterna) y se acercan las dos puntas de las varillas, se forma entre ellas un puente sumamente luminoso que se

conoce con el nombre de arco voltaico. La tensión necesaria es de unos 45 voltios.

Se trata de un fenómeno semejante a la descarga que hemos visto en la primera parte, pág. 140. El cátodo se calienta muchísimo y emite un chorro fuerte de electrones; en el ánodo se forma, debido a la evaporación una especie de "crater". El arco voltaico puede mantenerse sólo si el cátodo permanece

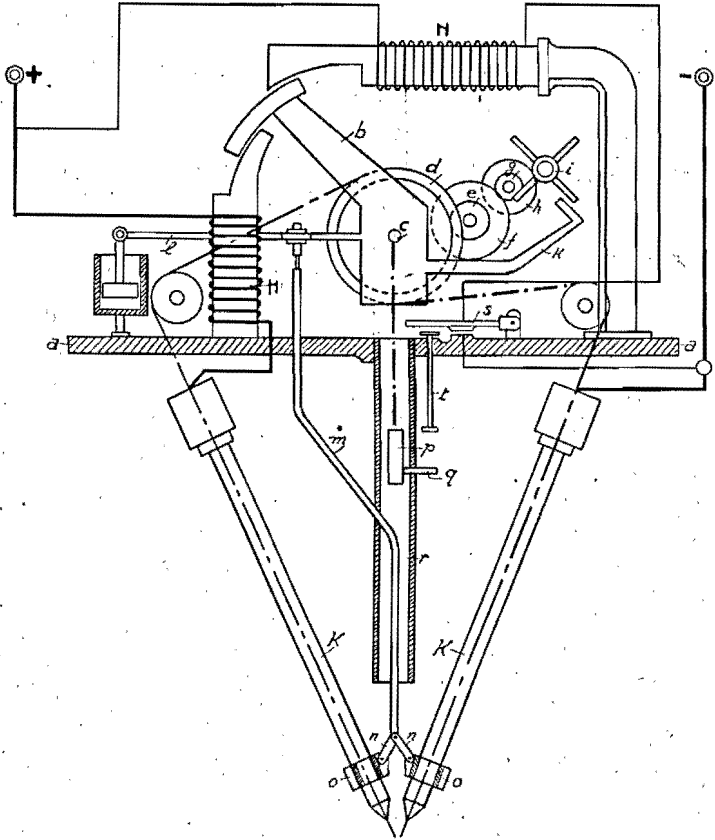


112

siempre bien caliente. Esto lo muestra el experimento representado en la figura 112. El arco se ha establecido entre una varilla de carbón y una placa de metal. Si el carbón es cátodo, el arco puede

“movers” en la superficie de la placa, pero si la placa es cátodo, el arco se revienta cada vez que tratamos de moverlo.

La temperatura en el arco voltaico es alrededor de unos 4000°. A este hecho debe el arco voltaico su uso tan difundido como fuente de calor, como hemos visto anteriormente. Como fuente de luz vemos el arco únicamente hoy día en lámparas de proyección o grandes



reflectores etc. Los arcos pequeños comunes trabajan con unos 5 amperios, pero hay en la técnica arcos que trabajan con 600 hasta 1000 amperios (soldadura, hornos).

Antes de elaborar Edison los fundamentos para un uso cómodo y universal de la bombilla eléctrica, la iluminación eléctrica se hacía por medio de lámparas de arco.

Pero de lo dicho anteriormente se desprende, fácilmente que debido a la acción térmica de arco sobre las puntas de los carbones, estas puntas se gastan más y más, estableciéndose por fin una distancia tan grande que el arco se apaga. En tal caso tienen que

acercarse más los carbones. Hacer esto a mano sería muy incómodo y por esto se han construido instalaciones que lo hacen automáticamente como la que representamos en la figura 113.

La figura representa la lámpara de arco automática. Se compone de las partes siguientes: electroimán en serie H, electroimán en derivación N, armadura B, mecanismo de rueda portacarbones d e f g h i, amortiguador de aire L.

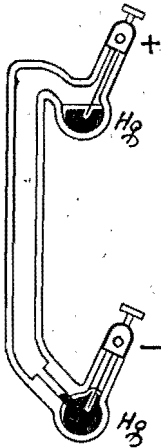
El funcionamiento es el siguiente:

Supongamos unidos los carbones. La corriente que pasa por H es muy grande y mueve el núcleo b, apartándolos por medio de la palanca m. Si los carbones se apartan mucho, la bobina H se excita fuertemente, y los acerca lo suficiente. Si este acercamiento no fuere suficiente el núcleo se le pega a N y entonces la palanca K suelta la rueda i y deja mover la rueda d y por consiguiente bajan los carbones hasta tocarse.

Cuando las puntas se tocan, la bobina H en serie las separa de nuevo.

Cuando los carbones se han gastado totalmente un pequeño cable se envuelve en c y arrastra a g que interrumpe el circuito en derivación en s apartando los carbones e interrumpiendo el arco.

Un fenómeno teórico que nos permite observar el arco voltaico es el siguiente: variando la intensidad entre los dos carbones y midiendo a la vez la tensión entre ellos, se observa que la relación tensión: intensidad no es una constante, como debía ser según la ley de Ohm, sino que los distintos cocientes hallados experimentalmente, pertenecen a una curva. Se dice que la relación tensión intensidad muestra una característica descendente. Nótese que observamos una excepción semejante de la ley de Ohm en la fig. 115 de la primera parte. La explicación de una característica descendente la daremos más tarde.



114

3). LAMPARA DE MERCURIO Y RECTIFICADOR

Cosa semejante al arco voltaico tenemos en la llamada lámpara de mercurio. Esta está por lo general formada de un tubo que contiene en sus dos extremos depósitos de mercurio en el cual entran los polos de una corriente continua (véase fig. 114). También en este caso van del cátodo electrones y del ánodo iones hacia el otro lado, y esta descarga en una atmósfera de vapor de mercurio produce una luz especial. Esta luz contiene gran abundancia de rayos ultravioletados y por esto sirve esta lámpara mucho en los laboratorios médicos para ciertos fines terapéuticos. Añadamos que también el arco voltaico descrito en el capítulo anterior desprende mucha luz ultravioleta y conviene por esto no mirarlo directamente porque esta luz ultravioleta es dañina para la retina.

En la técnica moderna tiene la lámpara de mercurio su aplicación en los llamados rectificadores de mercurio, que sirven para convertir corriente alterna en corriente continua. La figura 115 muestra tal rectificador.

G es un generador de corriente continua. Por medio de un conmutador se comunica el baño de mercurio K con el polo negativo y el carbón A con el polo positivo. Si ahora por cualquier

rrespondientes a los puntos mínimos. Pero la bobina D hace que la curva de la corriente continua resulte uniforme. El conjunto de las bobinas P₁ P₂ S₁ S₂ con un núcleo de hierro se llama transformador.

4. —ILUMINACION POR DESCARGAS EN GASES ENRARECIDOS

Los fenómenos luminosos producidos por descargas en gases enrarecidos que hemos descrito en la primera parte, especialmente en la figura. 117, se utilizan en la técnica en un gran número de instalaciones. Tanto la luz catódica (primera y segunda capa catódica) como también la columna positiva, producen en ciertos aparatos especiales, efectos luminosos muy interesantes.

En las llamadas lámparas de efluvo, la luz catódica (chorro de electrones) se usa como agente luminoso. La figura 116 muestra esta lámpara. El ánodo es muy pequeño y la columna anódica aparece en ellas sólo como un pequeño punto.

Estas lamparitas se construyen para corriente continua y para corriente alterna y pueden conectarse directamente a las instalaciones comunes en las casas, pero necesitan, tanto para líneas de 110 como de 220 voltios, una resistencia en serie que se encuentra generalmente en el socket de la misma lámpara. Las bombillas comunes y corrientes descritas anteriormente, no pueden construirse por razones técnicas de menos de 15 bujías conectables directamente a una línea de 110 o 220 voltios. Ahora bien las lámparas de efluvo tienen una intensidad luminosa de 0.2 a 0.5 bujías (pero un gasto de 15 vatios - bujía); se usan para señales luminosas en lugares donde no hay que ver o trabajar propiamente con la luminosidad producida.

En los últimos años se ha difundido mucho el uso de la columna positiva para fines de iluminación. Las bombillas usadas tienen generalmente la forma de tubos, a veces muy largos, a veces también en forma de letras, dibujos etc. En su funcionamiento son exactamente la misma cosa que los tubos de Geissler descritos en la primera parte. pág. 140.

En la práctica se distinguen los llamados tubos de Moore (con nitrógeno, anhídrido carbónico etc.) de los tubos de 'gases nobles'.

Todos estos gases se encuentran en los tubos en estado enrarecido. La corriente necesaria para estos tubos es la corriente común de 110 o 220 voltios. Casi siempre se usa corriente alterna.

Los tubos de Geissler se emplean también en el laboratorio de física como fuente de luz homogénea para investigaciones espectroscópicas.

Fenómenos luminosos muy semejantes, hasta iguales a los descritos en este capítulo, los encontraremos más tarde en el párrafo sobre descargas a través de gases.

Teóricamente todos estos fenómenos pertenecen a la llamada conducción independiente, porque no existe entre cátodo y ánodo uno de los conductores usuales, como p.e. un alambre metálico.

5. —CINE 'PARLANTE'

También este renglón electrotécnico, hoy día de una importancia enorme, pertenece—aunque parece extraño—al tratado de las relaciones entre electricidad y luz, ya que la instalación principal en él es la llamada fotocélula.

El cine parlante moderno trabaja únicamente con métodos fotoeléctricos. Otros métodos, como p.e. el que conocemos todos de la

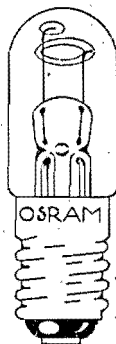


Fig. 116

fabricación de los discos de gramófono, han sido abandonados desde hace mucho tiempo.

El método fotoeléctrico, por cierto muy complicado, que existe hoy día en un gran número de variedades, lo vamos a describir en un esquema lo más primitivo posible:

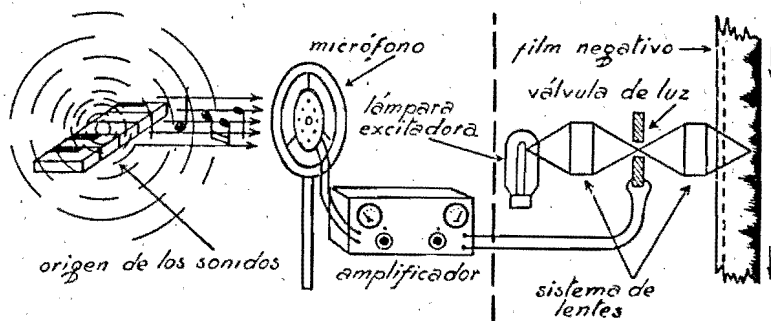


Fig. 117

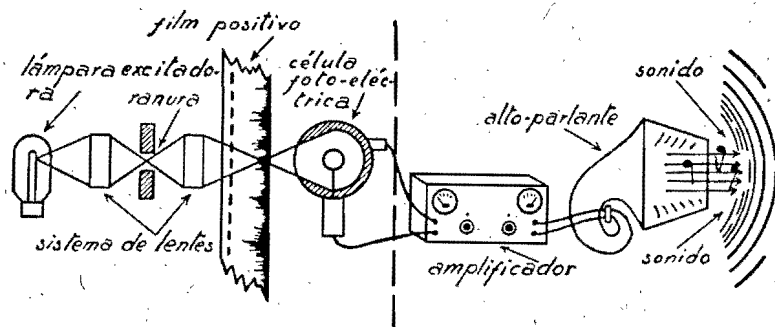


Fig. 118

En la figura 117 vemos que las notas o sonidos dan contra un micrófono M. Lo que es un micrófono y sus efectos lo veremos en el próximo capítulo. En todo caso las oscilaciones de los sonidos hacen variar la intensidad en el circuito representado en la figura 117. Luego el diafragma o válvula de luz oscilará con el ritmo de estas oscilaciones. Esta válvula hace que la luz de una pequeña lámpara excitadora, que llega a una película, varíe de acuerdo con las oscilaciones de la corriente del circuito. Tendremos como resultado una cinta de película como la representada en nuestra figura.

Ahora colocamos esta película así preparada en el aparato representado en la figura 118, que es un proyector cinematográfico. La película pasa entre un foco luminoso que proyecta un haz de luz y una célula foto-eléctrica. La intensidad de luz que puede pasar por la película varía (debido a la preparación que dimos a ella) cuando la cinta se mueve de arriba hacia abajo. La célula es la parte más importante de nuestra instalación; es la llamada fotocélula. Contiene un poco del metal selenio, que tiene la propiedad de variar su resistencia eléctrica con la iluminación a que está sometida como vimos en la primera parte, pág. 43.

El efecto producido será que en el circuito de amplificación dibujado en la figura 118 variará la intensidad con las variaciones de luminosidad a través de la película, o sea variará con las vibraciones de la voz humana o música, grabadas en la película en la instalación primaria (fig. 117). El alto-parlante que se ve en el circuito eléctrico de la figura 118 produce un sonido según estas mismas vibraciones.

Otro método es el de intercalar en vez del diafragma y de la lámpara excitadora un pequeño arco voltaico especialmente construido. La luz de este arco varía constantemente de intensidad de acuerdo con las oscilaciones de la corriente que lo alimenta. Esta luz da contra una abertura delgada por el otro lado de la cual pasa una película fotográfica. En esta película aparece después una serie de imágenes de la abertura más o menos intensas.

Por último el tercer método fotoeléctrico, consiste en la llamada célula de Kerr (1875). Esta célula también es capaz de reemplazar la acción del diafragma de la figura 117. En la figura 119 vemos que la corriente oscilatoria va hacia las placas de un condensador. Este contiene como dieléctrico ciertas sustancias, por lo general nitrobenzol. Cuando a través de este nitrobenzol se hace pasar un haz de luz polarizada, esta luz polarizada varía de intensidad en el caso de que

se encuentre en el nitrobenzol, un campo eléctrico. Las variaciones de intensidad estarán por supuesto de acuerdo con las variaciones eléctricas de la corriente que está comunicada con el condensador, y si esta corriente oscila con el ritmo de la voz, entonces el haz

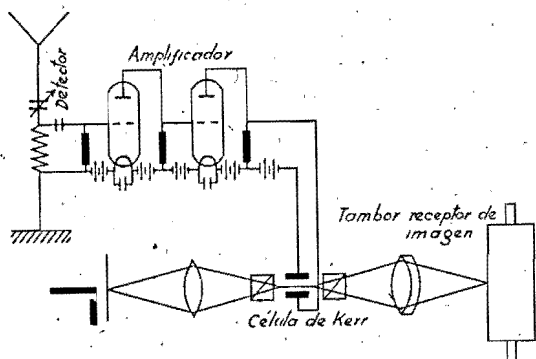


Fig. 119

de luz que sale de la derecha oscilará o mejor dicho variará también su intensidad, de acuerdo con las variaciones de la voz. Entonces no falta sino hacer pasar esta luz variable a través de una abertura y hacer pasar al otro lado una película.

Todos estos métodos o sea la transformación de oscilaciones acústicas en oscilaciones ópticas y la fijación de las oscilaciones ópticas sobre una película, tienen la gran ventaja de que el sonido queda grabado o impreso en la misma película, que se puede transportar fácilmente, lo que no sería posible p. e. con los discos comunes y corrientes que usamos en nuestras victrolas. Siempre van juntas, la película con las fotografías y la película "sonora" que forman una sola película.

Hemos visto tres métodos foto-eléctricos para "escribir" sobre nuestra película y un método (célula de Selenio) para convertir de variaciones de luminosidad en variaciones de intensidad de la corriente. Ahora bien, la célula de selenio no ha resultado suficientemente eficaz para las necesidades del cine parlante moderno y está abandonada en casi todos los teatros. Ha sido sustituida por una fotocélula con metal alcalino, que consta de un tubo de vidrio lleno de gas raro que contiene en el interior un electrodo en forma de a-

lambre y otro electrodo en forma de placa, cubierta de un metal alcalino. Estos dos electrodos están comunicados con una fuente de corriente continua de unos 100 voltios. La corriente que pasa entre los dos electrodos varía de intensidad a medida que llega más o menos luz al interior de la fotocélula. Estas corrientes pulsantes (se trata de corrientes con una intensidad pequeñísima, muchas veces millonésimas de amperio) se conducen a una amplificación y de allí al alto-parlante.

Hay que hablar aquí también del llamado "ojo eléctrico", instalación que tiene como parte principal una fotocélula. Usase en multitud de máquinas por ejemplo para empacar cigarrillos, contar objetos, abrir puertas, controlar carreras etc.

Se han instalado este ojo eléctrico p.e. para medir exactamente el tiempo que gasta un caballo en una carrera. El caballo, al llegar a la meta tiene que cortar un haz de luz que de un lado de la pista proyecta de una bombilla fuerte, hacia el otro lado, donde da constantemente contra una fotocélula. Pasando el caballo por esta "barrera luminosa", el circuito en el cual la fotocélula está intercalada, sufre una variación de resistencia, lo cual acciona un relays que a su vez pone en funcionamiento un reloj registrador. Esta manera de determinar el momento de llegada es mucho más exacto que lo apreciado, humanamente con el reloj en la mano.