

Entre dos bloques consecutivos existía un canalizo que variaba entre 1^m,50 y 2 metros de ancho, que se le cerraba en seguida lateralmente por medio de tablestacas si el fondo era arenoso. Este fondo se dragaba, después se limpiaba por buzos y todo el canalizo se rellenaba de hormigón de cemento, arrojado en el agua por medio de un tubo de palastro.

Cuando el fondo era rocoso, los tablestacas se reemplazaban por muretes de sacos de hormigón, colocados por un buzo.

La nueva esclusa presenta una gran cuenca de 211 metros de longitud útil, y gracias al establecimiento de una puerta intermedia permite realizar dos cuencas más pequeñas: una de 116^m,25, y otra de 77 metros de longitud útil.

La esclusa tiene acueductos con compuertas cilíndricas del tipo de la del canal del centro. El funcionamiento de cada compuerta se obtiene por la carrera de un émbolo unido a la parte móvil de la compuerta y que se mueve en un cilindro fijo a la mampostería. La entrada del agua bajo presión en el cilindro está regulada por un distribuidor movido por una biela colocada encima de los muros de la esclusa.

Todas las puertas son próximamente idénticas. De un modo general comprenden dos hojas elegidas de 13 metros de altura y de un ancho de 16^m,85. El armazón metálico de una puerta lleva trece montantes verticales de altura constante, separados 1^m,410 de eje a eje y se apoyan sobre tres riostras, dos en los extremos y una intermedia. El culatado existe en los dos lados de la puerta y sobre toda la altura. La distancia entre los palastros de estas culatadas es uniformemente de 1^m,60, que es igualmente la altura de las riostras y de los montantes. Los compartimentos comprendidos entre las riostras inferior é intermedia, los montantes y las culatadas son estancos, y para esto los montantes son de alma llena. Sin embargo, estos diferentes compartimentos pueden comunicarse entre sí por agujeros de hombre elípticos de 0^m,70 — 0^m,50 colocados en la parte inferior del alma de los montantes; pero estos agujeros pueden ser cerrados por tapones con bisagras, de modo que abriéndolos vengán a formarse cámaras de aire de dimensiones variables. El llenar y vaciar estas cámaras se hace por el aire comprimido, por medio de una doble canalización, la una para el aire y la otra para el agua. La tubería de esta canalización está dispuesta de manera que se pueda vaciar ó llenar separada ó simultáneamente cada compartimento entre los montantes. El reconocimiento de las cámaras estancos se practica por dos chimeneas con escaleras. En el compartimento superior los montantes son de celosía, lo que permite la libre circulación del agua en todo el compartimento Este; el agua exterior puede desde luego penetrar en este compartimento por compuertas colocadas en el culatado de agua arriba, encima de la riostra intermedia y el vaciado se efectúa por evacuación del agua en baja mar, por medio de compuertas de fondo establecidas en el alma de la riostra y provistas de tubos curvados que van á parar al culatado de agua abajo.

La maniobra de los puertos se efectúa por medio de cadenas que se enrollan sobre tambores movidos por motores hidráulicos á tres cilindros.

Los trabajos de la esclusa y el asiento de los puertos, están hechos en seco al mismo tiempo que los del antepuerto.

El puente giratorio establecido sobre la cabeza agua abajo de la esclusa es del sistema á doble vuelo con culata y contrapeso; su longitud total es de 57^m,48, comprendiendo dos partes giratorias idénticas de 28^m,74 de longitud. El eje del pivote de cada parte giratoria está situado á una distancia de 10^m,24 de la extremidad de la culata y á 3^m,50 del borde del muro lateral de la esclusa. Cuando el puente está cerrado, las dos partes voladas están con cerrojo echado y cada parte móvil está acunada, de una parte sobre placas de apoyo de fundición colocadas á 0^m,35 detrás del asiento de los muros laterales de la esclusa, y de la otra en la extremidad de la culata sobre carretones que permiten el acunado. La rotación del puente se obtiene por una cadena sin fin puesta en movimiento por un cabe-

trante con motor hidráulico. El acunado y desacunado del puente se efectúan por medio de una prensa de acción directa, que actúa por el intermedio de una cremallera y engranajes sobre un cono colocado bajo cada carretón de la culata y que permite una elevación de 50 milímetros. El tablero, que está formado de dos vigas principales con barandillas de altura variable y de alma llena, sostiene una vía carretera de 2^m,20 de ancho y dos andenes de 0^m,90 de ancho cada uno.

El armazón metálico de cada parte giratoria presenta un peso de 40.000 kilos y el lastre del contrapeso que pesa 28.000 kilos.

La duración total de una maniobra completa (abrir y cerrar) es de tres minutos con diez segundos, distribuidos del modo siguiente: desacunado, diez segundos; apertura, un minuto veinte segundos; cierre, un minuto treinta segundos, y acunado, diez segundos.

El puente rodante establecido sobre la cabeza agua arriba de la esclusa se compone, como los puentes giratorios, de una ménsula y de una culata; pero la ménsula sólo lleva un tablero, en tanto la culata no lleva más que dos vigas independientes, que llevan el contrapeso en sus extremidades.

Cuando el puente está en servicio, la ménsula está acunada sobre los dos muros laterales de la esclusa y los de la culata descansan sobre el nivel mismo de la calzada próxima al muro mencionado. En un hueco situado cerca del borde de un muro lateral de la esclusa se encuentra una prensa hidráulica, cuyo émbolo lleva en su parte superior un marco de palastro, sobre el cual descansa de cada lado y á plomo de las vigas un grupo de dos carretones con rodillos. Cada carretón lleva dos rodillos reunidos por una bolea y las dos boleas llevan un balancín reunido por un eje á la viga del puente.

Cuando la esclusa debe funcionar, se hace actuar la prensa, que eleva los carretones así como el puente, y lleva los rodillos de los carretones al nivel de una vía férrea tendida sobre la calzada, y sobre la cual se hace rodar el puente por medio de cadenas de maniobra. El puente lleva dos vigas principales, espaciadas 5^m,50 de eje á eje y de una longitud total de 53^m,60, llevando una vía carretera de 4^m,50 de ancho, dos andenes de 0^m,50 y en el centro una vía normal de camino de hierro. La armadura metálica del puente, comprendiendo la plataforma y los carretones de la prensa de elevación, pesa 220 toneladas; el peso total del lastre es de 130 toneladas. La maniobra completa, comprendiendo la elevación, el retroceso, el cierre y el descenso, exige una duración total de cuatro minutos con veinticinco segundos.

Los cabestrantes hidráulicos para servir la esclusa son seis: dos en la cabeza agua arriba, dos á la cabeza agua abajo y dos cerca del puente giratorio.

La presión del agua es de 54^k,6 por centímetro cuadrado en los acumuladores y de 50 kilogramos en el punto de la canalización más alejado de la máquina.

Los mencionados trabajos estarán terminados en fin de 1907 y darán lugar á un gasto que variará alrededor de 10.700.000 francos.—O.

EL ARCO DE MERCURIO

PROPIEDADES Y APLICACIONES (1)

I

Estructura del arco de mercurio.

Se da el nombre de «arco de mercurio» al que se establece en una atmósfera de vapor de este metal dentro de un tubo, del

(1) Memoria escrita por E. Weintraub, Ph. D. y leída en el Instituto Franklin de Pensilvania (Estados Unidos).

que se ha extraído el aire y cualquier otro gas ó vapor que pudiera contener (1).

La estructura del arco depende de varias circunstancias, cuales son, entre otras, la temperatura y presión del vapor de mercurio. En general se distinguen tres partes en el arco: 1. Una de ellas, *homogénea*, tiene su origen en el anodo, termina cerca del catodo y es análoga en un todo á la columna positiva de los tubos de Gissler corrientes, por cuya razón se denomina «Columna positiva del arco de mercurio».—2. Una zona *relativamente oscura* próxima al catodo, en la misma dirección que la columna positiva y semejante al espacio oscuro del polo negativo de los tubos de Geissler.—3. Y, por último, una pequeña superficie brillante sobre el mismo catodo de ordinario en constante é irregular movimiento, la cual recibe el nombre de *mancha del catodo*.

La estructura general del arco de mercurio que se acaba de describir puede experimentar algunas modificaciones que resumimos á continuación.

a) Para una intensidad de corriente determinada, el volumen de la zona oscura del catodo es proporcional al diámetro del tubo, ó, lo que es lo mismo, varía en razón inversa de la densidad de corriente. En tubos delgados y con grandes densidades de corriente aquella zona desaparece por completo.

b) Si la presión de vapor de mercurio pasa de cierto valor, la columna positiva no llena por completo el tubo, sino que se concentra hacia su eje y está rodeada completamente por una zona de luminosidad relativamente débil y de muy poca conductibilidad.

Para que el arco presente su aspecto normal tal como se ha descrito anteriormente, la presión del vapor de mercurio no debe pasar de cierto límite. Esto se puede lograr regulando la radiación del calor de la superficie del arco, ó disponiendo un espacio fuera de su trayectoria donde pueda condensarse el vapor de mercurio, espacio que recibe el nombre de *cámara de condensación*.

De aquí en adelante se supone que se trata única y exclusivamente de arcos con estructura normal.

Anodo.—Puede constituirse con cualquier material conductor cuya temperatura de fusión sea suficientemente elevada y que no se combine con el mercurio. Los más usados son el mercurio, el grafito, el hierro y el níquel.

Con el primero y en condiciones normales, la corriente se distribuye de una manera completamente uniforme sobre la superficie del electrodo; pero si la presión del vapor de mercurio es superior al límite conveniente, la distribución de aquélla es irregular, concentrándose especialmente en los puntos más próximos al catodo. El calor que se produce en el anodo volatiliza el mercurio y como consecuencia aumenta la presión de su vapor, siendo precisas cámaras de condensación de grandes dimensiones para que dicha presión no exceda del valor normal.

Cuando se emplea el grafito ó el hierro, el arco arranca en aquellos puntos del anodo que están más próximos al catodo. El calor desarrollado en aquel electrodo eleva su temperatura hasta un grado que depende de dicho calor y del transmitido por conductibilidad al vapor de mercurio, en contacto con el anodo; la temperatura aumenta con la intensidad de la corriente hasta un límite que es función únicamente del punto de fusión ó de ebullición del material que constituye el anodo. La causa del calor desarrollado éste es la caída de potencial que existe en la superficie de contacto del anodo con el arco, cuya magnitud depende del material empleado, así como de la temperatura, no constituyendo, por lo tanto, una cantidad característica; dicha caída de potencial se llama *polarización del anodo*.

Columna positiva del arco.—En condiciones normales, la columna positiva del arco no presenta bandas; éstas aparecen cuando la corriente tiene poca intensidad ó en presencia de gases

extraños. La caída de voltaje en dicha columna, que es función de la presión del vapor de mercurio, tiene un cierto valor por unidad de longitud que varía en sentido inverso que el diámetro del tubo, sin que entre una y otro exista relación sencilla. En tubos de 18 mm. la caída de potencial por centímetro es de unos 0,72 voltios, siempre que el vacío sea bastante perfecto y se mantenga la presión del vapor de mercurio en su justo valor por medio de cámara de condensación y no por enfriamiento exterior.

Puesto que la caída de voltaje por unidad de longitud en la columna positiva es variable, no constituye una cantidad característica del arco.

II

Propiedades del catodo.

Las propiedades del catodo son de tal importancia que merecen capítulo especial. Los fenómenos que se verifican en su superficie y en el espacio que le rodea ejercen influencia notable en el establecimiento del arco, así como en su permanencia.

a) Los experimentos que se describen á continuación demuestran el papel tan importante que desempeña el catodo en la generación del arco:

Sea (fig. 1.^a) *A B C* un tubo de cristal que tiene dos ampollas, *B* y *C*, llenas con mercurio y un electrodo de grafito *A*; aquéllas se enlazan con un generador de corriente continua, así como

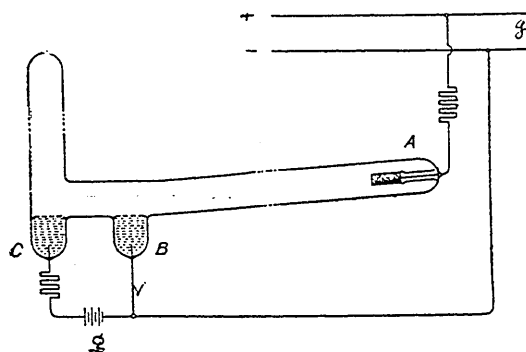


Fig. 1.^a

B y *A* con otro, de tal manera que *B* sea el polo negativo común á los dos generadores. Si durante un momento se ponen en contacto los electrodos *B* y *C*, se establece un arco entre éstos, de los cuales el primero es el catodo. Si en tales condiciones se cierra el circuito del generador *G1*, instantáneamente se inicia el arco *AB*.

Si las conexiones se hicieran en forma tal que *B* sea el electrodo positivo común á los dos circuitos, entonces, después de establecido el arco *BC* es imposible producir el *AB*, hecho que pone en evidencia la función tan diferente que ejerce el electrodo *B*, según actúe como anodo ó como catodo.

El experimento antes descrito también se puede hacer cuando el anodo de grafito *B* se sustituye por un electrodo de mercurio; en este caso es posible establecer el arco *AB*, aun cuando *B* sea anodo, porque el catodo *A* puede excitarse por otros medios que el de la preexistencia de otro arco.

Puesto que el vapor de mercurio no es conductor y además es indispensable la excitación del catodo por medio del arco auxiliar *BC* para que se establezca el *AB*, hay que admitir que la producción del gas conductor tiene lugar en la superficie del electrodo negativo, por lo menos durante los primeros momentos de desarrollo del arco.

El procedimiento corriente de iniciar los arcos, es decir, por contacto directo de los electrodos, no pone de manifiesto las distintas funciones del anodo y del catodo. El experimento relativo al arco de mercurio demuestra la diferencia que existe entre ambos electrodos, diferencia que tiene una importancia fundamental en toda teoría relativa á aquel arco.

(1) El arco de mercurio en una atmósfera constituida por otros gases ó vapores no se estudia en el presente trabajo.

Para que éste se forme es preciso que el vacío sea lo más alto posible, ó, mejor dicho, que la falta de gases ó vapores extraños sea absoluta, así como que la cantidad de vapor de mercurio tenga un valor determinado cuando la temperatura es la normal, para cuyo objeto tanto á las paredes del tubo como al anodo se les extraerá previamente los gases que puedan haber absorbido sobre su superficie. Si el vacío no es perfecto ó el tubo está caliente, se formará vapor de mercurio en exceso, y el arco *AB* no se establecerá al instante, pudiendo observarse el desprendimiento lento del vapor conductor (ionizado) en la superficie del catodo hacia el anodo, iniciándose, por regla general, el arco *AB* cuando aquél llega á este último; si el vacío fuere muy pequeño, puede ocurrir que el arco no se inicie.

(C) *Influencia del catodo en la conservación del arco.*—Al tratar de la estabilidad del arco de mercurio se verá que en condiciones determinadas existe una intensidad mínima de corriente con la que el arco es estable, extinguiéndose para valores inferiores á aquélla; tal límite es unos tres amperios. Experiencias hechas sobre este particular demuestran que la inestabilidad del arco para intensidades de corrientes más pequeñas es debida principalmente á la movilidad de la mancha del catodo sobre la superficie del mercurio que le constituye.

Ya se ha hablado antes de la existencia de una mancha brillante sobre la superficie del catodo, así como de su constante é irregular movilidad sobre la misma y cuya causa es todavía desconocida.

Se conocen dos maneras de corregirla. Una consiste en añadir al catodo un alambre de hierro ó de platino que sobresalga de su superficie; entonces, en el punto de intersección de ésta con aquél y á su alrededor se forma la mancha del catodo, siempre que la intensidad de la corriente no pase de cinco amperios. La otra se reduce á colocar en el catodo un pequeño tubo de material refractario, formándose dentro de él la mancha, del cual ya no sale, y, por lo tanto, queda fija.

Cuando dicha mancha se ha fijado por cualquiera de los dos procedimientos anteriores, el valor de la *corriente mínima* se reduce considerablemente á 0,9 amperios con el primero y á 1,5 con el segundo. El hecho de que la movilidad de la mancha del catodo sobre la superficie del mercurio produce la extinción del arco, constituye un poderoso argumento en favor de la teoría que sostiene que el origen de la corriente conductora de la materia gaseosa está en aquella mancha; por lo tanto, cualquier alteración en las condiciones y circunstancias normales de ésta será propicia para perturbar la producción de dicha corriente.

c) *Polarización del catodo.*—En la superficie del catodo existe una caída de potencial de unos cinco voltios independiente de la intensidad de la corriente, de la presión del vapor de mercurio, etc. El voltaje de polarización en el anodo, así como la caída en el mismo arco, son cantidades variables.

La superficie de la mancha del catodo es proporcional á la intensidad de la corriente, siendo muy posible que cuando ésta tiene un valor tal que aquella mancha cubre todo el electrodo, las corrientes superiores á dicho valor produzcan variaciones en las caídas de potencial en el catodo.

d) *Desintegración del catodo.*—Se puede establecer el arco de mercurio con catodos constituidos con cualquier material conductor. Si en un tubo *AB* (fig. 2.^a) el electrodo de grafito *A* se enlaza con el polo negativo de un generador de corriente continua y el de mercurio *B* con el positivo, al ponerlos en contacto por una sacudida dada al tubo se establece un arco cuyo catodo es el grafito. Estos catodos sólidos, llamados así por brevedad, tienen propiedades análogas á las de mercurio por lo que se refiere al establecimiento del arco, pudiendo repetirse con ellas el experimento fundamental descrito en el primer capítulo (*B* (fig. 1.^a) puede ser de grafito, hierro ó cualquier otro material conductor), tomando la precaución de privarles previamente del aire y gases que puedan haber absorbido. Los catodos sólidos presentan un fenómeno especial, la *desintegración mecánica del material que les constituye*. También poseen una mancha perfectamente limi-

tada y de color rojo que se mueve irregularmente sobre la superficie del electrodo, de la cual continuamente se proyectan sobre las paredes del tubo partículas de la sustancia que constituye el catodo. *Esta desintegración del catodo es otra diferencia*

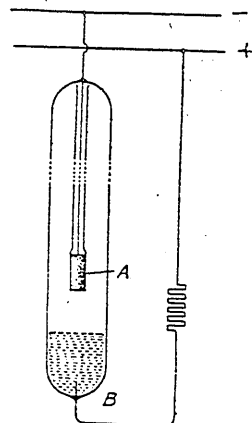


Fig. 2.^a

esencial con el anodo en los arcos en vapores metálicos dentro de tubos en los que se ha hecho el vacío. Si se emplea un catodo de carbón de madera, la mancha correspondiente forma sobre la superficie de aquél *surcos muy finos y perfectamente delineados*; el estudio de las dimensiones de estos surcos en latitud y profundidad con corrientes de intensidades variables debe llevar á conclusiones muy interesantes. Con otros materiales no se forman surcos, porque cada partícula desintegrada eléctricamente, al debilitar su adherencia, da lugar á que otras se separen mecánicamente y en forma tal que no queda huella de la mancha del catodo sobre la superficie de éste. La materia producida por la desintegración del catodo difiere por sus propiedades físicas de la que en un principio constituye este último. Con el grafito, por ejemplo, la materia desintegrada no es coherente, es muy poco conductora y no mancha el papel. Las propiedades químicas, por el contrario, no varían.

III

Establecimiento del arco de mercurio.

Dos métodos se emplean de ordinario para establecer un arco. Según el primero, se empieza por poner los electrodos en contacto, separándolos después de iniciado el arco, es aplicable á los de carbón. El segundo consiste en hacer uso de un voltaje elevado durante un tiempo relativamente corto, pasado el cual se puede bajar aquél á su valor normal sin que el arco se extinga. Ambos métodos se han empleado con los arcos de mercurio por Arons, Cooper Hewitt, el autor y otros.

Arons daba al tubo la forma de *u* invertida $\cap$, cuyas ramas rectas llenaba con mercurio, estableciendo el contacto entre las superficies libres de éste con una sacudida dada al tubo; el contacto puede conseguirse también enlazando una de las ramas del tubo á un depósito de mercurio susceptible de recibir movimientos en sentido vertical ascendente ó descendente, según convenga.

El autor ha hecho uso de tubos rectos colocados horizontalmente, con una ampolla llena de mercurio en cada uno de sus extremos. Inclinando ligeramente el tubo se establece una corriente de mercurio que pone en contacto los dos electrodos durante bastante tiempo para que se establezca el arco. Este movimiento puede ser producido automáticamente por una corriente que pasa por un electroimán en derivación con relación al tubo.

Una disposición análoga ha sido empleada por Cooper Hewitt, verificando el movimiento del tubo á mano. Es evidente que se pueden idear una porción de medios para establecer el

contacto momentáneo de los dos electrodos; podría aprovecharse para este fin, por ejemplo, la dilatación producida por el calor.

El segundo método de los indicados anteriormente ha sido aplicado por Arons y después por Peter Cooper Hewitt.

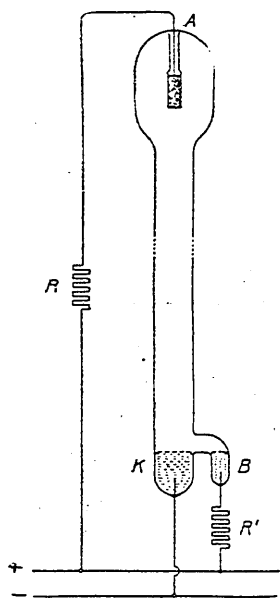
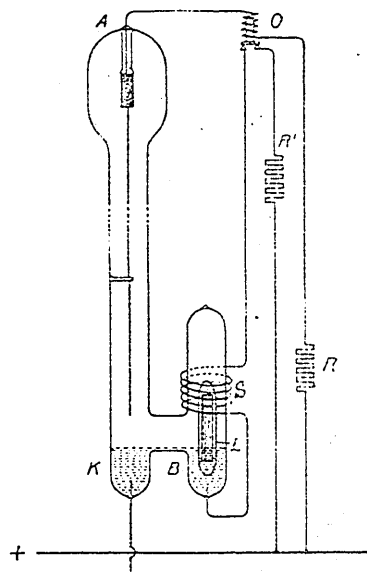
Un carrito de reactancia y un interruptor se enlazan en derivación con relación al tubo; al abrir el circuito, el voltaje creado por el carrito produce una descarga entre los electrodos del arco de mercurio, el cual persiste después cuando el voltaje adquiere su valor normal.

Método del arco auxiliar.—Excitación del catodo.

El método que para establecer el arco de mercurio ha propuesto el autor se funda en las propiedades del catodo expuestas anteriormente.

Se ha visto que si el enrarecimiento del tubo es suficiente y se excita el catodo con un arco auxiliar, inmediatamente se establece el arco entre este electrodo y el anodo.

La figura 3.^a representa un tubo dispuesto para aplicar este principio: *K* y *B* son dos ampollas llenas de mercurio, la primera enlazada al polo negativo y la segunda al positivo de un generador de corriente; *A* es el anodo del arco, *R* y *R'* dos resistencias. Si por una ligera sacudida dada al tubo los electrodos *B* y *K* se ponen en contacto durante breves instantes, se forma

Fig. 3.^aFig. 4.^a

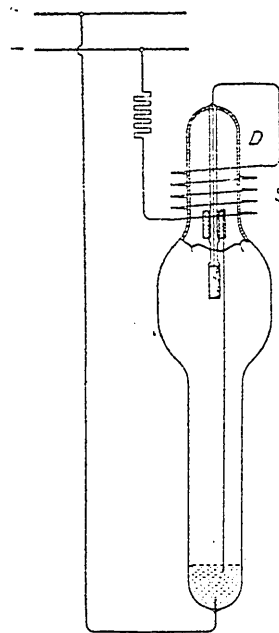
entre ellos un pequeño arco, que al excitar el catodo *K* da lugar á que se establezca el arco principal *AK*, extinguiendo entonces el auxiliar *KB* con un interruptor situado entre *B* y el polo positivo del generador. El tubo *KB* recibe el nombre de «rama auxiliar» y *B* el de «anodo de arranque». El establecimiento del arco *KB* puede hacerse sin sacudidas y automáticamente por varios procedimientos, uno de los cuales se representa en la figura 4.^a, y consiste en lo siguiente: las dos ampollas *K* y *B* están dispuestas en forma tal, que normalmente existe contacto entre el mercurio contenido en cada una de ellas; la segunda se prolonga hacia arriba y se rodea exteriormente con el conductor *S*, formando un solenoide, cuyo núcleo *L* está constituido por un haz de alambres de hierro. Al cerrar el interruptor del aparato la corriente pasa por *S*, *B*, *K*, eleva el núcleo *L*, rompe la continuidad de la masa de mercurio y da lugar á que salte el arco auxiliar *KB*, que excita el catodo *K*, estableciendo el arco principal *AK*; un interruptor magnético *O* corta la corriente en el circuito auxiliar cuando la del primario ha alcanzado cierto valor.

Es evidente que pueden idearse otras muchas disposiciones análogas á la descrita.

El establecimiento del arco de mercurio por medio de otro auxiliar es instantáneo siempre que el enrarecimiento del tubo

es muy perfecto, la presión del vapor no es muy alta y el tubo está frío, ó inmediatamente después de apagado (1). Si el vacío es incompleto ó el tubo está caliente, el arco tarda algún tiempo en establecerse, circunstancias que aminoran el valor práctico del procedimiento. Sin embargo, es posible evitar tales dificultades suspendiendo del anodo un filamento de carbón de gran resistencia cuyo extremo inferior quede situado á algunos centímetros de la superficie del mercurio que constituye el catodo, reduciéndose de esta manera la distancia entre los electrodos; establecido el arco, la corriente que pasa por el filamento de carbón es muy pequeña, porque la resistencia del primero es mucho menor que la del segundo. Dicho filamento se ha dibujado en la figura 4.^a

La figura 5.^a representa una disposición para establecer el arco de mercurio, en la cual el filamento de carbón, suspendido del

Fig. 5.^a

anodo normalmente, está sumergido en el mercurio del catodo de tal manera, que al cerrar el interruptor la corriente encuentra un circuito cerrado que forma en *S* un solenoide cuyo núcleo está invariablemente unido al filamento de carbón; la acción de aquél se reduce á elevar este último separándolo del catodo; entonces salta un pequeño arco, que da lugar inmediatamente al establecimiento del principal.

El núcleo del solenoide es un cilindro de hierro que puede deslizar á rozamiento suave sobre una varilla enlazada con el terminal de platino. En algunos aparatos la parte superior de la varilla se cubre con una sustancia aisladora cualquiera, á fin de que cuando el solenoide aspire el filamento del carbón éste quede fuera del circuito. Estas lámparas reciben el nombre de «Lámparas de filamento ascendente».

Mr. C. P. Steimnetz ha propuesto la disposición siguiente: en el mercurio del catodo flota un cilindro de hierro con una cavidad en su parte superior llena con mercurio, en la cual está sumergido el extremo libre del filamento de carbón cuando la lámpara no recibe corriente; al cilindro de hierro rodea un solenoide en serie con el circuito general, cuya acción consiste en aspirar dicho cilindro en sentido descendente cuando pasa la corriente, rompiendo el contacto entre el mercurio y el filamento, saltando entonces el pequeño arco que excitando el catodo da lugar al establecimiento del principal. Estas lámparas se denominan «Lámparas de flotador».

(1) La ionización de la trayectoria del arco persiste durante un corto período de tiempo.

IV

Estabilidad del arco de mercurio.

Las circunstancias que influyen en la estabilidad del arco de mercurio son de naturaleza complicada y dependen de muchos factores. Se considerarán únicamente los dos casos más importantes:

Primero. Arco de mercurio con cámara de condensación.—Se examinará en primer lugar el arco en un espacio a temperatura ordinaria, con cámara de condensación cuya temperatura es poco superior a la del ambiente. El arco de mercurio que se emplea para el alumbrado pertenece generalmente a este tipo.

El potencial, según el arco, disminuye al principio cuando la corriente aumenta; pero a partir de cierto límite las variaciones de uno y de otra son del mismo signo. La caída de potencial que hay que considerar no es la que se establece inmediatamente que varía la corriente, sino la que existe algún tiempo después cuando el equilibrio se ha consolidado. Sea A el valor de la intensidad de la corriente que corresponde al mínimo de caída de potencial en el arco; es evidente que para corrientes inferiores a A el arco es inestable, puesto que a la más ligera disminución de aquéllas corresponde un aumento de caída de voltaje, caída que, a su vez, da lugar a una nueva disminución de corriente, y así sucesivamente, hasta que aquélla es casi igual a la diferencia de potencial entre terminales, en cuyo caso el arco se extingue.

Si la corriente es superior a A , el arco es estable, siempre que no lo sea demasiado, porque entonces la temperatura de la cámara de condensación podría ser excesiva. Lo expuesto demuestra que en todo arco normal existe un valor mínimo de corriente por bajo del cual el arco es inestable y se extingue, según confirma la experiencia; dicho valor mínimo es generalmente tres amperios. La existencia de un mínimo de corriente, explicada en la forma que se ha hecho, constituye un fenómeno cuya causa física no es conocida.

En todo lo dicho se ha supuesto la existencia de una resistencia reguladora en serie con el arco, así como la falta de reacciones; una gran reactancia en serie con el arco de mercurio cambia por completo sus condiciones de estabilidad, de una manera análoga a lo que sucede en los arcos ordinarios de carbón. Con grandes reactancias en serie, la corriente mínima para que funcione el arco es mucho menor que sin aquéllas, y tanto menor cuanto más grandes son; con reactancias suficientes es posible mantener el arco con algunos décimos de amperio.

Segundo. Arco sin cámara de condensación.—En este caso la estabilidad del arco depende en gran parte de las condiciones de irradiación y conductibilidad calorífica de la superficie del tubo; subiendo la temperatura hasta que el equilibrio térmico se establece entre el calor producido y el irradiado por el tubo. La temperatura que corresponde a este estado de equilibrio y la presión del vapor de mercurio son mucho más elevadas que en el caso de arcos con cámaras de condensación; la caída de potencial en el arco es también mayor, y, por lo tanto, es diferente que en aquel caso la relación que existe entre dicha caída y la corriente. Con una fuerza electromotriz de cierto valor, con una resistencia conveniente en serie y temperatura exterior apropiada, puede persistir un arco de mercurio sin cámara de condensación.

V

Arcos en otros vapores metálicos.

El arco en vapores de metales suficientemente volátiles tiene, por regla general, las mismas propiedades que el arco de mercurio. Entre aquéllos se encuentran el potasio, sodio, aleaciones de ambos entre sí o con el litio, bismuto, plomo, zinc, estaño, cadmio, las aleaciones de todos estos que tengan puntos bajos de fusión y todas sus amalgamas. Generalmente se produce

el arco en un vaso de cristal, a no ser que el metal sea poco volátil, en cuyo caso se suele sustituir el cristal por la sílice y se encierra todo en un tubo o ampolla de cristal. Con metales alcalinos y con aleaciones de otros metales fácilmente fusibles no ofrece dificultades la producción de arcos de la longitud que se desee en tubos con vacío perfecto, arcos que poseen las mismas propiedades que los de mercurio. Sobre el cátodo, sea sólido o líquido, existe también la marcha brillante y movable, pudiendo repetirse los experimentos relativos al arco de mercurio. El ánodo puede estar constituido por cualquier sustancia, prefiriéndose generalmente el grafito.

El espectro del arco varía con la naturaleza del metal empleado. La cantidad de luz y el rendimiento son de ordinario pequeños, porque debido a la baja tensión del vapor de estos metales existe poca materia en el tubo. Si el vacío se hace con bomba de mercurio, siempre queda algún vapor de este metal que da al arco el aspecto del de mercurio en el momento de iniciarse; pero después, y a causa de la volatilización del material del cátodo, el espectro es el correspondiente al metal de este último.

Si el cátodo está constituido con una amalgama, el espectro del arco presenta las rayas de los dos metales en proporciones que dependen de la composición de aquélla y de la intensidad de la corriente, la cual necesita tener cierto valor para que con amalgamas de potasa y sodio aparezcan en el espectro del arco las rayas correspondientes a estos metales. Para hacer más agradable el color de la luz emitida por el arco de mercurio, se añade al cátodo alguno de los metales sodio, potasio, calcio, estroncio, etc.

La caída de potencial en el arco, lo mismo que la de cada electrodo, tienen valores del mismo orden de magnitud, cualquiera que sea el metal empleado.—Ω.

(Se continuará.)

El tonelaje total de los barcos que atracaron a los muelles del puerto de Hamburgo durante el año 1906 excedió de 6.000.000 de toneladas netas; de estos buques, 2.551, con un tonelaje de 3.900.000 toneladas, llevaban el pabellón alemán, lo que representa un notable aumento comparado con el año anterior. Por lo que a Inglaterra se refiere, hubo un ligero descenso de tonelaje comparado con el del año 1905; las cifras fueron respectivamente de 1.520.000 toneladas y 1.580.000 toneladas, siendo el número de barcos próximamente el mismo, 2.056 y 2.054. Noruega figura con 296 buques y 159.000 toneladas, y Holanda con 281 barcos y 158.000 toneladas, habiendo tenido un aumento aproximado del 50 por 100. Luego vienen Dinamarca con 321 barcos y 93 000 toneladas, y Francia con 84 barcos y 75.000 toneladas, o sea próximamente iguales que el año anterior, en tanto que Suecia tuvo un pequeño descenso, con sus 124 barcos y 60.000 toneladas. Siguen después España con 20.000 toneladas, Italia con 12.000, Rusia con 6.000 y Austria-Hungría con un solo barco de 3.000 toneladas.—H.

En las *Transactions de la American Electro-Chemical Society* se describe un procedimiento para la regeneración del aire que pudiera ser susceptible de aplicación a bordo de los barcos submarinos, etc. El agente químico empleado es el peróxido de sodio fundido, preparado eléctricamente. En contacto con agua pura se desprende oxígeno libre, formándose sosa cáustica. La sosa absorbe el ácido carbónico, cubriéndose el peróxido de una costra, que se quita agitándole dentro de un cilindro de tela metálica, en el que está encerrado. Se han practicado experimentos que demuestran que 192,5 gramos de peróxido producen 25 litros de oxígeno, que es la cantidad necesaria para un hombre durante una hora, y con 9 kilogramos de peróxido pueden sostenerse 9 hombres en un submarino de 76 metros cúbicos durante nueve horas; pero pasado ese tiempo el exceso de ácido carbónico sería nocivo.—H.