

LA ILUMINACION DEL PORVENIR

por

Ignacio Puig, S. I.

No cabe la menor duda de que la iluminación del porvenir es la de las lámparas fluorescentes que, en ciertos países, están adquiriendo gran difusión por las enormes ventajas que representan, en comparación con los sistemas de iluminación hasta ahora en uso, según hemos tenido ocasión de comprobarlo personalmente.

La iluminación por fluorescencia no pertenece al sistema de iluminación por incandescencia de un filamento metálico, sino por descarga disruptiva que determina la incandescencia de un gas, o sea, que pertenece al grupo de lámparas de vapor de mercurio y de sodio, que todavía se ven en las vidrieras de ciertas casas de negocios y en algunas carreteras de varios países. Pertenece, asimismo, al sistema de tubos de vapor de mercurio de los dispositivos empleados para sacar copias fotográficas y de las lámparas o tubos de neon utilizados para letreros luminosos.

Las lámparas gaseosas suelen trabajar con tensiones algo elevadas, de hasta 1.500 voltios, lo cual exige transformadores de alimentación y circuitos especiales. Otro de los inconvenientes de las lámparas gaseosas hasta ahora en uso, es que la luz obtenida tiene una longitud de onda determinada, o sea, que es monocromática, y no como la luz solar, que tiene toda la gama de colores refundidos en la llamada *luz blanca*.

Las lámparas de filamento metálico, si bien no dan exactamente luz blanca, se acercan bastante a ello, lo suficiente para que el público se acostumbre a su utilización. Con todo, en ciertos casos no supe enteramente la luz del día, según lo da a entender la práctica de las personas que tratan de adquirir algún género en una tienda, las cuales salen con el mismo a la calle para apreciar bien el color real a la luz solar, pues se observan

algunas diferencias, sobre todo en los tonos verdes, amarillos violáceos. Esto proviene de que la incandescencia del filamento de las lámparas metálicas da los colores que están en las menores frecuencias del espectro, con predominio del rojo; en cambio, las lámparas de vapor de mercurio dan luz correspondiente al extremo opuesto del espectro solar, o sea, hacia los tonos azules y violáceos. Por esto, los objetos iluminados con semejante luz no dejan apreciar bien los colores rojos vivos, y la piel humana toma un curioso aspecto morado con las partes rosadas de color violáceo. Como es natural, semejante luz no ha sido adoptada como sistema de iluminación para la vivienda. En las tiendas y casas de negocios se ha resuelto la dificultad empleando doble juego de lámparas: una de filamento metálico y otra de vapores de mercurio dentro del mismo artefacto, con lo cual se logra tener casi por igual radiaciones del lado del rojo y del lado del violeta.

Las lámparas de vapores de sodio emiten una luz amarilla típica, que hace aparecer cadavérica la faz de las personas. Por este motivo sólo se emplea de hecho en carreteras, túneles, canales, etc., donde ofrece la no pequeña ventaja sobre las demás lámparas, de su mayor poder de penetración en la niebla. En efecto; con niebla densa se divisa la luz producida con lámparas de sodio desde distancia tres y aun cuatro veces mayores que con las lámparas comunes de filamento. En este caso, aun cuando se mezcle la luz de sodio con la de las lámparas comunes, no se obtiene una buena compensación de colores, por lo cual semejantes lámparas han sido excluidas de la iluminación comercial. Tanto las lámparas de sodio como las de mercurio funcionan con gran economía de energía eléctrica, de hasta un 40 por 100 en las primeras y de 20 por 100 en las segundas. Esto, naturalmente, explica su popularidad.

Los tubos de neon, por ser de luz monocromática, sólo se utilizan para efectos decorativos, ya que presentados en forma de letras o de palabras, permiten se los disponga en líneas luminosas de cualquier longitud y con la intensidad deseada, cosa imposible de obtener con las lámparas de filamento metálico. Los letreros de lámparas de filamento suelen estar formados por puntos luminosos, cada uno de los cuales es una

lámpara, lo cual no deja de ser una imperfección. Pero, para la iluminación de las viviendas, los tubos de neon ofrecen no pocos inconvenientes, entre los cuales cabe señalar su luz coloreada, lo complicado de su instalación y la oscilación de su luz.

Previos estos antecedentes acerca de los sistemas de iluminación empleados hasta el presente, pasamos ya a describir el nuevo sistema de iluminación por lámparas fluorescentes. En su aspecto exterior, las lámparas fluorescentes se asemejan a los tubos rectos de neon empleados durante algún tiempo para iluminar los salones; pero su funcionamiento difiere totalmente. Las lámparas fluorescentes tienen en cada una de sus extremidades, un pequeño filamento metálico, exteriormente invisible, el cual queda automáticamente conectado tan sólo en los primeros momentos, para producir el arranque del encendido, y luego queda desconectado, también automáticamente, por uno de sus extremos. Estos pequeños filamentos desconectados sirven luego, durante el funcionamiento de la lámpara, como electrodos terminales del tubo. La desconexión automática de los filamentos se realiza mediante un dispositivo especial, llamado *arrancador*.

Los tubos fluorescentes tienen en su interior una gota de mercurio, la cual, al volatilizarse por el encendido de los filamentos, da lugar a una débil luz violácea, como la de las antiguas lámparas de mercurio, de una longitud de onda correspondiente a 2.527 angstroms. Estas radiaciones se proyectan contra las paredes interiores del tubo, revestidas de un polvillo de determinadas sustancias químicas fluorescentes, las cuales absorben la luz violácea y emiten en su lugar luz de otros colores.

En esto precisamente consiste el fenómeno de la fluorescencia de los llamados cuerpos fluorescentes, en la absorción de unas radiaciones y emisión de otras de más larga longitud de onda. Así, según la naturaleza química de la sustancia empleada, la luz violada y ultraviolada del vapor de mercurio queda transformada en luz verde, azul, rosada y "luz solar". Por la definición dada de fluorescencia, se ve que difiere de la fosforescencia, ya que esta última consiste en la emisión de luz durante cierto tiempo después de haber estado expuesta la

substancia a la acción de los rayos luminosos. Según esto, los cuerpos fosforescentes vendrían a ser como unos acumuladores de luz. Las sustancias fluorescentes, en cambio, no son precisamente acumuladores de luz, sino transformadores de luz, ya que sólo emiten luz transformada mientras se encuentran bajo la acción de los rayos excitadores: en cesando éstos, cesa también la emisión de luz.

A continuación presentamos las características de las principales sustancias fluorescentes, con indicación de su naturaleza química, sensibilidad crítica (longitud de onda que excita la fluorescencia), emisión característica y color de la luz correspondiente a esta onda de emisión.

S u b s t a n c i a	Sensibilidad crítica	E m i s i ó n
Tungstato de calcio	2 720 A	4 400 A (azul)
Tungstato de sodio	2 850 "	4 800 " (celeste)
Silicato de cinc	2 530 "	5 250 " (verde)
Silicato de cinc y berilio	2 540 "	5 850 " (amarillo)
Silicato de cadmio	2 400 "	5 950 " (rosado)
Borato de cadmio	2 500 "	6 150 " (rosa)

Se comprende, pues, que mezcladas convenientemente diversas sustancias fluorescentes, se pueda, por una parte, aprovechar las diversas longitudes de onda de las radiaciones emitidas por los vapores de mercurio, y, por otra, obtener, bien esa luz monocromática, bien una reunión de colores que imite enteramente la luz solar.

El mercurio introducido en el interior de los tubos fluorescentes tiene por objeto producir vapores de gran rendimiento en radiaciones ultravioladas. Con todo, tiene el inconveniente de ennegrecer con el tiempo algún tanto las paredes del tubo, de lo que resulta una paulatina disminución del flujo irradiado por la sustancia fluorescente. Como las lámparas fluorescentes tienen arrancador de filamento, para funcionar no requieren voltaje elevado, como en las lámparas de neon, y así se las construye para ser conectadas a las líneas de 150 a 220 voltios. Además, puesto que el filamento se apaga inmediatamente después de haberse encendido, no hay gran producción de calor y,

por consiguiente, los tubos trabajan en frío, lo cual representa no pequeña ventaja para el hogar en verano.

Pero, sobre todo, además de estas ventajas, está la de la economía de consumo, que pasa del 60 por cien en comparación con las lámparas de filamento metálico, y así es dado obtener más luz con un tubo fluorescente de 40 watios, que con una lámpara de filamento de 100 watios. Esta economía de consumo proviene de que una gran parte de la energía eléctrica de las lámparas de filamento metálico se convierte en calor no luminoso, lo cual no sucede con los tubos fluorescentes en que, por trabajar casi en frío, la energía eléctrica se transforma poco menos que íntegramente en energía luminosa. En otros términos: las lámparas fluorescentes realizan, en gran parte, el ideal soñado desde hace mucho tiempo de la producción de luz fría, como la de los gusanos de luz.

Las lámparas fluorescentes deben comenzar a funcionar con el encendido de los filamentos dispuestos en sus extremos; y, como estos filamentos están recubiertos de óxidos activos, dotados de intensa emisión electrónica, los electrones desprendidos excitan por choque el gas enrarecido del interior del tubo, con lo que se indica la descarga disruptiva y la volatilización del mercurio y, consiguientemente, la emisión de radiaciones violadas y ultravioladas. Desde este momento, el encendido de los filamentos se hace innecesario, por lo cual se pueden desconectar éstos y hacer que tan solamente actúen como ánodo y cátodo del arco eléctrico formado en el seno del tubo donde no hay más que vapores de mercurio.

Pero, para mantener el arco inicial se requiere una mayor tensión eléctrica por la suministrada por la red de distribución. Para lograr, pues, esa mayor tensión, se conecta una bobina o reactancia, la cual, al producirse la interrupción en los dos filamentos, origina fenómenos de autoinducción con tensiones elevadas; y precisamente estas tensiones son las que mantienen el arco dentro del tubo. La reactancia suele estar dispuesta en el interior de una caja metálica. Como la conexión de una bobina haría bajar el factor de potencia de la instalación, se hace necesario colocar un condensador para absorber de la red ordina-

ria el adelanto de fase y compensar el defasaje producido por la bobina. Este compensador debe tener una capacidad de 10 a 50 microfarradios, según la potencia del tubo.

Pero el dispositivo indicado de un solo tubo produce el llamado *efecto estroboscópico* u oscilación de la luz, debido a las alternancias de la corriente. Este defecto se evita conectando dos lámparas en oposición de fase, según el montaje conocido con el nombre de *twolamp* o doble lámpara. De esta suerte se economizan, en toda instalación compuesta de una serie de tubos, un condensador y una reactancia en cada dos tubos, a la vez que queda anulado el efecto estroboscópico y mejorado el defasaje producido por un solo tubo.

Para el montaje *twolamp* o de dos tubos, hacen falta dos arrancadores con un compensador en uno de ellos. En el comercio se encuentran ya artefactos dispuestos para la colocación de los dos tubos. El compensador tiene por objeto impedir que se limite la corriente de filamento del tubo que lleva el condensador en serie con lo que se reduciría su vida útil. Así la reactancia con sus accesorios, como el compensador de arranque y los arrancadores, se construyen en unidades cambiables. A continuación damos los regímenes de trabajo y los rendimientos de los tubos fluorescentes para las distintas potencias:

	30 watios	40 watios	100 watios
Longitud	90 cm.	122 cm.	152 cm.
Diámetro	25'4 mm.	38'1 mm.	59 mm.
Corriente	0'34 amp.	0'41 amp.	0'45 amp.
Tensión	220 voltios	220 voltios	220 voltios
Vida útil	2.500 horas	2.500 horas	3.000 horas

Antes de terminar esta exposición, propondremos las principales características de los accesorios, cuales son el arrancador y la reactancia.

El *arrancador* más comúnmente empleado en los tubos fluorescentes consiste en una lámina bimetálica que en la posición normal está en contacto con los dos electrones. Pero cuando se cierra el circuito, pasa corriente por la lámina, se calienta y se curva, con lo que se abre y se separa del electrodo. Si en estas condiciones se dejara enfriar el arrancador, se volvería a

enfriar el circuito del filamento, lo cual se ha de evitar. Por esto se dispone el arrancador debajo mismo de un extremo del tubo a fin de que su proximidad a él lo mantenga caliente y, en consecuencia, la laminilla permanezca curvada. Al apagar la lámpara, deja de haber calor en las proximidades del arrancador y la laminilla vuelve a su posición normal de contacto, dispuesta a ser usada de nuevo. Este mecanismo hace que, si se apaga la lámpara fluorescente, no puede volverse a encender inmediatamente, puesto que la lámina no ha tenido tiempo de enfriarse, sino que es menester esperar unos segundos para darle tiempo a que recupere su posición normal.

Los *zócalos* para las lámparas fluorescentes son de dos tipos: los de uno de los extremos son comunes, con dos agujeros para que entren las patitas del tubo; los del extremo que contiene el arrancador también tienen dos patitas, pero han de presentar una forma especial que permita al arrancador estar casi en contacto con el tubo. El mismo arrancador está provisto de un condensador para absorber la chispa de interrupción y evitar los desperfectos que esta ocasionaría.

La *reactancia* va dispuesta en una cajita de metal, de la que salen los hilos para su conexión con el circuito de línea. Estos hilos suelen ir marcados con los siguientes colores: *negro* para la llave general de línea, *blanco* para el punto común de línea y filamentos, *azul* para el filamento del extremo desprovisto de condensador, y *rojo* para el filamento del extremo dotado de compensador. Estas señales corresponden al montaje *twolamp* cuando el compensador de arranque va colocado fuera del *blok* de la reactancia, es decir, en caja aparte. Pero, si el condensador se encuentra dentro de la misma caja de la reactancia y del compensador, las conexiones corresponden a los siguientes colores: *negro* para la llave general de línea, *blanco* para el punto de común línea y filamento, *azul* para el extremo del filamento desprovisto del compensador, *amarillo* para el arrancador del tubo dotado de compensador, y *dos rojos* para el filamento de este último tubo.

Las lámparas fluorescente trabajan en condiciones óptimas cuando la temperatura del recinto se mantiene entre los 20 y 26 grados, la temperatura del tubo fluorescente en funcio-

namiento normal oscila entre 40 y 50° y, por consiguiente, es mucho menor que la de las lámparas de incandescencia. La irradiación de calor es sólo de 25 a 30 por 100 de la energía eléctrica consumida, al paso que en las lámparas de incandescencia esta radiación oscila entre 60 y 75 por 100 de la energía consumida. La temperatura del tubo fluorescente debe mantenerse dentro de ciertos límites; puesto que si baja, el mercurio se condensa, y entonces disminuye, así la radiación ultravioleta, como en el flujo luminoso de la sustancia fluorescente. En cambio, si la temperatura aumenta, la frecuencia de la radiación emitida por los vapores de mercurio se corre hacia la zona de menores longitudes de onda, con detrimento también de la emisión luminosa. El rendimiento luminoso de los tubos fluorescentes es diferente para los distintos colores: así, para los azules es de 25 lumen por watio y para los verdes de 70 lumen. Con todo, teniendo en cuenta el consumo de energía de los accesorios, las cifras anteriores quedan reducidas a 20 y 60 lumen respectivamente.

Los que hemos tenido oportunidad, en América, de ver muchas instalaciones iluminadas con tubos fluorescentes, hemos sacado la impresión de que, en un no lejano porvenir, este sistema de iluminación se impondrá generalmente, así por la economía de energía que representa, como por la naturalidad de la luz que proporciona, apenas diferente de la luz solar.