

Eficiencia energética con el uso de luz fluorescente

Las nuevas lámparas fluorescentes de bajo consumo consiguen reducir todavía más el gasto energético en iluminación



LUIS POZA

A pesar de la aparente indiferencia que caracteriza a los ciudadanos de este siglo hacia el cambio climático, asistimos, de forma continua, a la búsqueda de la “eficiencia energética” en todas las modalidades del consumo, ya sea en automoción, generación de frío y calor, informática, electrodomésticos y por supuesto, en iluminación, considerada como responsable de un 15%, aproximadamente, del gasto energético.

En una tienda de electrodomésticos es común observar, en lavadoras, secadoras, lavavajillas y frigoríficos, y en el frente de estos, una etiqueta (*figura 1*) con las siguientes letras: A, B, C, D, E, F, y G, que indican su comportamiento ahorrador o gastador (el más eficiente será el que lleve la letra A).

Al lado va una flecha que indica la categoría del aparato en cuestión.

Y si somos observadores encontraremos una etiqueta parecida en el embalaje de una bombilla y de un tubo fluorescente.

A lo largo de este artículo verificaremos la trascendencia que tiene esta tendencia.

La luz artificial y sus unidades de medida

Edison desarrolla la bombilla, allá por el año 1879, y al final logra implantarse.

Conviene indicar, que tenía una eficiencia muy baja, de 2 lúmenes/vatio.

La luz la emite un filamento que se pone brillante al paso de la corriente.

Unos años antes, en 1854, una serie de experimentos en un tubo de cristal, donde se había practicado el vacío, y con electrodos en sus extremos, permitió a Geissler descubrir el tubo fluorescente.

Y para su concepción actual, fue necesario esperar a 1939, observándose en él una mayor eficiencia luminosa que en la bombilla, que luego cuantificaremos.

Las principales unidades en iluminación son:

Eficiencia luminosa (Lm/W). Son los lúmenes, por vatio consumido, que es capaz de proporcionar una fuente de luz.

Flujo luminoso (Φ). Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo.

Lumen (Lm). Es la unidad de flujo luminoso.

En los catálogos de los fabricantes figuran las potencias de todas las fuentes de luz y al lado los lúmenes que emiten y en algunos, la eficiencia luminosa.

Rendimiento cromático (R_a). Es la capacidad de una fuente de luz de reprodu-

cir, fielmente, los objetos por ella iluminados. El valor máximo lo ostenta el sol y también la lámpara incandescente: 100%.

Los tubos fluorescentes

De todas las fuentes de luz existentes son, sin duda, los más incomprensidos. Dos matices justifican esta aseveración:

La necesidad de depender de un equipo de encendido (reactancia o balasto sin cebador) y el escaso rendimiento cromático proporcionado por los primeros tubos, a raíz de su invención (1939).

Actualmente la fluorescencia ha dejado de ser sólo un recurso práctico, por aquello de que, sorprendentemente, da más luz que la incandescencia.

Tiene muchas aplicaciones, la paleta de tonos está más completa que nunca y los fabricantes no reparan en empeño y en acciones para darla a conocer.

Ya no existe ninguna excusa para no utilizar, sin limitaciones, este sistema de iluminación.

Actualmente no es necesario salir a la calle para observar el color de la tela que se compra.

Así cómo la televisión en color animó a los usuarios a prescindir de los receptores en blanco y negro, hasta el punto de no aceptar uno ni regalado, lo mismo está ocurriendo con la gama 80 (*trifósforo*) de los tubos fluorescentes, pues quien prueba su luz, su brillo y la reproducción que permite de los colores, no desea otra cosa.

“A PESAR DE SER DE TODAS LAS FUENTES DE LUZ EXISTENTES LA MÁS INCOMPRENDIDA, ACTUALMENTE LA FLUORESCENCIA HA DEJADO DE SER SÓLO UN RECURSO PRÁCTICO, POR AQUELLO DE QUE, SORPRENDENTEMENTE, DA MÁS LUZ QUE LA INCANDESCENCIA”

Recordemos el lema que los define: “más luz, de mejor calidad, durante más tiempo”.

Si a esto añadimos las ventajas que proporciona la estabilidad del arco cuando en el equipo se incluyen balastos de alta frecuencia, para qué hablar.

Sin embargo aún queda mucho por hacer ya que, de vez en cuando, escuchamos alguna descalificación, fruto de un desconocimiento profundo.

Por eso, como en todos los órdenes de nuestra vida, la comprensión de las cosas, aún de forma somera, abre nuevos horizontes.

Trataremos de justificar lo expuesto.

Los primeros tubos fluorescentes tenían un diámetro de 75 mm.

Después éste se redujo a 38 mm, con unas potencias de 20 W (600 mm de largo, aprox.), 40 W (1200 mm de largo, aproximadamente) y 65 W (1.500 mm de largo, aproximadamente).

Se fabricaron otras potencias y formas (curvados, circulares, etc.) pero, como no podemos extendernos tanto, seguiremos ciñéndonos a esos tres modelos, que significan casi el 80% del consumo.

El rendimiento cromático era bajo, en torno de un 60%, obligando a lo ya dicho: “La necesidad de salir a la calle para observar el color de la tela que se compraba...”.

Primera evolución (1979-1980) dirigida al ahorro

Se redujo el diámetro a 26 mm y las potencias, para la misma emisión de luz, bajaron a 18-36 y 58 W. Con ello se produjo una mejora en el consumo del 10-12% aproximadamente.

El rendimiento cromático siguió más o menos en el mismo valor.

Segunda evolución (1980-1985)

Nace el tubo *trifósforo* gama 80 y 90, basado en la técnica tres fósforos.

El lema que le define es: más luz (un 15%), mejor calidad de luz, mayor duración, sin apenas degradarse al paso de las horas de estar encendido.

“Así cómo la televisión en color animó a los usuarios a prescindir de los receptores en blanco y negro, hasta el punto de no aceptar uno ni regalado, lo mismo está ocurriendo con la gama 80 (*trifósforo*) de los tubos fluorescentes, pues quien prueba su luz, su brillo y la reproducción que permite de los colores, no desea otra cosa”.

En su primera andadura los tubos *trifósforos* costaban el triple que los tubos ya existentes, a los que vamos a llamar *estándar* en adelante.

Y han llegado a tener tal protagonismo que la idea que persiste, en los foros lumotécnicos, es colocar tubos estándar sólo

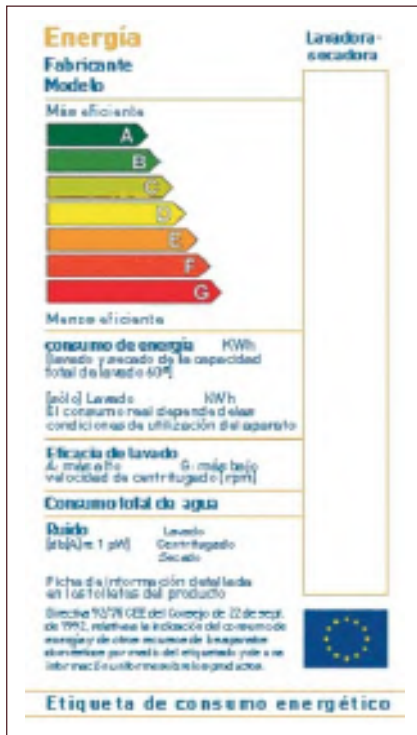


Figura 1. Etiqueta de consumo energético en un electrodoméstico

en espacios donde no sea necesario destacar ningún color, como por ejemplo en los garajes.

En el resto de aplicaciones se sugiere colocar sólo los nuevos tubos trifósforos.

Sin embargo, llevamos 35 años con los famosos tubos descubiertos y a pesar de todo no son aún suficientemente conocidos.

Invitamos, a quien lo desee, a llevar a cabo el siguiente experimento.

Busquemos cualquier negocio, panadería, boutique, papelería, donde tengamos confianza y tengan instalados tubos lineales, que seguro serán estándar.

Animémosles a cambiarlos y el resultado será sorprendente:

15% de incremento del nivel de iluminación...

Colores más definidos... En fin, un cambio radical y sin mayor consumo.

Referencias de los fluorescentes

A los tubos se les cataloga por una serie de números y letras que vamos a detallar.

En primer lugar, el tubo de 36 mm de diámetro se le denomina T 12. Es obligado decir que T viene de tubo, 12 se refiere al diámetro en octavos de pulgada:

$$\frac{12}{8} \times 25,4 = a \pm 36 \text{ mm}$$

Al tubo de 26 de Ø se le denomina T8.

Al de 16 de Ø se le llama T5.

Al de 7 de Ø se le conoce como T2.

A continuación se indica la potencia: Ejemplo: T8 38W.

Finalmente, se ponen tres cifras:

Ejemplo: T5 54W/840

El 8, gama 80, trifósforo, indica el rendimiento cromático (R_a), >85%.

El 40 (añadiendo dos ceros) se refiere a la temperatura del color (tono) de la que no hemos comentado nada, cosa imperdonable.

Reparamos la omisión.

La temperatura de color es la sensación de "calor" que nos produce una fuente de luz. Hemos oído hablar de "tono frío" o "tono cálido". Se mide en grados Kelvin, °K, sistema SI.

Los tubos estándar se referencian así: T8 18/54 Luz día.

T8 18/33 Blanco frío industrial.

Existen actualmente tubos trifósforos con los siguientes tonos:

2.700 °K. La sensación que produce es muy cálida.

3.000 °K. La sensación que produce es cálida.

4.000 °K. La sensación que produce es intermedia (ni frío ni calor).

6.500 °K. La sensación que produce es fría.

Tubos trifósforos, gama 90

Respecto a los tubos trifósforos, gama 90, basta indicar que se utilizan en pruebas de imprenta, para contrastar colores, con lo que se entiende que su rendimiento cromático (R_a), es mayor, superior al 90%.

Pero su flujo luminoso es inferior, vaya lo uno por lo otro, por lo que no se suelen utilizar en la iluminación de ambientes, salvo que tengan la misión de mejorar la calidad cromática de determinadas zonas.

Tercera evolución (1979-1980)

Nace el tubo compacto (foto 1 y figura 2). De entrada sólo se fabrica con la técnica trifósforo. No existe la versión estándar.

Rápidamente se fabrican versiones de mayor potencia y mayor número de dobleces con el fin de conseguir un tamaño similar a las bombillas (foto 1).



Foto 1. Tubo compacto



Foto 2. Bombilla ahorradora

Cuarta evolución (1990-2000)

Surge la denominación "bombilla ahorradora" (foto 2). Consiste en un tubo compacto integrado, es decir, que incorpora el equipo de encendido, electrónico para más señas, y lleva un portalámparas convencional E 14 ó E 27. Con lo cual, simplemente, se trata de sustituir la bombilla de 100 W, 1360 lúmenes, por una lámpara compacta electrónica de 20W, 1350 lúmenes.

Si añadimos los 10 años de supuesta vida, nos encontramos con un ahorro importante, la quinta parte de consumo, máxime si utilizamos varias a la vez.

Por tal motivo se auspició, por parte

Modelo	Potencia lámpara W	Intensidad de servicio A	Potencias		Flujo luminoso Lm	Dimensiones	
			Balasto W	Total W		L ₁ mm	L _T mm
5 W	5,5	0,180	4,5	10	250	82	105
7 W	6,9	0,175	4,3	11,2	400	112	135
9 W	8,7	0,170	4,1	12,8	600	144	167
11 W	11,4	0,155	3,4	14,8	900	212	235

Tensión de alimentación 230 V. Eficacia luminosa 45 a 70 Lm/W. Temperatura de color 2.700°K. Periodo de arranque 2 a 4 minutos.

Figura 2. Características de las lámparas fluorescentes compactas

del Miner, en 1997, un programa conocido como *Domoluz*, que animaba a los ciudadanos a sustituir unas por otras, primando la compra con una cantidad en metálico.

Tuvo la feliz consecuencia de la entrada masiva de esta compacta ahorradora en los hogares españoles que no habían sido muy hospitalarios con ella hasta la fecha, básicamente por tres motivos:

1. Por el precio, ya que al principio eran caras.

2. Porque la emisión luminosa, en el momento del encendido, no era la máxima, necesitándose un par de minutos para este fin.

3. Porque la escasa calidad de la luz de los tubos estándar incidía en el juicio de valor de los usuarios.

Recordemos que sólo se fabrican con la técnica trifósforo, y que no existe la versión estándar.

Hemos llegado al momento actual donde se conoce mucho más la técnica fluorescente, pero han pasado 66 años.

Equipos de encendido

Conectar una bombilla es sencillo.

Sin embargo, ante la conexión de un tubo podemos dudar. Pero también es fácil. En lugar de un filamento hay dos y un concepto que a menudo se nos olvida. Al definir un circuito como el paso de electrones a través de un conductor (*figura 3*), debemos añadir que este conductor puede ser sólido, líquido o gaseoso (plasma).

En consecuencia podemos, una vez encendido el tubo, trazar una recta de electrodo a electrodo, y olvidar que existe el cebador porque ya no cumple ninguna misión, con lo cual se aprecia un circuito, final, similar al de la bombilla.

Aunque existe un elemento añadido, que es la reactancia (*foto 3*).

Que no es muy popular porque pesa. Es fundamental para encender un tubo y mantenerlo encendido sin que se destruya. Está formada por un núcleo de hierro y cerca de mil espiras de hilo de cobre esmaltado.

Y el cebador (*figura 4*). También nece-

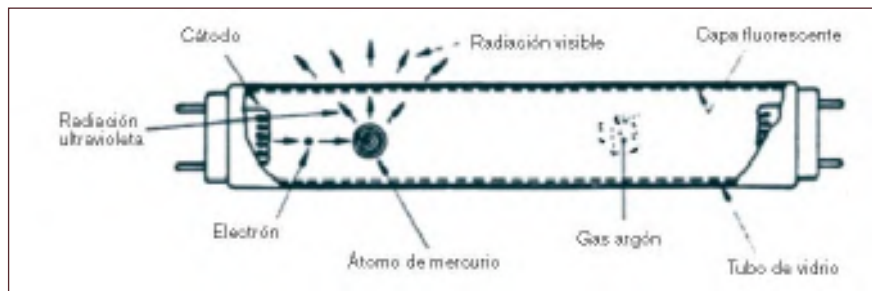


Figura 3

sario en el encendido pero que luego no pinta nada.

La reactancia significa un valor añadido al consumo y puede llegar a representar un 25% más de este, hasta el punto que un equipo del modelo 65 W de la segunda generación se convierte en un consumidor de 75 W.

Por esta circunstancia y puesto que no podía prescindirse de este elemento, CELMA (Federación de Asociaciones Nacionales de fabricantes de luminarias y componentes eléctricos para luminarias en la Unión Europea) estableció un criterio mediante el cual se calificaba a las reactancias igual que a los electrodomésticos pero con otra secuencia de letras:

A1, A2, A3, B1, B2, C, D

Y en la serigrafía de la reactancia se debería apreciar de la siguiente expresión: EEI=C

EEI es el índice de eficiencia energética.

Los modelos de eficiencia D dejaron de estar admitidos en el año 2003.

Los modelos de eficiencia C dejarán de estarlo en este año 2005.

Observamos cómo se está llegando a unos límites muy estrictos del consumo accesorio.

A los modelos B2 y B1 se les conoce como bajas pérdidas y muy bajas pérdidas.

Los modelos A0, A1, A2 pertenecen a los *balastos electrónicos* y puede decirse que no consumen prácticamente nada porque añaden un rendimiento adicional al tubo al trabajar en alta frecuencia, por lo que son conocidos también como balastos de alta frecuencia (*fotos 4 y 5*)



Foto 3. Reactancia



Foto 4. Balastro electrónico o de alta frecuencia

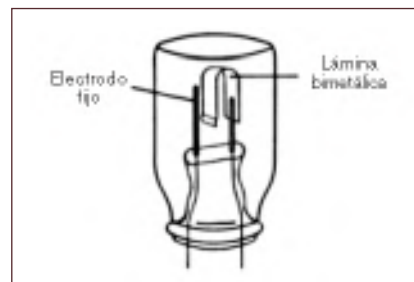


Figura 4. Cebador

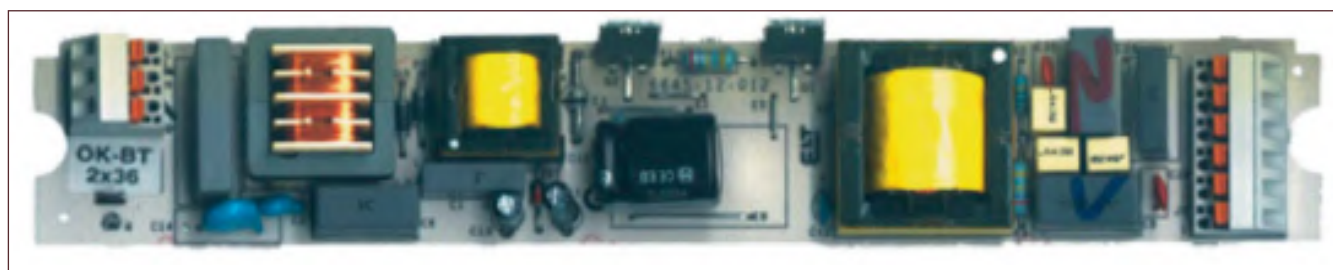


Foto 5. Balastro electrónico o de alta frecuencia (interior)



Los balastos electrónicos, como los electromagnéticos, son dispositivos limitadores de la intensidad del arco eléctrico, que una vez cebado, va “in crescendo”, evitando así la destrucción del tubo por avalancha de portadores de carga.

El uso de la electrónica da lugar a unas características que no se pueden conseguir con los balastos electromagnéticos como por ejemplo:

- Una mayor calidad de luz, al eliminarse el parpadeo, ya que el arco oscila pero lo hace de forma muy rápida y no se percibe.

- Por la misma razón, se elimina el peligroso efecto estroboscópico.

- La vibración, baja pero perceptible, de las reactancias convencionales, desaparece.

- Pueden funcionar en corriente continua.

- Si una lámpara se agota, un mecanismo interno apaga inmediatamente el equipo, sin provocar molestos parpadeos.

- Ahorro de energía de hasta un 25%.

- No necesita cebadores ni condensadores.

- Alargan la vida de las lámparas con el consiguiente ahorro. Esto se debe a que al funcionar a menor intensidad se desgastan menos los cátodos y las sustancias fluorescentes de las paredes del tubo.

- Incorporan filtros de armónicos.

- Posibilitan una disminución de la

fatiga visual.

- Disipan muy poca energía en forma de calor con el consiguiente ahorro en aire acondicionado.

- Hay modelos que permiten regular el flujo luminoso, incluir automatismos o incluso informatizar el sistema.

- Están protegidos contra transitorios y trabajan en un amplio rango de tensión.

- La lámpara funciona más cerca de su temperatura óptima de servicio.

Existen varios tipos de balastos electrónicos:

- De encendido instantáneo: producen el encendido de la lámpara en un tiempo prácticamente instantáneo, sin precalentamiento previo de los cátodos. Se recomienda su uso en zonas donde no se produzcan más de tres encendidos al cabo del día.

- De encendido con precalentamiento: se produce el encendido en un tiempo de aproximadamente un segundo. Previamente los cátodos de la lámpara son precalentados, lo que origina un encendido suave pero no instantáneo.

- Regulables: permiten la variación de la intensidad luminosa desde el 1%. El encendido es suave con precaldeo.

Pueden ser analógicos o digitales. En los analógicos la regulación es por señal 1-10 V. Los digitales permiten gestionar el punto de luz y dirigirlo de nuevo, por programación, sin tocar la instalación.

Conclusiones

La incorporación del tubo fluorescente a la gama de fuentes de luz significa la posibilidad de su utilización en la mayor parte de iluminaciones existentes tanto de interior como de exterior.

Desde el primer momento destacó por un menor consumo.

Además de ser más eficiente que las lámparas incandescentes y halógenas, el tubo molesta menos al mirarlo fijamente, cosa muy importante, por aquello de poder estar muchas horas en el ámbito de su luz.

Gracias a su integración en luminarias, incluso pequeñas con tubos compactos, podemos iluminar espacios de una forma racional.

La última generación de tubos T5 autoriza su anexión a luminarias de muy poco grosor, que permiten acoplarse a falsos techos de menor profundidad.

La utilización de balastos regulables permite un ahorro hasta del 75% gracias a que, en presencia de la luz natural, adecuarán el nivel de iluminación al valor prefijado, como por ejemplo 500 lux, unidad de la que no hemos tenido oportunidad de comentar hasta ahora: la *iluminancia* (E), que es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa dividida por la superficie iluminada. Su unidad es el lux.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

La necesidad de un equipo no implica derroche de energía ya que hemos podido constatar que veto impuesto en ese sentido por los organismos oficiales.

Si la energía solar fotovoltaica cumple las perspectivas que se le atribuyen será con el apoyo de las fuentes de luz eficientes de las que un ejemplo claro es la fluorescencia.

Vamos a esperar a las decisiones del Gobierno para reducir el consumo el 8% en los próximos años, que sin duda se basarán en la recomendación del uso de esta fuente de luz tan prometedora.

AUTOR

Luis Poza

Perito industrial, ingeniero técnico industrial y especialista universitario en Calidad Industrial. Además de una variada vida profesional, ha sido considerado buen comunicador a lo largo de nueve años de estar en antena, en directo, en un programa sobre electricidad. Pertenece al Colegio de Zaragoza.