



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

contec@mail.ita.mx

Instituto Tecnológico de Aguascalientes

México

Esparza González, Mario Salvador; Guizar Reyes, Héctor Manuel; Ibarra Medina, Iván Ilich; Martínez Silva, José Isabel

Pruebas experimentales a una lámpara de VSAP-150 W

Conciencia Tecnológica, núm. 22, 2003

Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94402204>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Pruebas experimentales a una lámpara de VSAP-150 W.

M.C. Mario Salvador Esparza González, Héctor Manuel Guizar Reyes, Iván Illich Ibarra Medina, José Isabel Martínez Silva. msepa@yahoo.com.mx , mseparza@correo.ita.mx guizzar@hotmail.com

Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Av. A. López Mateos #1801 Ote., Fracc. FOVISSTE Ojocaliente, C.P. 20256, Tel. (449) 910-52-06, Aguascalientes, Ags.

Resumen.

Este artículo contiene algunas pruebas experimentales realizadas a una lámpara de vapor de sodio en alta presión (VSAP) de 150 W para analizar su comportamiento de encendido y apagado, así como también el nivel de iluminación producido y la potencia consumida al alimentar la lámpara a tensión plena y tensión reducida.

Palabras clave.

VSAP, lámpara, iluminación, tensión plena, tensión reducida..

I. Introducción.

Las lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión (VSAP) constituyen una muy confiable y utilizada fuente de luz por su alta eficiencia, larga vida y buen rendimiento de color.

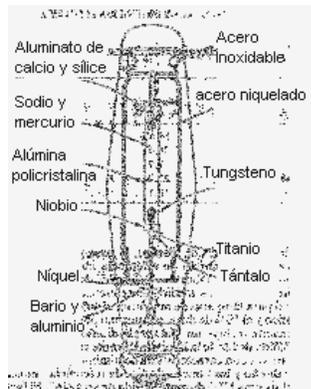


Fig. 1. Construcción de una lámpara de VSAP.

La figura 1 muestra las partes constitutivas de una lámpara de VSAP. La bombilla exterior es de vidrio de borosilicato transparente o con un recubrimiento interior difuso para obtener una brillantez más uniforme.

La principal desventaja de este tipo de luminarias es el uso de un reactor inductivo que se utiliza para encender la lámpara y consume una cantidad considerable de energía. En la actualidad se han desarrollado balastros (reactores) de estado sólido con mayor eficiencia y un consumo de energía muy bajo, actualmente es difícil encontrarlas en el mercado.

II. Fundamento teórico.

Las lámparas de descarga están constituidas básicamente por un tubo de descarga en el cual se transforma la energía eléctrica en radiación electromagnética. El tubo de descarga está hecho de un material transparente o translúcido y sellado por medio de dos electrodos en los extremos. Dentro de dicho tubo se aloja un gas inerte y un vapor de metal.

Al aplicar una diferencia de potencial entre los electrodos se generan electrones libres que son acelerados por el campo eléctrico existente. Dichos electrones se colisionan con los átomos del gas transfiriendo energía a dichos átomos, estas colisiones provocan un incremento de temperatura en el gas. Los electrones alcanzan

una energía cinética tal que al colisionarse envían a los electrones de los átomos del gas a un orbital mas alto, como esta situación es inestable el electrón tiende a recobrar su nivel original y entonces éste emite la energía absorbida en forma de radiación electromagnética, dicha radiación es utilizada para generar luz visible. Por ejemplo, la radiación ultravioleta se transforma en radiación visible por medio de un recubrimiento de fósforo en el interior de las paredes del tubo de descarga.

Durante las colisiones se desprenden electrones pertenecientes a los átomos de gas resultando un ion cargado positivamente y un electrón libre, el cual puede desempeñar el mismo papel que aquellos generados por los electrodos. Los átomos ionizados y los electrones son necesarios para mantener la corriente eléctrica a través de la lámpara.



Fig. 2. Etapas de la descarga.

La ionización de los átomos de gas provoca que se incremente rápidamente el número de electrones libres produciendo una corriente ilimitada y finalmente un cortocircuito. Por lo anterior es necesario el uso de un circuito auxiliar denominado *balastra* para limitar la corriente a través de la lámpara durante la descarga.

La balastra es un circuito conformado por una inductancia, un ignitor y un capacitor. La inductancia actúa como una impedancia en serie con la lámpara para limitar la corriente a través de ésta durante la descarga, así como también se encarga de adaptar la tensión de alimentación de

acuerdo a las necesidades de la lámpara. El ignitor y el capacitor (al entrar en resonancia con la bobina) se encargan de suministrar la tensión de arranque a la lámpara.

Para iniciar la descarga se requiere una tensión alta (entre 1.5 y 5 KV), dicho nivel de tensión es llamada *tensión de arranque* y ésta depende principalmente del tipo de gas, la presión de éste y de la distancia que hay entre los electrodos. El gas inerte es utilizado para decrementar la tensión de arranque.

Al incrementarse la temperatura, producto de las colisiones entre los electrones libres y los átomos de gas, son evaporados los átomos del metal y esto provoca que se incremente la tensión en la descarga y disminuya la corriente. Finalmente se logra un equilibrio hasta alcanzar los valores normales de tensión y corriente.

Las lámparas de descarga se clasifican en:

- a) De baja presión.
- b) De alta presión.

Existen diversos tipos como: fluorescentes, de vapor de sodio y de vapor de mercurio. Con respecto a la tratada en este artículo (VSAP) se puede decir que es muy utilizada por su alta eficiencia luminosa y larga vida. Tiene un buen rendimiento de color, comparada con las lámparas de sodio a baja presión.

III. Desarrollo

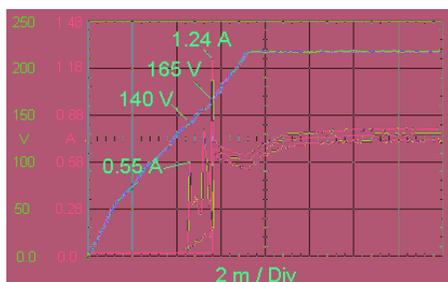


Fig. 3. Circuito de prueba de la balastra

La figura 3 nos muestra el diagrama representativo de la balastra conectada a la lámpara. Este circuito es el empleado para realizar las pruebas y analizar el comportamiento de la lámpara.

a) Pruebas del comportamiento de la lámpara en el encendido.

La gráfica 1 muestra el comportamiento de la corriente de entrada a la balastra si se varía la tensión de manera casi constante en la entrada hasta llegar a 220 volts.



Gráfica 1. Corriente de entrada en la balastra

La gráfica de la corriente muestra un comportamiento muy variante al principio; estas variaciones corresponden al momento en el que se comienza a presentar el arco en el tubo de descarga, aproximadamente a los 140V.



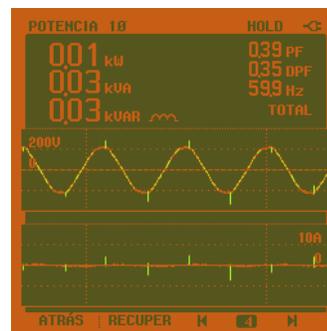
Gráfica 2. Potencia al inicio del arco.

La gráfica 2 indica la potencia que es consumida a la entrada en el momento en el que se presenta el primer arco. En este punto el valor es muy pequeño ya que la lámpara aún no ha encendido, nótese también el bajo factor de potencia que se tiene (PF = 0.49).



Gráfica 3. Potencia en la lámpara cuando se esta formando el arco.

La gráfica 3 corresponde a la potencia en la lámpara cuando se esta formando el primer arco. Se puede apreciar que casi la mayor parte de la potencia se queda en la balastra.

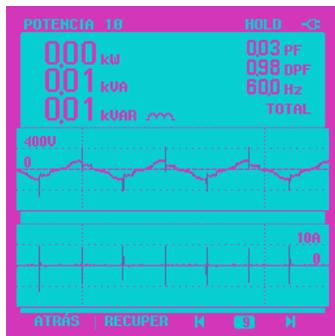


Gráfica 4. Potencia de la línea al inicio de la emisión de luz

Al incrementar más la tensión el tubo de descarga se calienta, toma una coloración naranja y posteriormente emite luz. En este momento la

corriente se comienza a estabilizar y la potencia tanto en la entrada de la balastra como en la lámpara se comporta de acuerdo a las gráficas 4 y 5 respectivamente.

Lo anterior ocurre al aplicar los 165V aproximadamente. Al incrementar la tensión también lo hacen la potencia consumida así como la emisión de luz. Las potencias a plena tensión (220V) de la entrada (fuente) y de la lámpara (salida de la balastra), son las mostradas en las gráficas 6 y 7.



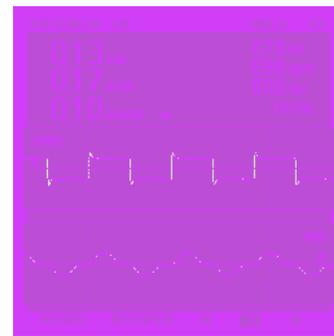
Gráfica 5. Potencia en lámpara al inicio de la emisión de luz.



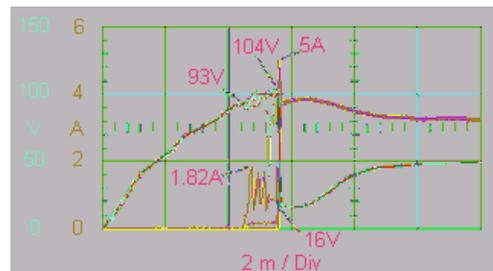
Gráfica 6. Potencia consumida en la línea a tensión plena.

Se puede observar en las gráficas 6 y 7 que la balastra consume 60 watts, equivalente al 46.15% de la potencia total consumida en la lámpara. El

comportamiento de la corriente y la tensión en la lámpara cuando se aplica la tensión a la entrada de manera constante es el mostrado en la gráfica 8. (Salida de la balastra), corresponde a la prueba de la gráfica 1. (Entrada de la balastra).



Gráfica 7. Potencia consumida en la lámpara a tensión plena.



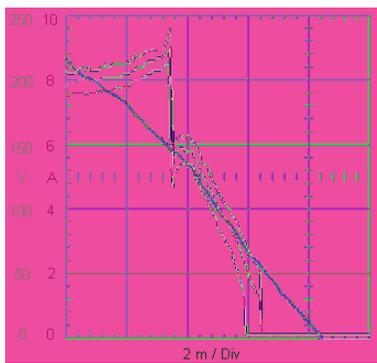
Gráfica 8. Variación de la tensión en la lámpara V.S.A.P. 150 W.

A medida que se incrementa la tensión en la lámpara, al llegar a los 93 volts se logra la ionización del gas, apareciendo un arco entre los electrodos. Al continuar el incremento de la tensión llega un momento en que la lámpara emite luz y la tensión cae a un valor pequeño (16V), presentándose en este momento el pico máximo de corriente. A partir de este momento la tensión comenzará a incrementarse hasta alcanzar su valor final, mientras que la corriente hará lo

mismo pero decrementando su valor. (El valor de tensión final es de 50V y el valor de corriente final es de 3 A).

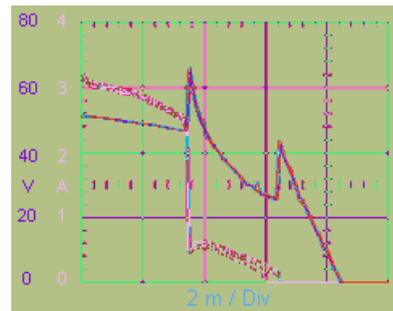
b) Pruebas del comportamiento de la lámpara en el apagado.

Esta prueba se desarrolló con la finalidad de evaluar hasta cuanto se puede disminuir la tensión en la lámpara sin que esta se apague desde el valor nominal de tensión hasta cero, el comportamiento se describe en las siguientes gráficas. En la gráfica 9 se puede ver que se encuentran dos puntos donde la corriente disminuye abruptamente, el primer descenso (a los 150V) se presenta cuando se deja de emitir iluminación, pero el tubo de descarga queda iluminado (aún hay descargas) por lo que todavía se sigue consumiendo corriente. A medida que se continúa disminuyendo la tensión de alimentación hay un momento en el que el tubo de descarga se apaga por completo (50V entrada) y se deja de consumir corriente independientemente de la alimentación de entrada.



Gráfica 9. Comportamiento de la corriente de línea ante el descenso gradual del voltaje

Obteniendo la grafica para el comportamiento en la lámpara se presenta lo mostrado en la gráfica 10, en esta se puede apreciar como la tensión presenta incrementos pico cuando la corriente disminuye abruptamente (en la lámpara).



Gráfica 10. Corriente en la lámpara ante el decremento de la tensión de alimentación.

c) Pruebas del comportamiento de la lámpara a tensión reducida.

En este apartado describimos como se comportó la lámpara manteniendo la operación al valor mínimo de tensión antes de que se apagara el cual de acuerdo a la gráfica 9 podemos deducir que se pudo disminuir la tensión de entrada hasta 165 V, ya que ésta se apaga a los 150 V aproximadamente. Al disminuir la tensión hasta 165 V, las potencias en la entrada y en la lámpara, respectivamente, son las mostradas en las gráficas 16 y 17.

Se puede observar con las gráficas 16 y 17 que la balastro consume 60 watts al igual que a tensión plena, equivalente al 60.% de la potencia total consumida en la lámpara.

d) Pruebas de iluminación de la lámpara.

En esta sección mostramos los efectos en la curva de distribución de la lámpara y el impacto en el

nivel luminoso al operarla en tensión reducida. En las gráficas 18 se hace una comparación entre las curvas de distribución luminosa cuando se alimenta la lámpara a tensión plena y reducida, respectivamente. (lado simétrico de la lámpara filamento vertical). La grafica 19 presenta lo mismo en posición horizontal; puede notarse la asimetría debida al filamento.



Gráfica 16. Potencia en la entrada de la balastra operando a tensión reducida

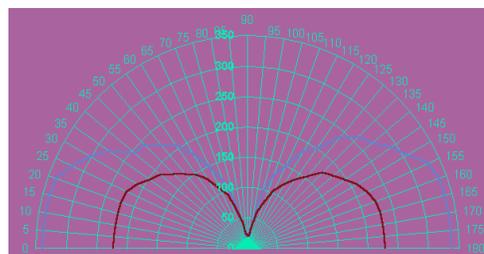


Gráfica 17. Potencia en la lámpara operando a tensión reducida.

IV. Resultados.

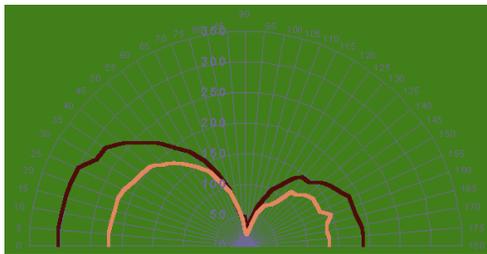
La reducción de tensión hasta 165 volts, se estableció considerando que la lámpara se apaga a 150 volts, pero tomando en cuenta que no todas

las lámparas tienen las mismas características, se consideró este margen para que todas las lámparas puedan funcionar sin que se apaguen. Haciendo una comparación entre las gráficas 6 y 7 contra 16 y 17 se puede observar que la balastra consume 60 watts independientemente de la tensión a la cual se esté alimentando el circuito. Si comparamos las graficas 6 y 16 podemos ver que hay una reducción en el consumo de potencia del circuito de 0.19KW a 0.16KW que en porcentaje representa una disminución del 15.78%. En la lámpara se tiene una reducción de 0.13KW a 0.1 KW, que representa una reducción del 23.076%. Con respecto a la curva de la gráfica 18, al reducir la tensión, la iluminación disminuyó un 24.738% (Valor obtenido del promedio de lecturas realizadas a diferentes ángulos que no se muestran en este artículo) con respecto a la iluminación emitida por la lámpara a plena tensión. Con respecto a la curva de la gráfica 19, al reducir la tensión, la iluminación disminuyó un 26.603%. El objetivo de hacer pruebas de comportamiento con reducción de tensión, es la de tener un ahorro de energía, aunque en las gráficas 18 y 19 vemos que a tensión reducida hay una disminución de la iluminación emitida por la lámpara.



Gráfica 18. Posición Vertical. Línea tenue nivel luminoso a tensión reducida. Línea Marcada a tensión plena. Escala en Luxes.

Este sacrificio de iluminación pudiera no tomarse en cuenta ya que este tipo de lámparas son usadas en alumbrado exterior, en donde una disminución de la iluminación sólo significaría que los objetos tengan una menor definición y que se aplica en diferentes municipios del país después de un horario determinado.



Gráfica 19. Posición Vertical. Línea tenue nivel luminoso a tensión reducida. Línea Marcada a tensión plena. Escala en Luxes.

V. Conclusiones.

Las gráficas del comportamiento nos muestran que una lámpara de descarga requiere que se le aplique una tensión mayor a su tensión nominal. Para poder hacer la reducción de tensión. Se requiere una tensión mínima de operación para el encendido de la lámpara, llevarla hasta su valor nominal y que alcance la iluminación total. Es posible tener una reducción de la potencia aplicando una reducción en la tensión de alimentación y por tanto podemos tener ahorro de energía se utilizamos las lámparas a tensión reducida, sacrificando con esto un poco de nivel luminoso, lo cual puede pasarse por alto dependiendo de la actividad para la que se requiera la iluminación.

VI. Referencias

- [1] Fink/Beaty, Manual de Ingeniería Eléctrica, Tomo II, Ed. McGraw Hill
- [2] Power Electronic Handbook, Muhammad Harunur Rashid, (2001) Ed. Academic Press.