

EQUIPOS COMPLEMENTARIOS DE ILUMINACION

1. Generalidades

1.1. Necesidad del equipo complementario

1.2. Definiciones y requerimientos generales de los componentes del equipo complementario de iluminación

1.2.1. Balastos

1.2.2. Capacitores

1.2.3. Arrancadores

1.2.4. Ignitores

1.2.5. Transformadores

1.2.6 Normas de aplicación para los componentes del equipo complementario de iluminación

2. Equipos complementarios para lámparas fluorescentes

2.1. Generalidades

2.2 Balastos electromagnéticos

2.2.1 Equipos para lámparas tubulares operadas con arrancador

2.2.2 Equipos para lámparas tubulares fluorescentes sin arrancador

2.2.3 Equipos para lámparas fluorescentes compactas

2.3. Balastos electrónicos

2.3.1. Ventajas del sistema

2.3.2. Otras ventajas del sistema propuesto

2.3.3. Análisis comparativo del rendimiento de una lámpara fluorescente de 36W

2.3.4. Distribución de la potencia de entrada entre energía lumínica y energía calórica

2.3.5. Balasto electrónico de última generación

2.3.6. Vida del balasto

2.3.7. Fiabilidad del balasto electrónico

2.3.8. Amortización de una instalación con balastos electrónicos

2.3.9. Conclusiones

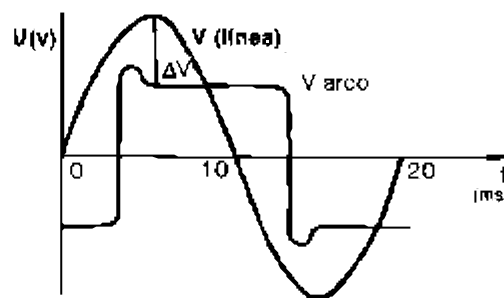
3. Equipos complementarios para lámparas de descarga
 - 3.1. Equipos complementarios para lámparas de vapor de mercurio de alta presión
 - 3.1.1. Balasto inductivo
 - 3.1.2. Balasto de alto factor de potencia
 - 3.1.3. Balasto capacitivo (autorregulado)
 - 3.1.4. Balasto autotransformador de potencia constante
 - 3.1.5. Valores eléctricos para lámparas de mercurio operadas con el balasto inductivo y el capacitor para corregir el factor de potencia.
 - 3.2. Equipos complementarios para lámparas de vapor de sodio de alta presión
 - 3.2.1. Generalidades
 - 3.2.2. Balastos
 - 3.2.3. Tipo de lámparas de sodio de alta presión
 - 3.2.4. Ignitores para lámparas de sodio de alta presión
 - 3.2.5. Características técnicas de las lámparas de sodio alta presión
 - 3.3. Equipos complementarios para lámparas de mercurio halogenado
 - 3.3.1. Generalidades
 - 3.3.2. Tipos de lámparas
 - 3.3.3. Equipos complementarios para lámparas europeas
 - 3.3.4. Equipos para lámparas de procedencia americana
 - 3.4. Equipos complementarios para lámparas a vapor de sodio de baja presión.
 - 3.5. Ahorro de energía en el alumbrado público
 - 3.5.1. Consideraciones generales
 - 3.5.2. Equipos a utilizar
4. Alumbrado de Emergencia
 - 4.1. Consideraciones sobre la solución a los distintos casos de riesgo.
 - 4.2. Hipótesis de riesgo.
 - 4.3. Conclusiones.
 - 4.4. Equipos para el alumbrado de escape.
 - 4.5. Bases para el proyecto de alumbrado de emergencia.

EQUIPOS COMPLEMENTARIOS DE ILUMINACION

1. GENERALIDADES

1.1. NECESIDAD DEL EQUIPO COMPLEMENTARIO

Las lámparas de descarga gaseosa requieren para su operación un equipo complementario ya que el proceso de conducción eléctrica en avalancha que se produce en cada hem ciclo, le confiere una característica de resistencia negativa que llevaría a la inmediata destrucción por absorción de corriente ilimitada si se aplicara una tensión distinta a la propia del arco.



En la figura se puede apreciar la curva de tensión de arco de una lámpara de descarga y la curva de tensión de línea. La tensión característica de cada arco de descarga, es propia de cada lámpara y de su estado de funcionamiento.

Por lo tanto al ser la tensión de línea y de arco fijas, la diferencia entre ambas (ΔV) debe ser compensada por un elemento intermedio colocado entre las mismas.

Por ser la tensión de lámpara un proceso de avalancha, se debe colocar en serie un dispositivo que limite la corriente pico, y no permita el crecimiento brusco de corriente, es decir la di/dt debe ser acotada. Además, para alcanzar alta eficiencia, el dispositivo debe tener bajas pérdidas.

El elemento más adecuado para limitar la corriente de una lámpara a descarga, es una impedancia inductiva.

El dispositivo que se coloca entre la línea y la lámpara a descarga es el **balasto**. Este reactor producirá una corriente en atraso con bajo factor de potencia, por lo que se requerirá un **capacitor** en paralelo con la línea para compensar el factor de potencia.

Algunas lámparas tubulares fluorescentes requieren para su arranque (iniciación del arco), condiciones de precalentamiento y pulsos de alta tensión, lo que hace necesario utilizar un elemento adicional que se denomina **arrancador**.

Las lámparas de Sodio de alta Presión y Mercurio Halogenado, necesitan de alta tensión para producir la primera descarga. En ellas el equipo complementario requiere un **ignitor** que produzca las condiciones de encendido.

Los balastos, capacitores, arrancadores e ignitores son los elementos que conforman los equipos complementarios para lámparas de descarga gaseosa.

1.2. DEFINICIONES Y REQUERIMIENTOS GENERALES DE LOS COMPONENTES DEL EQUIPO COMPLEMENTARIO DE ILUMINACION

1.2.1. Balastos

Un balasto es un dispositivo conectado al circuito entre la fuente de alimentación y una o más lámparas que, por medio de inductancia, capacitancia y resistencia utilizadas en forma separada o combinada, tiene por objeto limitar la intensidad de corriente a valor requerido por las lámparas a él conectadas.

Un balasto debe cumplir las funciones y respetar los parámetros siguientes:

- a) Controlar la corriente de la lámpara manteniéndola dentro de los límites aceptados por la misma, de tal forma que su potencia no sobrepase el límite mayor admitido, ni que sea tan baja que el flujo lumínico obtenido quede por debajo del mínimo aceptable.
- b) Suministrar la tensión de circuito abierto necesaria para lograr el arranque y el mantenimiento del arco de descarga sin su extinción.
- c) Proveer una corriente de operación sin deformación excesiva de tal manera que el factor cresta (I pico/I eficaz) esté por debajo del valor tope admitido.
- d) El contenido de armónicas de la corriente de línea debe estar acotado a los valores de la norma correspondiente.
- e) Debe ser una unidad de bajas pérdidas para lograr la mayor eficiencia en Lumen por Watt obtenidos del sistema.
- f) La temperatura de funcionamiento del bobinado debe estar acotada a la característica de la clase térmica de sus materiales aislantes.

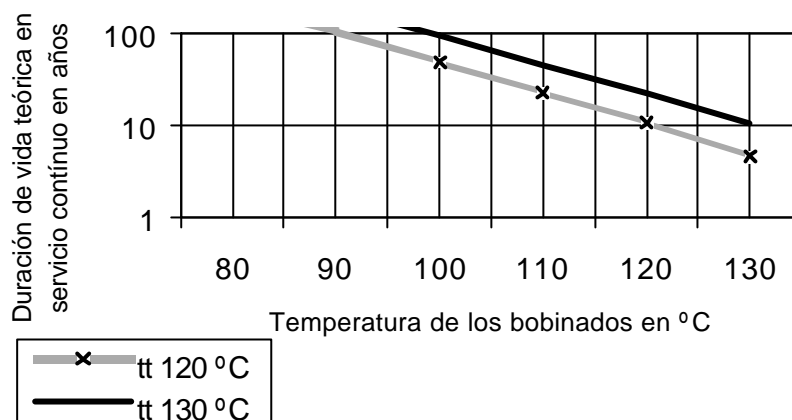
Expectativa de vida

Un balasto fabricado adecuadamente tendrá una expectativa de vida de 10 años bajo condiciones normales de uso.

Las normas de balastos para lámparas de descarga fijan las condiciones de temperatura de ensayo para asegurar esta expectativa de vida útil. El calor excesivo es el peor enemigo de la vida del balasto. Los balastos son dispositivos electromagnéticos que generan calor durante su funcionamiento normal. Este calor debe ser disipado desde el interior del balasto hacia el medio ambiente a través de la luminaria (artefacto). También el calor generado por la lámpara debe ser disipado por la luminaria.

Si tanto el calor del balasto como el de la lámpara no se disipan adecuadamente, se reducirá sustancialmente la vida útil del balasto.

Un balasto está diseñado para trabajar a una temperatura de trabajo en bobina (T_t) determinada, normalmente 120 ó 130°C. Operando en forma continua a esa temperatura tiene una expectativa de vida de 10 años. Por cada 10°C en que se supere la temperatura de trabajo del balasto, se acorta su vida a la mitad. Del mismo modo, una disminución de 10°C duplicará la vida del mismo.



Ejemplo: Temperatura de Trabajo de la bobina del balasto (T_t): 120°C

Si opera a 120 °C se puede esperar una vida de 10 años en servicio continuo. Si trabaja a 110 °C se estima 20 años y si lo hace a 130 °C será de 5 años.

Un balasto de mayor T_t tendrá mayor expectativa de vida útil operando en las mismas condiciones.

Cuando un balasto opera, circula una corriente que provoca el calentamiento del mismo. Este incremento de la temperatura que se produce desde el momento en el que comienza a circular corriente hasta que se estabiliza su temperatura, se llama DT y se define como el calentamiento propio de un balasto.

Otro valor que también interviene es la temperatura ambiente (T_a).

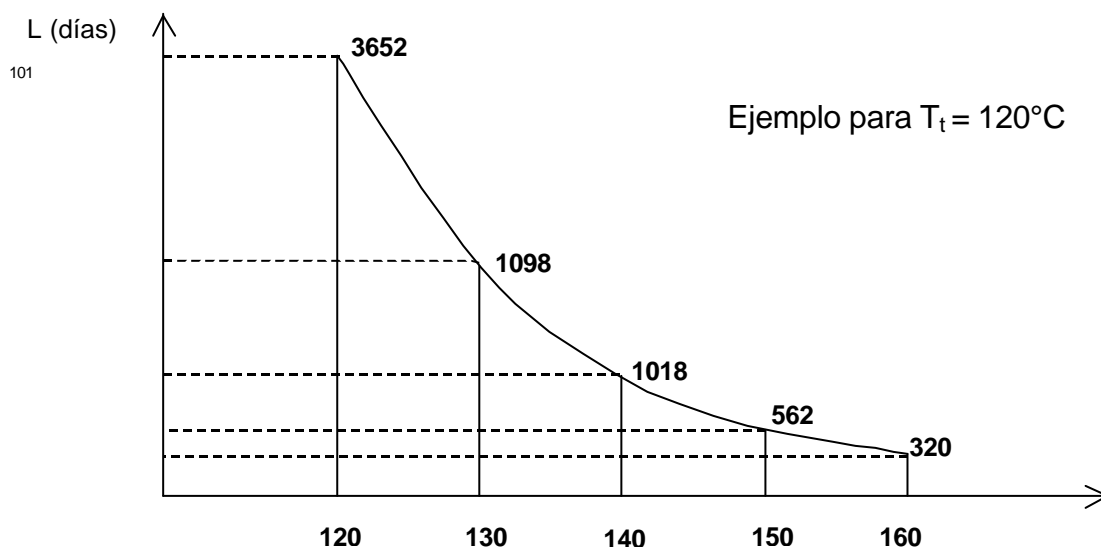
Por consiguiente sobre un balasto aparece la suma de 2 temperaturas; el calentamiento propio (DT) y la ambiente (T_a).

La suma de estos dos valores no debe superar la temperatura de trabajo (T_t) del balasto. O sea, $DT + T_a$ debe ser menor o igual que T_t .

Ejemplo: Temperatura de trabajo del balasto (T_t): 130 °C.

Calentamiento propio del balasto (DT): 70 °C.

Margen disponible para la Temperatura Ambiente (T_a): 60 °C.



Los principales factores que contribuyen a una sobre elevación de la temperatura del balasto y que ocasionan una disminución en su vida útil son los siguientes:

a) La luminaria

✓ En el caso de las luminarias para lámparas fluorescentes, la forma de montaje, materiales del cielorraso y la temperatura ambiente esperada en el local de instalación, son parámetros determinantes del normal funcionamiento del balasto y por lo tanto de su vida útil.

Si el balasto se adosa íntimamente a la parte metálica de la luminaria y si ésta tiene contacto con el exterior, habrá una adecuada disipación del calor.

Hay que prestar especial cuidado cuando la luminaria elegida para alojar el balasto es del tipo hermética ya que en este caso se requiere de un balasto especialmente diseñado sobre todo si éste no puede conducir el calor hacia el exterior (por ejemplo: luminarias herméticas de plástico).

Cuando se elige colocar los balastos apartados de las luminarias ya sea fijados en una pared o alojados en un gabinete hay que buscar también la mejor condición de enfriamiento. En el primer caso, es recomendable los balastos se posicionen con su eje longitudinal perpendicular al suelo y que su espaciamiento entre caras longitudinales sea de por lo menos un ancho como mínimo siendo preferible, si el lugar lo permite, de dos anchos. De este modo se puede asegurar una adecuada circulación natural de aire entre ellos. En el segundo caso, es preferible que se disponga de una circulación de aire forzada o utilizar balastos para alta temperatura.

✓ En el caso de luminarias para lámparas de alta presión (Mercurio, Sodio A.P. y Mercurio Halogenado) que generalmente son de alta potencia, es necesario extremar los cuidados para que el calor generado por la lámpara no se transmita al recinto donde se colocan el balasto, el capacitor y el ignitor.

En el caso que la lámpara caliente el lugar donde se encuentra colocado el equipo auxiliar, este recinto debe estar bien ventilado para evitar que una temperatura elevada acorte la vida útil de los componentes.

La máxima temperatura admisible para alcanzar una alta expectativa de vida útil y tener baja probabilidad de falla, es que en condiciones nominales de uso, en el habitáculo del equipo complementario, la temperatura no sobrepase los 60°C.

Si bien los componentes resisten mayor temperatura que la mencionada, siempre es en detrimento de su vida útil y del aumento de la probabilidad de falla.

La regla general que podemos citar es que ante un aumento de 10°C en la temperatura de trabajo, la vida útil de todos los componentes disminuye a la mitad. Por ello es necesario comprobar la compatibilidad de la luminaria con los equipos a utilizar.

b) La tensión de línea

La tensión de línea puede afectar la vida de la lámpara, la vida del balasto y la salida lumínica de la lámpara, si es más alta o más baja que aquella para la cual fueron diseñados. Operar una instalación a una tensión más baja que la nominal generalmente no trae efectos tan serios sobre la vida del balasto, sin embargo, encender una lámpara a bajas tensiones puede causar daños en los dispositivos de encendido de la misma, acortando su vida y reduciendo la salida lumínica; tensiones más altas que las nominales acortarán la vida del balasto debido a un aumento en la generación de calor, a pesar de que también se incrementará la salida lumínica.

Los fabricantes de balastos especifican sus productos considerando una variación de tensión de línea de $\pm 5\%$ ó 10% de acuerdo al tipo de lámpara. Pero esto se refiere a características de eléctricas y no a sus características térmicas. Aplicando una tensión mayor que la nominal, la temperatura del balasto aumenta y

por lo tanto su vida se acorta. Resultados de ensayos realizados en una combinación de balasto/luminaria, demuestran que por cada Volt de aumento en la tensión de alimentación, la temperatura propia del balasto aumenta en 0,8°C.

c) La frecuencia de línea

También la frecuencia de línea tiene su influencia. El valor de la inductancia de un reactor depende de la frecuencia de la tensión de la red y por eso deben emplearse balastos adaptados a la frecuencia de red disponible.

En este tema, hay que separar los balastos según sean del tipo inductivo o del tipo capacitivo: con balastos inductivos, si la frecuencia disminuye, aumenta la corriente y, si la frecuencia aumenta, disminuye la corriente. En los balastos capacitivos se invierte el proceso. Para cualquier caso, debe recordarse que mayor corriente significa mayor calor y menor vida útil.

d) Las lámparas fluorescentes agotadas

Cuando se utilizan balastos diseñados para una lámpara operada con arrancador hay que tomar precauciones en el caso que la lámpara esté agotada o al final de su vida útil. Bajo esta condición, la corriente que circula por el balasto es una vez y media de la que corresponde al funcionamiento normal y el arrancador intenta continuamente encender la lámpara hasta que deja de funcionar. En esta situación el balasto envejece rápidamente y puede llegar a destruirse en corto tiempo. Cuando se observa este fenómeno, conviene cambiar rápidamente la lámpara.

Si se trata de un balasto diseñado para una sola lámpara operada sin arrancador (tipo Rapid-Start) la condición de la lámpara agotada puede producir las siguientes situaciones:

- (1) La lámpara no enciende pero el transformador alimenta los cátodos y se puede producir una pequeña luminosidad en los extremos.
- (2) Puede ocurrir que el recubrimiento emisor de uno de los extremos del cátodo de la lámpara esté agotado. La lámpara enciende y circula la corriente en un solo sentido (corriente rectificada). Si el balasto es inductivo y de mala calidad, puede aumentar la corriente (balasto en saturación) produciendo un calor excesivo. Si el balasto es de buena calidad, la corriente será menor pero también será menor el flujo luminoso de la lámpara (menos luz) y mayor el parpadeo.

1.2.2 Capacitores

Un capacitor es un dispositivo eléctrico que produce corriente en adelanto y que maneja una **potencia reactiva capacitiva** que permite compensar la potencia “reactiva - inductiva” que circula por el balasto.

El capacitor como parte del equipo complementario de iluminación, puede cumplir las siguientes funciones:

- 1) Como corrector del factor potencia, conectado en paralelo con la red para compensar la corriente inductiva del conjunto balasto-lámpara.

Se define el factor de potencia (λ) como el cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (V.A)

$$\lambda = \frac{P.activa(W)}{P.aparente(V.A)}$$

Se denomina “mejoramiento del factor de potencia” a cualquier procedimiento dirigido a aumentar, hasta ciertos límites, el factor de potencia de una determinada carga, en un punto dado de la red, con la finalidad de reducir el valor de la corriente que circula en la red.

Dicho mejoramiento del factor de potencia se propone con las siguientes finalidades:

- a) Disminuir las pérdidas de energía.
- b) Disminuir las potencias aparentes necesarias de las maquinas generadoras y de los transformadores intercalados.
- c) Disminuir la sección de los conductores de las líneas de transporte y de distribución, con el siguiente ahorro de cobre y/o aluminio.
- d) Anular o evitar un eventual “recargo” en la facturación de energía eléctrica.

Como consecuencia de la forma de su tensión de arco, las lámparas de descarga absorbe corriente deformada (no senoidal). Por esta razón, la corriente presenta una distorsión armónica (THD) cuyos componentes principales son la 1ª y la 3ª armónica aunque también existen en menor proporción todos los múltiplos impares de la 1ª.

El ángulo eléctrico de desplazamiento de fase entre la tensión y la componente fundamental de la corriente (1ª armónica) define un $\cos \varphi$ pero que no tiene en cuenta las otras componentes de la corriente. Por esta razón en las lámparas de descarga el factor de potencia λ difiere del $\cos \varphi$.

“Compensar” o sea aumentar el $\cos \varphi$ significa disminuir el ángulo φ , es decir, disminuir la potencia reactiva Q absorbida por la carga, que atraviesa una determinada sección de la red, proveniente de la central eléctrica. Cuando la potencia reactiva Q se reduce a cero se tiene $\cos \varphi = 1$ y en tal caso la “compensación” es **total**. Cuando Q es mayor que cero se tiene $\cos \varphi$ menor que la unidad y en tal caso la compensación es **parcial**. El valor del $\cos \varphi$ puede variar entre los límites cero y uno.

El signo de Q (y por lo tanto de φ) se toma **positivo** (por convención) , cuando se trata de potencia “reactiva - capacitiva” y **negativo** cuando se trata de potencia “reactiva - inductiva”.

Sin embargo se debe tener en cuenta que operando con la lámparas de descarga el valor de λ (factor de potencia) nunca llegará a 1 ya que el capacitor no eliminará el contenido de armónicas de la corriente.

El cálculo del capacitor necesario puede efectuarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{1}{2 \mathbf{p} f U^2} (\sqrt{U^2 I^2 - P^2} - P \operatorname{tg} \mathbf{j})$$

- donde C= capacidad en F
 f= frecuencia de línea
 U= tensión de línea
 I= corriente de línea sin corregir
 P= potencia de línea (lámpara + balasto)
 $\operatorname{tg} \varphi$ = tangente del ángulo al que se quiere corregir

por ejemplo:

- para $\cos \varphi = 0.85$ la $\operatorname{tg} \varphi = 0.62$
 para $\cos \varphi = 0.90$ la $\operatorname{tg} \varphi = 0.48$

- 2) Como regulador de la corriente de lámpara, conectado en serie con la misma y con un reactor inductivo, logrando una mejor regulación de la potencia en la lámpara frente a variaciones de la tensión de red.

En este caso el capacitor debe tener:

- a) El valor adecuado para lograr el valor de corriente de lámpara especificada por la misma, por lo que la combinación reactor - capacitor debe ser apareada por el fabricante del balasto.
- b) Ser apto para la tensión de trabajo a la que va a ser sometido (generalmente más de 400 Volt) dependiendo del caso.

Construcción:

Un capacitor, básicamente, se compone de 2 armaduras metálicas enfrentadas y separadas por un medio aislante llamado dieléctrico. Desde el punto de vista de sus características constructivas su capacidad es directamente proporcional a la superficie S de armadura enfrentada inversamente proporcional a la distancia d entre ellas y directamente proporcional a una constante K denominada "constante dieléctrica" la que depende del material interpuesto entre las armaduras, es decir:

$$C = K \cdot \frac{S}{d}$$

Siendo en la ecuación: C= Capacitancia
K= Constante dieléctrica
S= Superficie de la armadura enfrentada
D= distancia entre armaduras

De aquí se desprende que la capacitancia será mayor cuánto mayor sea la superficie de las armaduras metálicas enfrentadas y menor sea la distancia entre dichas armaduras a igual material dieléctrico interpuesto.

Esto se logra -actualmente- con la tecnología del polipropileno metalizado, constituyendo el polipropileno el "dieléctrico" y el metalizado bajo vacío en una de sus caras, la armadura, de un espesor ínfimo (del orden de 0.2 micrones). Con ello se obtiene:

- a) menor volumen;
- b) menor peso
- c) pérdidas propias menores a 0.4 Watt/KVAr y mayor vida útil por su propiedad de autorregeneración.

En efecto, en caso de perforación del dieléctrico (polipropileno), el capacitor no queda fuera de servicio, ya que la temperatura de arco eléctrico producido por el cortocircuito entre armaduras, provoca alrededor de la perforación del dieléctrico la evaporación del metal, volviendo a reestablecerse el mismo y continuado el capacitor en servicio.

Si este proceso de perforación se produce frecuentemente. se degrada gran parte de la superficie de la armadura, perdiendo capacidad y con ello la posibilidad de corregir el factor de potencia.

Cálculo para determinar el capacitor necesario:

Para determinar el valor del capacitor en forma sencilla, seguir los siguientes pasos:

$$C (mF) = \frac{3185 \cdot K \cdot W}{U^2}$$

Donde:

3185= Constante que resulta de las unidades empleadas y para una frecuencia de red de 50 ciclos.

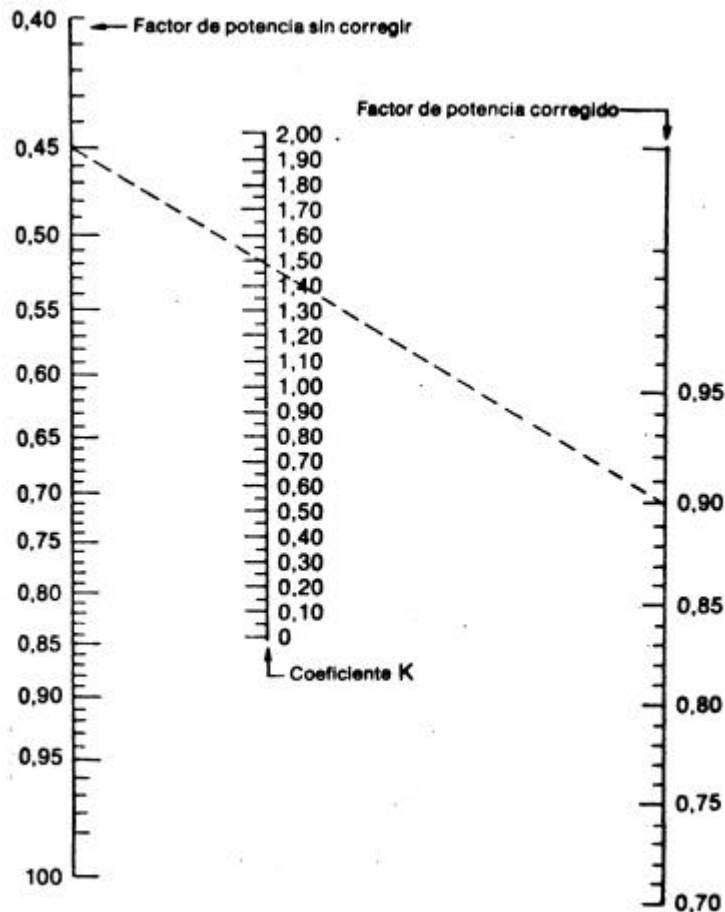
W= Potencia consumida por la lámpara más el balasto en Watt.

U= Tensión nominal de alimentación en Volt.

$U^2 = 48400$ para 220 V.

K= ($t\phi$ inicial-tg ϕ final) se obtiene del nomograma siguiente:

NOMOGRAMA PARA LA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD NECESARIA PARA CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA EN CIRCUITOS DE ILUMINACION CON LAMPARAS A DESCARGA.



Ejemplos de Aplicación:

Ejemplo N° 1

Se trata de determinar el valor del capacitor para corregir el circuito de iluminación con lámpara de sodio de alta presión de 400 Watt.

Datos:

Factor de potencia inicial = 0,45

Potencia del circuito lámpara más balasto = 450 Watt

Tensión de alimentación = 220 V - 50 ciclos/seg.

Factor de Potencia deseado = 0,90

El valor K se obtiene mediante el empleo de nomogramas en el que para este ejemplo se une con una recta el punto que indica el valor del factor de potencia sin corregir (0,45) en la escala de la derecha. La intersección de dicha recta con la escala del centro da el valor de K.

$$K = 1,50$$

A continuación se aplica la Fórmula:

$$C = \frac{3185 \cdot K \cdot W}{U^2} = \frac{3185 \times 1,50 \times 450}{48400} = 45 \mu\text{F}$$

Se adopta en consecuencia un capacitor de 50 μF con aislación para 220 Volt.

Ejemplo N° 2

Cuando los valores en juego salgan fuera de los límites del nomograma se puede proceder analíticamente.

Se tiene que corregir el Factor de Potencia de un circuito de iluminación con lámpara a descarga de sodio de baja presión de 180 Watt.

Datos:

Factor de potencia inicial = 0,28

Potencia de la lámpara más balasto = 220 Watt

Tensión de línea = U = 220 Volt.

Factor de Potencia final deseado = 0,90

De las tabla de funciones trigonométricas se obtiene:

tg. ϕ inicial = 3,41

tg. ϕ final = 0,48

K = tg ϕ inicial - tg. ϕ final = 2,93

Aplicamos la fórmula:

$$C = \frac{3185 \times 2,93 \times 220}{48400} = 42,4 \mu\text{F}$$

Adoptamos un capacitor de 44 μF con aislación para 220 V.

1.2.3. Arrancadores

Un arrancador es un dispositivo que cierra y abre el circuito de precalentamiento de la lámpara fluorescente, a los efectos de provocar el arranque de la misma.

El arrancador para lámparas tubulares fluorescentes debe cumplir con las siguientes funciones:

- Caldear los filamentos de la lámpara para lograr el arranque con la mínima degradación de la vida de la misma.
- Interactuar con el reactor de forma de provocar los pulsos de alta tensión necesarios para el arranque de la lámpara.
- Algunos arrancadores cesan su funcionamiento ante una lámpara agotada.

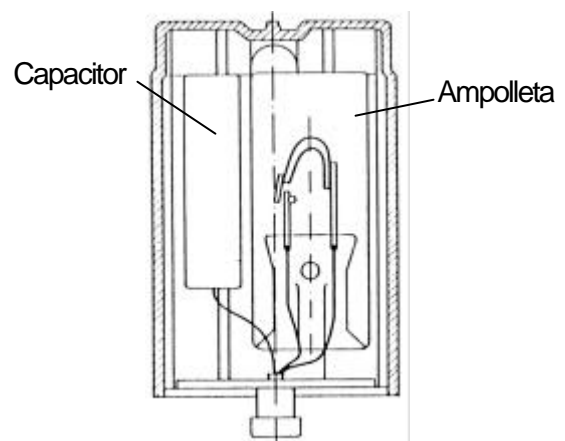
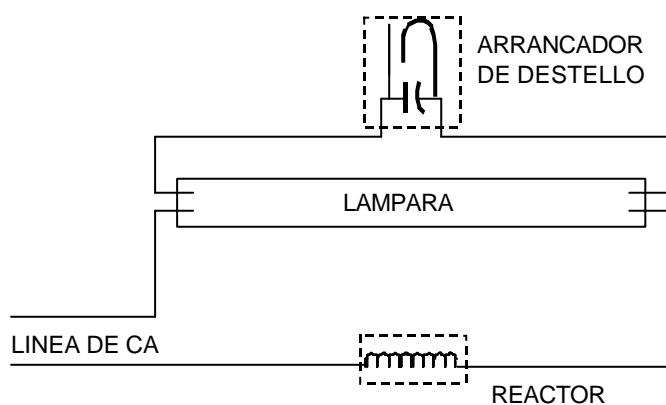
Hay 3 tipos de arrancadores:

- de destellos
- de destellos con botón de reposición (reset)
- electrónicos

a) Arrancadores de destellos

Está formado por una ampolleta de vidrio llena de un gas inerte a baja presión (normalmente neón o argón), dentro de la cual hay dos electrodos, uno de los cuales o ambos son laminillas bimetálicas, que forman un interruptor normalmente abierto. En paralelo con los electrodos se halla conectado un condensador para eliminar la radiointerferencias. Todo el conjunto se aloja en un recipiente cilíndrico de aluminio o de material aislante en el que se incluye una placa con dos contactos para su fijación.

El arrancador se intercala en serie con los electrodos de la lámpara y el balasto.



Funcionamiento del arrancador de destellos

Al aplicar tensión a los bornes del circuito, ésta aparece en los extremos del arrancador. Ello es suficiente para formar un arco entre ambos extremos a través del gas que hay en la ampolla. La temperatura producida por dicho arco calienta al bimetálico, que se dilata y cierra el interruptor, con lo cual la corriente de precalentamiento, pasa por los electrodos del tubo, calentándolos y produciendo emisión.

Es la llamada "Corriente de arranque o precalentamiento". Al cerrar el interruptor bimetálico, se extingue el arco en el gas de la ampolleta y en consecuencia se enfría y el bimetálico vuelve a abrir. Esta interrupción instantánea del circuito hace que el balasto

autoinduzca una tensión en el circuito, la cual sumada a la tensión de línea, es suficiente para formar un arco en el tubo, con lo cual éste enciende y el circuito queda estabilizado.

Si el arco de la lámpara no se establece o se interrumpe, el ciclo se repite automáticamente las veces que sea necesario.

Si la lámpara está agotada, este parpadeo continúa hasta que uno de cátodos se corte o quede el arrancador en cortocircuito permanente.

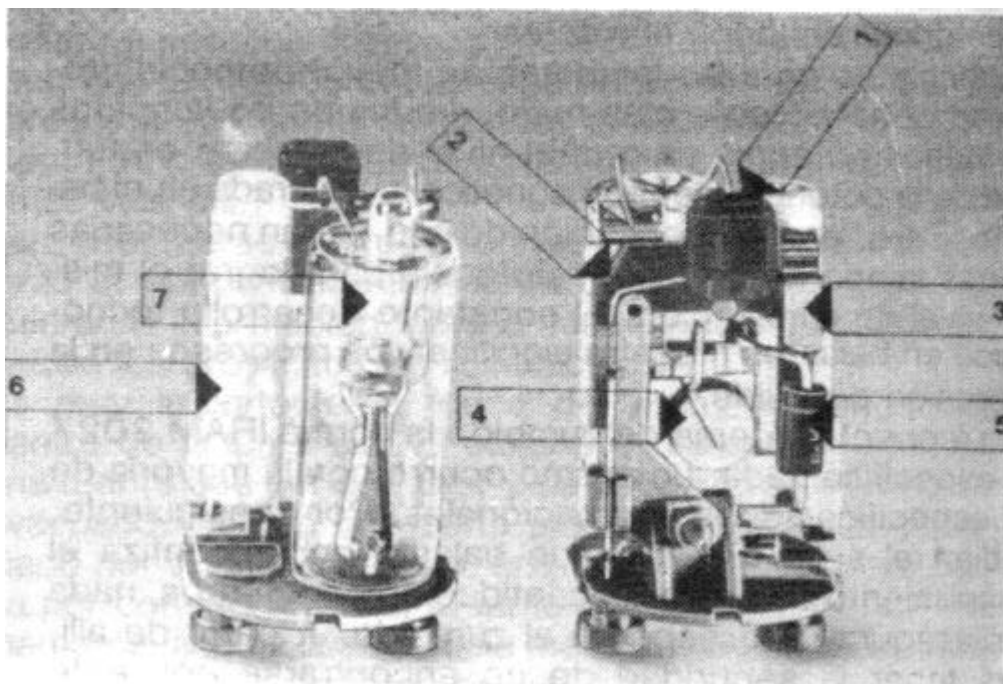
Cuando el tubo enciende, el arrancador a pesar de quedar en paralelo con el tubo, no actúa después de establecido el arco de la lámpara ya que está proyectado de tal manera que la tensión que queda aún disponible es insuficiente para producir la descarga entre sus electrodos (tensión de funcionamiento del tubo). De esta forma no consume energía y cuando la lámpara se apaga sigue disponible para funcionar nuevamente.

Las lámparas fluorescentes de $\varnothing 26$ mm requieren una tensión de arranque mayor que las de $\varnothing 38$ mm, debido a que el gas en su interior se encuentra a mayor presión, por consiguiente requieren arrancadores de gran calidad.

b) Arrancadores de destellos con botón de reposición (reset)

Es un arrancador de destellos que tiene incorporado un micro relé con reset. En funcionamiento normal es equivalente al anterior, pero cuando el tubo no enciende, produce la desconexión del circuito de la lámpara, evitando peligrosas sobrecorrientes sobre el balasto. La resistencia NTC (4) de característica negativa se sobrecalienta (reduce su resistencia óhmica de 350 Ohm a 25°C a casi 145°C Ohm a 200°C) y comanda la intervención del diodo (5) calentando el microrelé bimetálico (3) que a su vez acciona el dispositivo de interrupción del circuito eléctrico. El arrancador puede ser vuelto a su posición una vez reemplazada la lámpara oprimiendo el pulsador reset (1) ubicado en la parte superior del capuchón aislante.

La seguridad del dispositivo está garantizada aunque el resistor (4) quede fuera de servicio. El diodo, de hecho, está dimensionado de modo que se sobrecalienta fuertemente y provoca la apertura del microrelé bimetálico (5).



c) Arrancadores electrónicos

Es un dispositivo electrónico, totalmente de estado sólido, que puede poseer las mismas dimensiones físicas y formas que un arrancador convencional, en este caso reemplazo directo de los mismos.

Su funcionamiento se basa en emitir pulsos de alta tensión, limitados a un valor adecuado, de tal forma de entregar la cantidad de energía necesaria y prolongar la vida útil de los electrodos de la lámpara.

Una vez que se enciende, el arrancador pasa a un estado de reposo.

Si la lámpara está agotada o defectuosa, el arrancador realiza un intento de encendido y luego inhibe el circuito. Luego de cambiar la lámpara, el arrancador está en condiciones de realizar nuevamente el ciclo de encendido.

El arrancador electrónico para lámpara fluorescente de ϕ 26 mm tiene la siguiente secuencia de funcionamiento:

a) al aplicar tensión al circuito se produce el calentamiento de los cátodos de la lámpara durante 1 segundo.

b) luego de transcurrido el periodo de calentamiento, se interrumpe la corriente e inmediatamente se produce un pulso de alta tensión.

c) la lámpara enciende y el arrancador cesa su funcionamiento.

Si el arranque no se efectúa queda inhibido y para reestablecerlo es necesario apagar y reencender la llave interruptora de tensión de línea.

1.2.4. Ignitores

Un ignitor es un dispositivo que provee por sí mismo o en combinación con otros componentes del circuito, las condiciones eléctricas apropiadas necesarias para el arranque de lámparas de descarga gaseosa.

Los ignitores para lámparas de alta presión se pueden dividir según el tipo de pulso que deben producir para el arranque en:

a) Los de pulso de menos de 1000 V, que están compuestos por un circuito electrónico mas un choque inductivo que en la practica es el balasto.

b) Los de pulsos de más de 1000 V, que están compuestas por un circuito electrónico más un transformador de pulsos que multiplica la tensión. En la práctica, en nuestro medio, el transformador esta conformado en el balasto por lo que se deben utilizar circuitos electrónicos y balastos compatibles.

Los ignitores para lámparas de alta presión deben cumplir las siguientes funciones:

a) Producir pulsos de alta tensión para lograr el arranque de la lámpara.

b) Cesar el funcionamiento después del arranque de la lámpara.

c) Reencender la lámpara al reconectarse la tensión de red después de un apagón.

Funcionamiento

El circuito de funcionamiento de un ignitor se puede dividir en 3 partes:

a) red sensora de tensión;

b) elemento que almacena energía (capacitor);

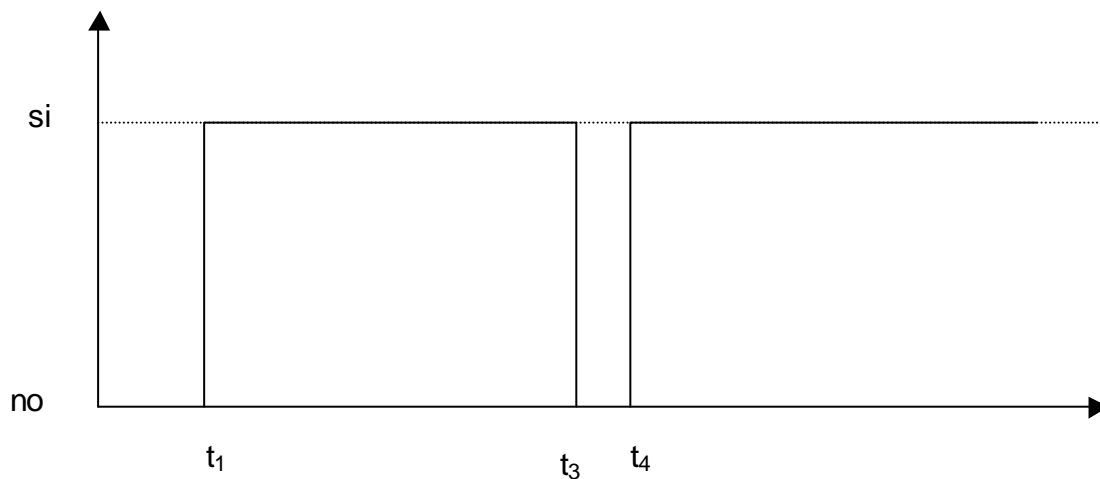
c) llave

Cuando se aplica tensión al circuito, antes de que la lámpara encienda, aparece sobre la misma una tensión igual a la de la línea. Esta es mayor que la tensión de disparo del ignitor, lo que es detectado por la red sensora, que hace actuar la llave, descargando el capacitor y produciendo los pulsos, que logran el encendido de la lámpara. Una vez que ésta encendió, la tensión de lámpara cae abruptamente a un valor cercano a cero y luego comienza a crecer hasta que la lámpara se estabiliza y alcanza su tensión nominal. Desde que la lámpara encendió hasta su estabilización, el valor de tensión es inferior a la de disparo del ignitor, por lo tanto deja de trabajar en forma automática.

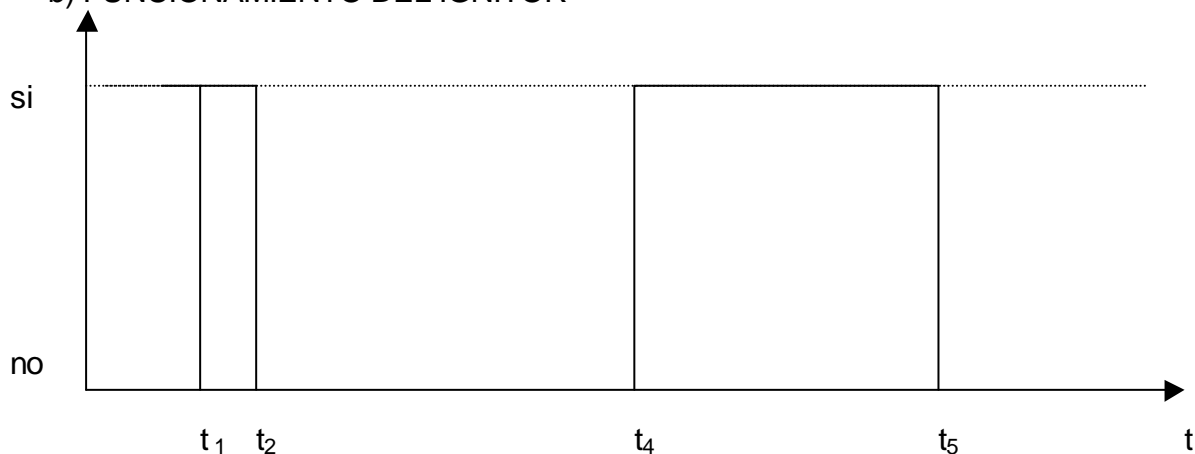
La función de un ignitor es superponer uno o más pulsos de alta tensión (normalmente de 1 a 5 KV según el tipo de lámpara), sobre los bornes de la lámpara para que se produzca la descarga. Una vez que encendió, el ignitor debe dejar de producir los pulsos en forma automática.

La secuencia se analiza en las siguientes figuras:

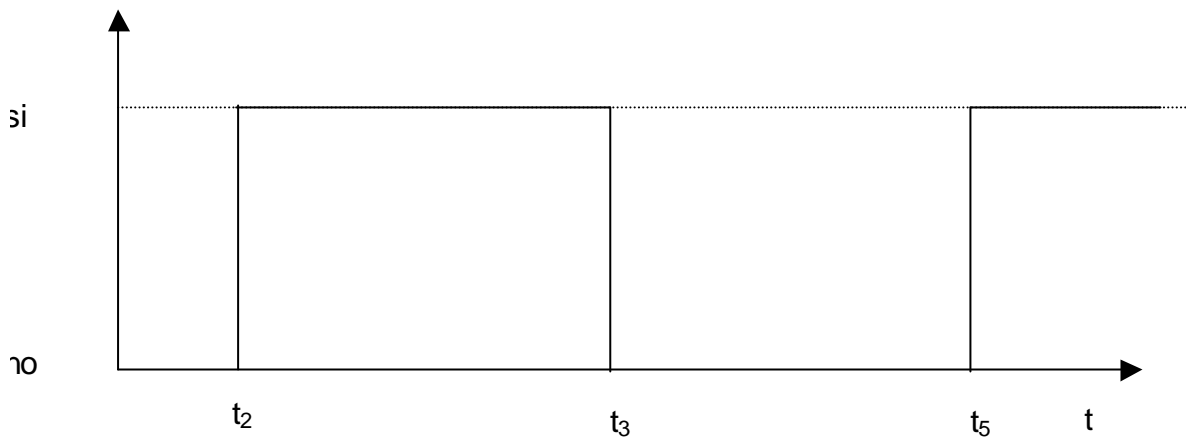
a) TENSION DE LINEA



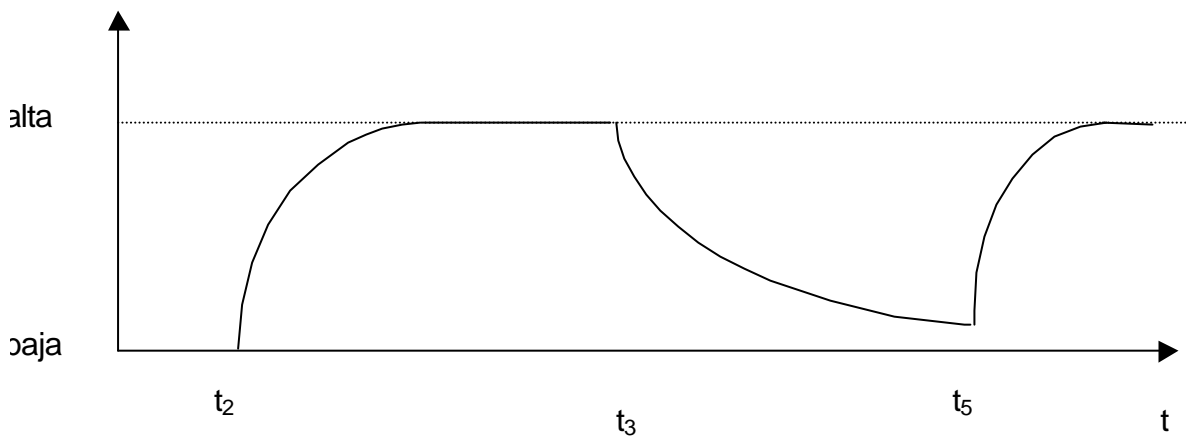
b) FUNCIONAMIENTO DEL IGNITOR



c) FUNCIONAMIENTO DE LA LAMPARA



d) TEMPERATURA DE LA LAMPARA



En la figura a) se representa una posible secuencia de la tensión de línea.

En la figura b) se esquematiza el estado de funcionamiento del ignitor,
Dependiendo de la tensión de línea y del estado de la lámpara.

En la figura c) se indica el estado de funcionamiento de la lámpara.

En la figura d) se representa la evolución de la temperatura de la lámpara
Según su estado de funcionamiento.

Tiempo t_1 : se energiza la línea y comienza a funcionar el ignitor.

Tiempo t_2 : a los pocos segundos de funcionar el ignitor, enciende la lámpara y se apaga el ignitor.

Tiempo t_2 a t_3 : opera la lámpara que se calienta hasta llegar a la temperatura de régimen.

Tiempo t_3 : se produce un corte de energía. La lámpara se apaga y comienza a enfriarse.

Tiempo t_4 : se restablece la tensión de la red. Comienza a operar el ignitor pero la lámpara no enciende porque la amplitud de los pulsos no alcanza la tensión mínima de reencendido a esa temperatura de lámpara.

Tiempo t_5 : La lámpara se enfrió lo suficiente y reenciende. El ignitor se apaga y la lámpara inicia su ciclo de calentamiento.

Para lámparas de sodio alta presión **el tiempo de reignición está en el orden de 1 minuto y para mercurio halogenado se puede extender hasta 15 minutos o más.**

La reignición instantánea es posible lograrla en cualquier etapa del periodo de enfriamiento, utilizando lámparas especiales adaptadas a este propósito e ignitores cuyos pulsos de encendido se encuentren entre 20 y 70 KV.

Características de los pulsos

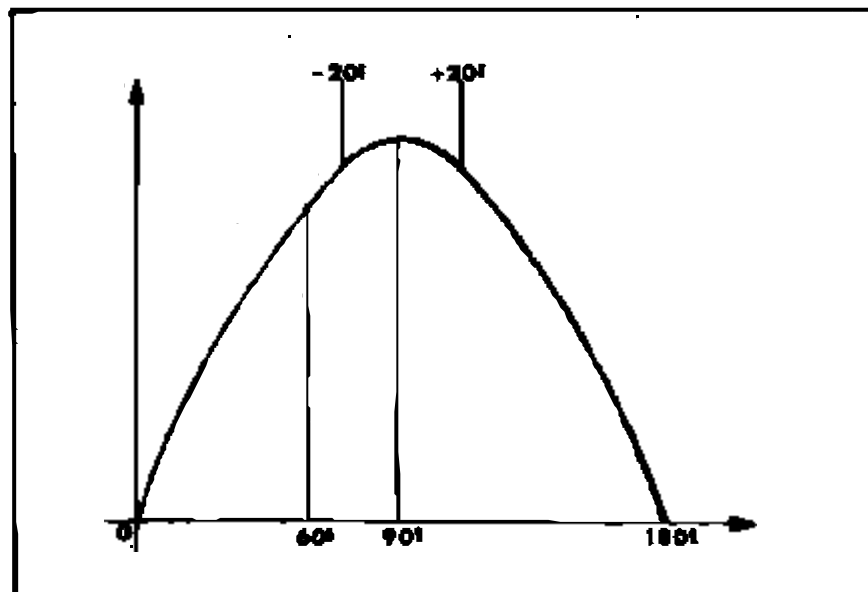
Como regla general, todas las lámparas de sodio alta presión y mercurio halogenado necesitan un ignitor. La elección del ignitor está dada por la hoja de datos proporcionada por el fabricante de lámparas, donde se especifican los requerimientos mínimos exigidos para el encendido.

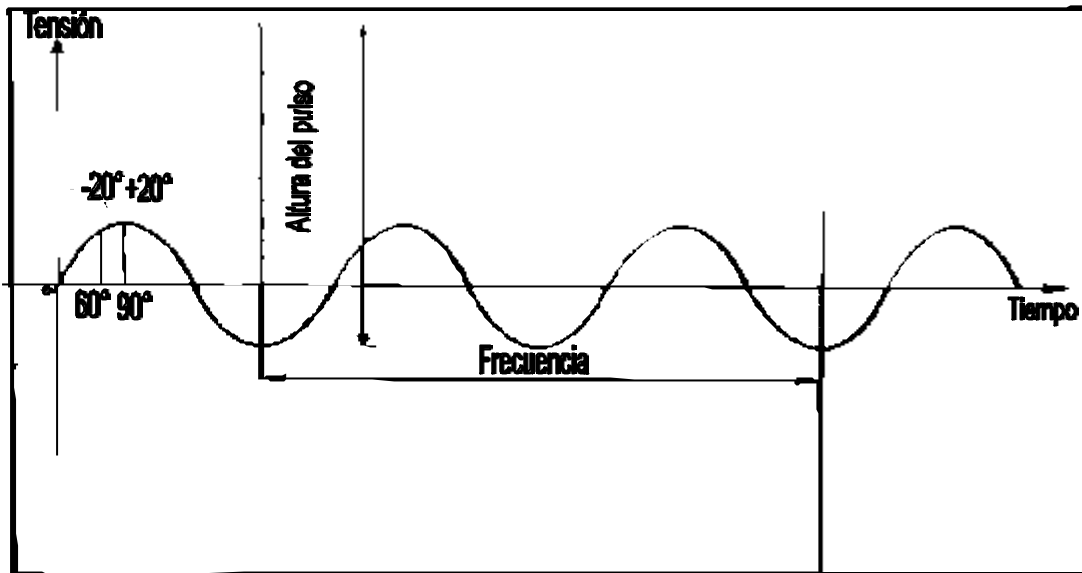
Normalmente estas especificaciones son:

- Amplitud del pulso. Normalmente de 1 a 5 KV, dependiendo del tipo y potencia de lámpara.
- Duración del pulso. Generalmente superior a $1\mu\text{seg}$.
- Posición del pulso a 90% del valor pico. Algunos fabricantes recomiendan que se debe ubicar $\pm 20^\circ$ eléctricos del pico de la onda alterna, otros lo exigen en la posición situada entre 60° y 90° .
- Número mínimo de pulsos por cada medio ciclo de la tensión de red.
- Mínima corriente de ignición. Normalmente superior a 0.2 A.
- Rango de tensión de funcionamiento para alimentación de 220 V. Debe disparar con tensiones de funcionamiento comprendidas entre 160 y 198 Volt.

El límite inferior considera el aumento de tensión de lámpara que se produce al envejecerse la misma, no permitiendo que el ignitor funcione una vez que la lámpara encendió aun frente a las condiciones más adversas de envejecimiento de la lámpara y alta tensión de línea. El superior tiene en cuenta la tensión de red permitida.

- Capacidad de carga, que tiene que ver con la distancia a la que se puede colocar el ignitor.





El principio que utilizan los ignitores para producir los impulsos es el generador de pulsos.

La energía es almacenada por un capacitor, la cual es descargada una o más veces por ciclo de tensión de red por medio de una llave electrónica .

El voltaje de impulso deseado se obtiene elevando al tensión del capacitor , ya sea utilizando un balasto como autotransformador o por medio de un transformador de pulsos.

Diferentes sistemas de ignitores pueden ser diseñados utilizando los generadores de pulso.

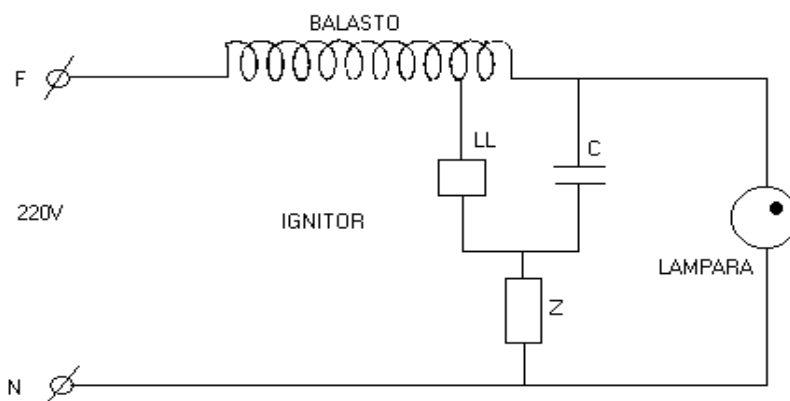
Tipo de Ignitores

- Ignitores de impulso, usando el balasto como transformador de pulsos (Tipo derivación).

El ignitor es de 3 polos, uno de ellos va conectado al punto común de la lámpara y línea, el otro al contacto central de lámpara y el tercero a un punto medio o derivación del bobinado del balasto. Esto se hace con el fin de que la tensión entregada por el capacitor del ignitor sea elevada por el balasto en su función de transformador de pulsos. Como consecuencia de esto se deduce:

- El balasto está sometido a los pulsos de alta tensión por lo tanto en su construcción se deben tener en cuenta las exigencias de aislación a la alta tensión que debe tolerar.
- Para un diseño determinado del balasto, las tolerancias de fabricación pueden afectar las características del pulso.
- Debido a que el balasto forma parte del circuito de ignición, fundamentalmente en lo referente a la posición de su punto medio, puede no existir compatibilidad entre distintas fabricaciones de balastos e ignitores.

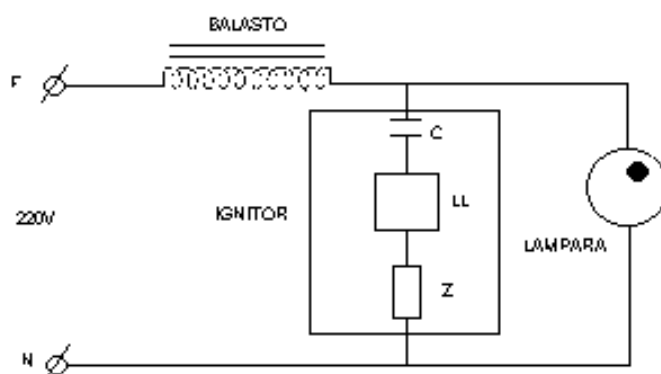
Es el sistema de ignición más económico de los comercializados y en la mayoría de los diseños, se debe colocar el balasto y el ignitor cerca de la lámpara. Es el sistema más difundido en nuestro país.



LL = Llave electrónica
 C = Capacitor
 Z = Impedancia

- Ignitores de impulso, de tipo paralelo

El ignitor es de 2 polos y se conecta en paralelo con la lámpara. El balasto está expuesto a los pulsos de alta tensión, por lo tanto debe ser tenido en cuenta en su construcción. La tensión necesaria se alcanza por medio de circuitos multiplicadores de tensión o transformadores de pulsos. Este tipo de circuitos generalmente se utiliza para lámparas que requieren pulsos de alta tensión inferiores a 1000 V y pueden colocarse lejos de la lámpara.

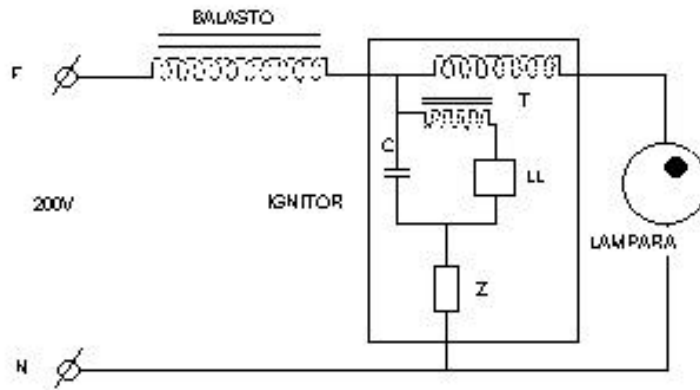


C = Capacitor
 LL = Llave electrónica
 Z = Impedancia

- Ignitores serie

El ignitor es de 3 polos, uno de ellos va conectado al punto común de lámpara y línea, el otro al contacto central de la lámpara y el tercero al balasto. Utilizan un transformador de pulsos cuyo primario recibe las descargas del capacitor y las transforma en pulsos de alta tensión. El secundario del transformador conduce directamente la corriente de la lámpara, ya que esta conectado en serie con la misma. Las dimensiones del transformador de pulsos dependen de la corriente de la lámpara y de la altura y ancho del pulso. Pueden manejar hasta 100 KV de pulso y 60 Ampere de corriente. En la única parte del circuito que aparecen los pulsos de alta tensión es en el

conductor que va desde el ignitor hasta la lámpara, por lo tanto el balasto no está sometido a dichos pulsos, no requiriendo construcción especial. Por el tipo de conexión es compatible con cualquier balasto. Admite una capacidad dispersa de 100 a 200 pF. Debido a que no utilizan la derivación del balasto, pueden instalarse los ignitores cerca de la lámpara y los balastos a distancia.



- C = Capacitor
- LL = Llave electrónica
- Z = Impedancia
- T = Transformador de alta tensión

- Ignitor Temporizado

Los ignitores normales, tipo derivación, paralelo o serie, emiten pulsos de alta tensión desde que se aplica la tensión de línea hasta que enciende la lámpara. Si la lámpara se encuentra agotada o no está colocada en el circuito, el ignitor emite pulsos en forma continua. La alta tensión que produce, deteriora la aislación propia y del resto del circuito sobre la que se aplica dicha alta tensión.

En los ignitores tipo derivación y paralelo la alta tensión cae sobre el bobinado del balasto, el ignitor, los cables hasta la lámpara y sobre el portalámpara.

En los ignitores tipo serie, la alta tensión se aplica sobre el ignitor, los cables hasta la lámpara y sobre el portalámpara.

Para evitar que durante una operación prolongada del ignitor, se deterioran los componentes antes detallados, existen los ignitores temporizados que luego de un cierto tiempo de actuación, cesan su funcionamiento.

El tiempo de actuación que se utiliza es normalmente de:

- a) para lámparas de Sodio Alta Presión = 1 minuto.
- b) para lámparas de Mercurio Halogenado = 15 minutos.

Estos períodos tienen que ver con el tiempo que requieren las distintas lámparas para re-encender luego de un breve corte de energía.

Los ignitores temporizados dejan de funcionar luego del tiempo programado y de esta forma se evitan:

- a) los envejecimientos de las aislaciones y de los componentes del ignitor.
- b) los ruidos de radiofrecuencia que provocan los ignitores al emitir los pulsos de alta tensión.

- Reencendido Instantáneo

El encendido instantáneo, en cualquier etapa del periodo de enfriamiento de la lámpara, es posible utilizando fuentes luminosas especiales.

Debido a la alta tensión de ignición necesaria (20 a 70 KV) no puede ser utilizado en todos los tipos de luminarias. Se debe proveer una aislación adicional, montando los porta lámparas sobre soportes aislados y considerando la distancia aislante y longitudes de contorno sobre las partes metálicas y partes bajo tensión.

Los ignitores utilizados son del tipo serie. El elemento que almacena energía es un capacitor. Como llave se utiliza normalmente electrodos con chispa al aire, que producen un considerable número de pulsos por cada medio ciclo de la tensión de red. La tensión primaria es transformada por medio de un transformador de pulsos. Esta tensión secundaria se transmite a una bobina tesla a través de los electrodos de chispa.

Un circuito de tiempo incorporado, condiciona la ignición a unos pocos segundos (normalmente 2 segundos), ya que una lámpara en buenas condiciones puede reencender en 0.1 segundos.

Instalación

Balastos

Los ignitores tipo serie pueden ser utilizados con cualquier balasto que cumpla los requerimientos de las lámparas. Los ignitores de impulso, tipo derivación, que utilizan al balasto como un transformador de pulsos, deben especificarse para cada caso, ya que el balasto forma parte del circuito de ignición, siendo de gran importancia la posición de la derivación. En este caso el balasto debe diseñarse considerando que esta expuesto a los pulsos de alta tensión. Cuando se utilizan autotransformadores de dispersión, cumpliendo la función de balasto, la tensión de circuito abierto de los mismo es normalmente más alta que la tensión de línea. Por lo tanto salen fuera del rango de tensión de operación de los ignitores convencionales, en estos casos deben diseñarse especialmente.

Portalámparas

Normalmente el ignitor se instala en la caja porta equipos de las luminarias, en conjunto con los balastos y los capacitores. El calor irradiado por las lámparas, en algunos casos, también influye, en la temperatura ambiente de la luminaria donde se aloja e ignitor. Esta temperatura no debe sobrepasar los 60°C.

Se debe recordar que en los ignitores tipo serie, circula la corriente nominal de la lámpara, por el secundario del transformador de pulsos , durante la operación estable. En caso de sobrepasarse los límites de temperatura se producen envejecimientos prematuros de los componentes.

Distancia a la lámpara y conductores

Normalmente, los ignitores deben colocarse cerca de la lámpara. La distancia depende de la capacidad de carga, la cual está determinada por la capacidad propia del cable utilizado. (Normalmente de 70 a 100 pF por metro). Esta capacidad aparece en paralelo con la lámpara y absorbe una parte del impulso, por lo que reduce la eficiencia del ignitor. Algunos ignitores pueden ser diseñados especialmente, para trabajar a una distancia de 20 metros de la lámpara. En la selección de los cables, se debe considerar la aislación suficiente para soportar los pulsos de alta tensión. Para ignitores con un alto de pulsos hasta 4,5 KV es aceptable utilizar un cable de aislación de 1000 V de corriente alterna.

Conexiones

Se deben realizar muy buenos contactos en las conexiones de los terminales. Con malas conexiones, por ejemplo alta resistencia de contacto, se pueden crear pequeños arcos sostenidos. El calor generado localmente causa la degradación de los materiales aislantes y el ignitor se puede destruir.

Fiabilidad

Los ignitores son circuitos electrónicos, por lo tanto más que de vida o duración se debe hablar de fiabilidad. La fiabilidad de un producto es un concepto estrechamente ligado a la calidad del mismo, y nos indica las expectativas de que el mismo funcione correctamente durante el período de tiempo denominado “vida útil”.

La vida útil esta determinada por la de cada uno de sus componentes y la fiabilidad total será establecida por el producto de las confiabilidades técnicas de cada una de ellos.

En electrónica en general es normal establecer como dato de fiabilidad el “Tiempo Medio Entre Fallas” (MTBF), entendiéndose como tal el valor medio entre dos fallas consecutivas. Así la fiabilidad indicará una determinada probabilidad de que una falla aparezca en un determinado tiempo.

Existen factores indicadores que afectan la vida útil de los dispositivos electrónicos:

- Sobre tensiones que se presentan en las redes de alimentación como transitorios, originados por factores atmosféricos y sobretensiones de maniobra.
- Alta temperatura, dado que el emplazamiento de los dispositivos no es posible efectuarlo siempre en el lugar más adecuado desde el punto de vista de la disipación térmica del calor.

La fiabilidad aumenta cuando menor es el número de componentes que intervengan en los circuitos.

1.2.5. Transformadores

Dispositivo que permite adaptar, la tensión de la red a la necesaria para operar lámparas de filamento, generalmente halógenas de baja tensión como por ejemplo las dicróicas.

La vida útil de una lámpara microrrefleitora incandescente halógena y su eficiencia, dependen fundamentalmente de un buen transformador. Los mismos pueden ser electromagnéticos o electrónicos. Los electromagnéticos deben tener excelentes características de regulación y baja temperatura de trabajo.

Los electrónicos convierten los 220 V de línea en una tensión alterna de alta frecuencia y luego por medio de un transformador entregan una tensión de 12 Vef.

En este tipo de transformadores se debe tener especial cuidado que no se produzcan picos durante el encendido, pues acortan la vida de la lámpara. Además, necesitan presentar buenas características de regulación, supresión de radiointerferencias y protección frente a corto circuitos en la salida.

Ventilación

Son lámparas sensibles al calor por lo que no se deben superar los 200°C en los contactos y los 150°C en los cables de conexión.

Si se superan estos límites, además de reducir la vida de la lámpara, se pueden afectar los cables, el zócalo y el transformador.

Instalación

Debe existir un excelente contacto eléctrico entre la lámpara, el zócalo y el transformador, de esta forma se evitan los recalentamientos localizados y las caídas de tensión. Se deben utilizar cable para alta temperatura de una sección adecuada.

Dimming - Regulación de flujo luminoso

Con estas lámparas se puede regular el flujo luminoso por medio de dimmers. Dado que la luminosidad es una función controlada dentro de los límites de temperatura impuestos para que se cumpla el ciclo del halógeno, ésta es la única limitación que se debe tener en cuenta para el uso de dimmers.

En ensayo con dimmers se obtienen los siguientes valores:

Flujo luminoso %	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Potencia absorbida en %	0 29 42 53 62 69 76 83 89 95 100
Tensión aplicada en %	0 46 58 67 74 79 84 89 93 97 100

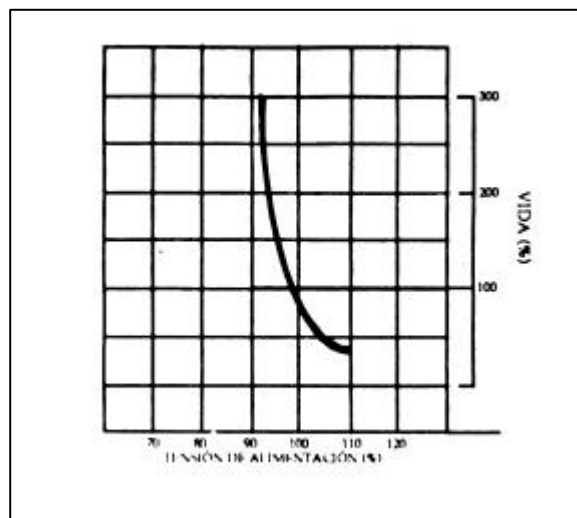
La estabilidad de ciclo halógeno se asegura hasta llegar a 85% del valor de temperatura del filamento. Se llega hasta esta temperatura con tensiones aplicadas entre el 58 y 67% (20/30% de flujo luminoso). Con temperaturas de filamento inferiores al 85% no se mantiene el ciclo halógeno, pero la temperatura es tan baja, que no hay vaporización de wolframio, por lo tanto no existe la posibilidad de ennegrecimiento de la ampolla. Se obtiene así un ciclo donde en ningún caso se ennegrece la ampolla ya sea porque o bien se cumple el ciclo halógeno o bien no hay átomos de wolframio del filamento.

Sobretensiones – Tensión de alimentación

La vida útil muy prolongada que tienen estas lámpara puede verse acortada drásticamente si no se les provee una tensión de alimentación adecuada.

Las sobretensiones influyen negativamente en las expectativas de vida esperada

En el gráfico puede observarse que un 10% de incremento en la tensión de alimentación reduce la vida de la lámpara en un 70%, Esto debe tenerse especialmente en cuenta para los transformadores multilámparas, pues en el caso de que una o más de éstas se quemen, si el transformador no tiene una buena regulación , se producen sobretensiones que afectan a las que permanecen encendidas.



1.2.6 Normas de aplicación para los componentes del equipo complementario de iluminación

- Balastos

Balastos para lámparas fluorescentes.

IRAM 2027

IEC 60920-60921

Balastos electrónicos alimentados por corriente alterna para lámparas fluorescentes.

IRAM 2465-1/2

IEC 60928-60929

Balastos para lámparas de Mercurio de Alta Presión.

IRAM 2312

IEC 60922-60923

Balastos para lámparas de Sodio de Alta Presión.

IEC 60922-60923

Balastos para lámparas de Mercurio Halogenado.

IEC 60922-60923

Balastos para lámparas de Sodio de Baja Presión.

IEC 60922-60923

- Capacitores

Capacitores para alumbrado.

IRAM 2170-1/2

IEC 61048-61049

- Arrancadores

Arrancadores de destello para lámparas fluorescentes.

IRAM 2124

IEC 60155

- Ignitores

Ignitores para lámparas de Sodio Alta Presión y Mercurio Halogenado

IEC 60926-60927

- Transformadores

Transformadores para lámparas halógenas.

IEC 60742

2. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES.

2.1 GENERALIDADES

Durante miles de años la llama fue la única fuente de luz artificial con que contó el ser humano para prolongar su actividad durante el tiempo de ausencia de luz solar.

Hacia fines del siglo pasado se pudo desarrollar una lámpara que por medio del pasaje de corriente eléctrica a través de un filamento que llegaba a la incandescencia producía radiación visible. A través de los años, con el desarrollo tecnológico de los materiales, se pudo lograr mayor vida útil y rendimiento en lámparas de este tipo.

La lámpara incandescente ha sido hasta hace pocos años la fuente de luz artificial de mayor uso en alumbrado interior. Sin embargo, a pesar de los progresos, esta lámpara es de muy baja vida útil, entre 1000 y 2000 horas según el tipo y además de muy bajo rendimiento en lúmenes por Watt pues la mayor potencia entregada al filamento se convierte en radiación infrarroja no visible.

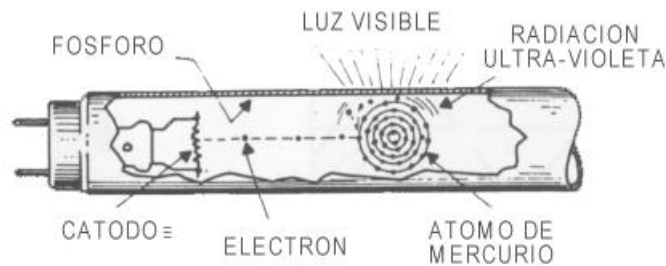


Lámpara incandescente

Cerca de mediados de este siglo se logró desarrollar comercialmente una denominada lámpara fluorescente constituida por un tubo de vidrio dentro del cual se coloca gas inerte y mercurio a baja presión. La lámpara posee dos cátodos, uno en cada extremo, entre los cuales circula una corriente eléctrica. En este arco los electrones de la órbita superior de mercurio son excitados a un nivel superior de energía por electrones que chocan contra ellos; cuando vuelven a su nivel original emiten un fotón de radiación ultravioleta. Este fotón choca contra la pared de vidrio que está recubierta interiormente con un material fluorescente que, al ser excitado, produce radiación visible.

Mediante este principio de funcionamiento se ha logrado una mayor vida útil de la lámpara y mejor rendimiento en lúmenes por Watt que el obtenido con la lámpara incandescente.

Muchos han sido los progresos logrados en el desarrollo de las lámparas fluorescentes. Hasta hace poco tiempo las lámparas fluorescentes tenían un tubo de 38 mm de diámetro y la más difundida era la de 40 W. Nuevos desarrollos han permitido disminuir el diámetro de la lámpara a 26 mm y su potencia a 36 W sin desmedro de la cantidad de lúmenes emitidos, es decir que en estas nuevas lámparas el rendimiento en lúmenes por Watt es mayor que en las tradicionales.



Lámpara fluorescente

La lámpara fluorescente no puede conectarse directamente a la red pues, como todo dispositivo de descarga gaseosa, presenta una característica de resistencia negativa que hace que, conectada a una tensión superior a la del arco, conlleva un aumento limitado de corriente que produce su inmediata destrucción. Por lo tanto se requiere un equipo complementario conectado entre la red y la lámpara, que conocemos

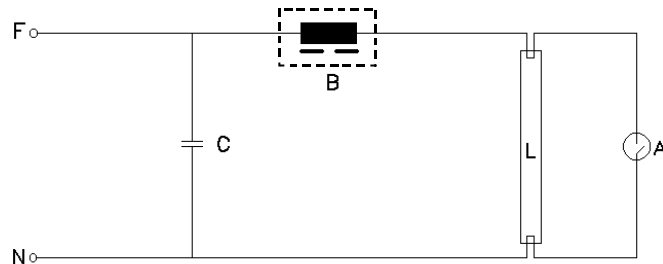
Normalmente un balasto está constituido por un arrollamiento de cobre en un núcleo magnético, ajustado a un valor de impedancia tal que limite la corriente de la lámpara a su valor adecuado. Este es el balasto tradicional **electromagnético**. Este mismo resultado puede conseguirse hoy en día con el dispositivo conocido con el nombre de **balasto electrónico** que, merced al avance de la electrónica y al desarrollo de componentes confiables y más económicos, torna este dispositivo en un producto económicamente amortizable.

2.2 Balastos Electromagnéticos

2.2.1 Equipos para lámparas tubulares fluorescentes operadas con arrancador.

a) Balasto inductivo.

El esquema de conexiones más usual es el que se indica en la figura:



Balasto inductivo

donde:

- C : Capacitor para corregir el factor de potencia
- B : Balasto inductivo
- L : Lámpara tubular fluorescente
- A : Arrancador para lámpara tubular fluorescente.

El balasto inductivo que debe cumplir con las características pautadas en la norma IRAM 2027/75, produce una corriente en atraso respecto de la tensión de red.

El factor de potencia (λ) dependerá de la potencia de la lámpara y su correspondiente balasto. En general su valor estará alrededor de 0,5. Para corregir este factor de potencia a valores 0,85 ó 0,9 debe colocarse un capacitor en paralelo con la línea de alimentación.

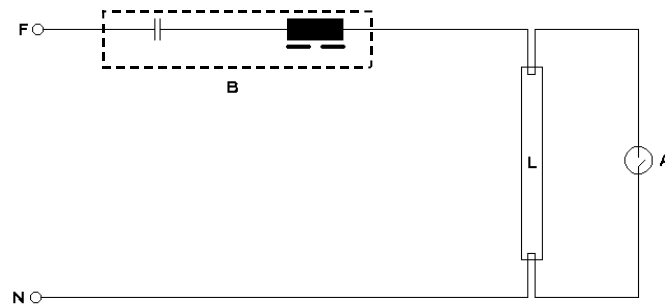
Para la elección del capacitor debe tenerse en cuenta:

- a) El valor necesario para corregir el coseno ϕ
- b) La tensión de trabajo
- c) La temperatura ambiente de operación.

El arrancador normalmente utilizado es del tipo de destellos.

b) Balasto capacitivo (autorregulado).

El esquema de conexiones es el indicado en la figura



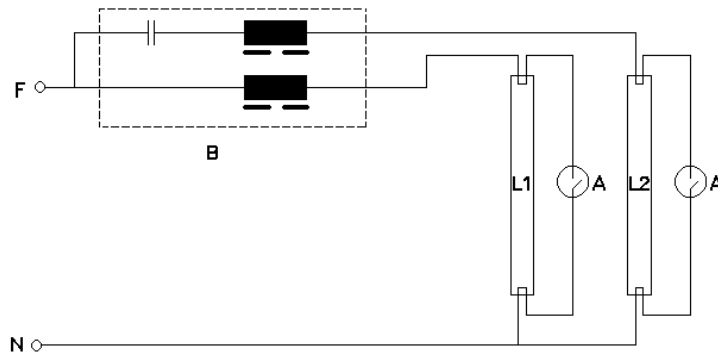
Balasto Capacitivo

En este caso el balasto está constituido por una impedancia inductiva y otra capacitiva conectadas en serie. Esto produce una corriente en adelanto de bajo factor de potencia (λ) que generalmente está en el orden de 0,5 capacitivo.

Debe tenerse en cuenta que el capacitor debe admitir la tensión de trabajo a la que va a estar sometido, la que generalmente es de alrededor de 440 Volt y su valor debe ser tal que, en combinación con el reactor, se obtenga la corriente de lámpara prevista

c) Balasto tipo adelanto-atraso (lead – lag)

El esquema de conexiones es el indicado en la Figura



Balasto adelanto-atraso (lead-lag)

Este balasto es para 2 lámparas tubulares fluorescentes y resulta de una combinación de los tipos anteriores.

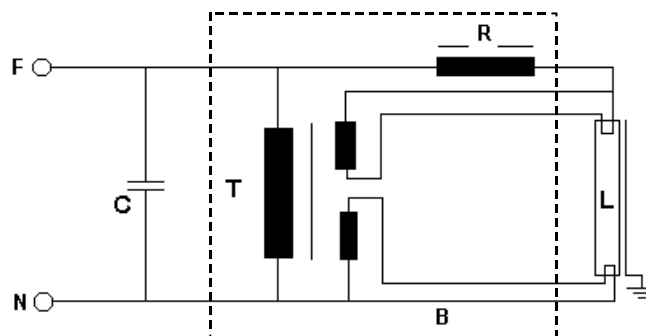
Permite obtener un alto λ en la línea (cercana 1) debido a que una rama funciona en adelanto y la otra en atraso.

Este balasto corrige el efecto estroboscópico ya que la corriente de lámpara L1 está en atraso con respecto a la de la lámpara L2. De este modo a la extinción del arco de una de ellas le corresponderá el máximo de la otra.

2.2.2 Equipos para lámparas tubulares fluorescentes sin arrancador (rapid-start)

a) Balasto Inductivo

El esquema de conexiones se indica en la Figura



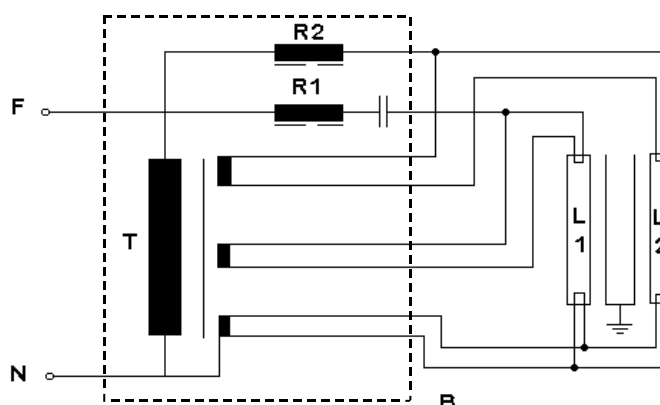
Balasto inductivo (rapid-start)

Este balasto para lámparas de tipo rapid-start está constituido por un transformador que caldea los filamentos de la lámpara para producir el arranque de la misma. Además, aplica la tensión de circuito abierto requerida para cada tipo de lámpara fluorescente.

En el caso del balasto para lámpara fluorescente de 105 W es necesario disponer de una tensión a circuito abierto de unos 350 Volt. Esto se logra mediante un acoplamiento magnético débil entre T y R (ver Figura) de modo tal que R actúa elevando la tensión a la vez que limita la corriente de funcionamiento.

Es importante recordar que debe colocarse a lo largo de la lámpara una tira metálica conectada a tierra para asegurar el arranque de la misma.

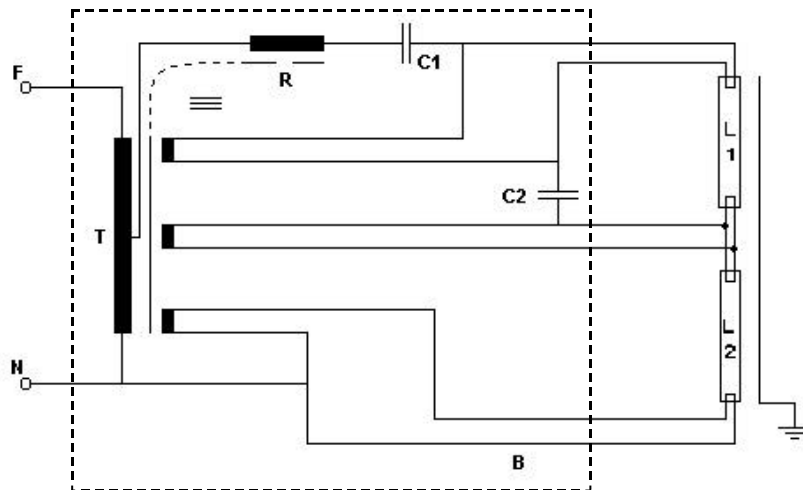
b) Balasto adelanto-atraso (lead-lag)



Balasto adelanto- atraso (leag-lag)

El transformador T caldea los cátodos de las lámparas. El arco de la lámpara L1 es alimentado por una corriente en adelanto y el de la lámpara L2 por una en atraso. Esta combinación permite lograr un alto factor de potencia en la línea y corregir el efecto estroboscópico.

c) Balasto serie-secuencia



Balasto serie-secuencia

Este balasto está constituido por un autotransformador con acoplamiento débil entre T y R.

La corriente de arco de las lámparas está regulada por la reactancia de dispersión de R y el capacitor C1.

Este circuito permite obtener muy buenas condiciones de arranque, al ser aplicada toda la tensión de circuito abierto a la lámpara L2 a través del capacitor C2. Una vez que la lámpara L2 encendió, la caída de tensión producida sobre C2 producirá el encendido de la lámpara L1.

Otras ventajas que se obtienen con este balasto son la muy buena regulación de la potencia en lámpara ante las variaciones de la tensión de línea y la imposibilidad de que se produzca el efecto de rectificación (conducción en un solo sentido por uno de los cátodos fríos) debido a la presencia del capacitor C1 en serie con las lámparas L1 y L2.

2.2.3 Equipos para lámparas fluorescentes compactas

En iluminación el uso racional de la energía es tema de constante estudio ya que el porcentaje consumido en este campo es cada vez más importante. Esto da lugar a la aparición de nuevas fuentes de luz más eficientes.

Una de ellas son las Lámparas Fluorescentes Compactas que reemplazan en muchos casos a las incandescentes, reduciendo el consumo eléctrico que se transforma en calor, aumentando su expectativa de vida y disminuyendo los costos de mantenimiento y reposición.

Las ventajas que ofrece son:

- Mínimo consumo de energía eléctrica.
- Menor temperatura de funcionamiento que una incandescente equivalente.
- Duración de vida 5 veces mayor que una incandescente.
- Menor depreciación luminosa.

a) Equipos para lámparas fluorescentes compactas de Tipo S (simples).

Las lámparas son dos tubos paralelos unidos en un extremo en forma de U (Dulux S/Osram) o en forma de H (PL-S/Philips) de 12,5 mm de diámetro. Poseen un casquillo especial, denominado G 23, dentro del cual se encuentra el arrancador con su correspondiente capacitor para evitar radiointerferencias, por lo tanto es una lámpara bi-pin (2 contactos). En los extremos del tubo están alojados los filamentos. Cada uno de ellos está unido al arrancador, mientras que el extremo restante está conectado al contacto exterior, todo esto dentro del casquillo plástico de la lámpara.

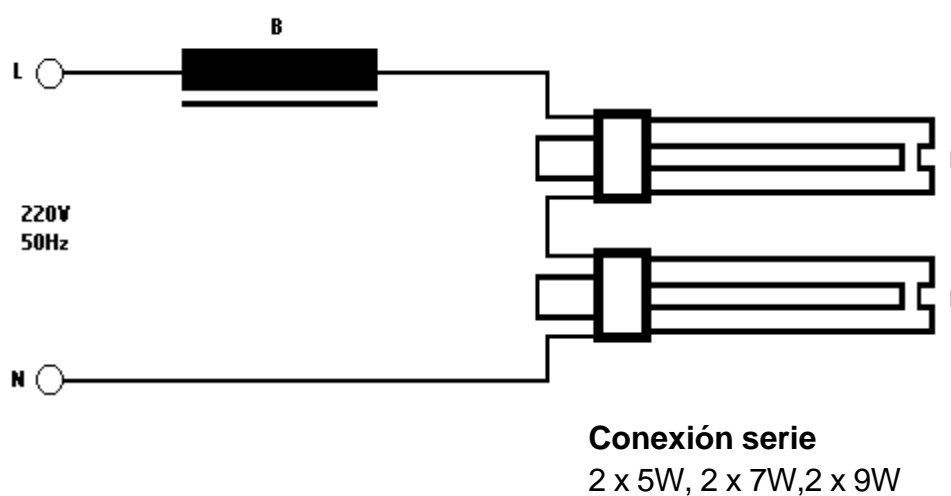
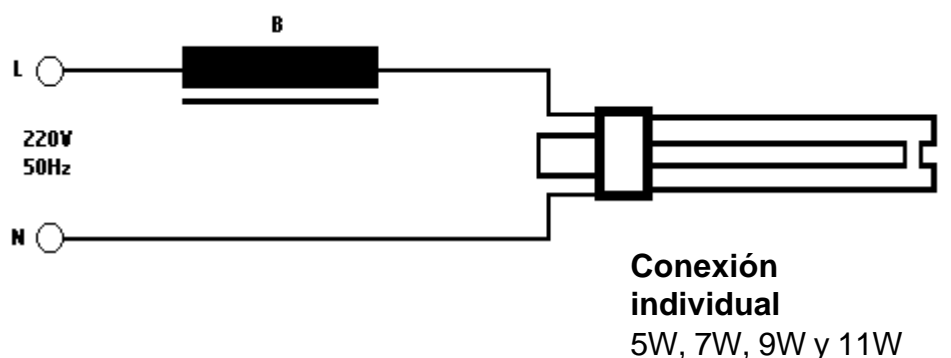
Los balastos se conectan en serie con la lámpara y le proporcionan las características de encendido y funcionamiento que estas necesitan. El arrancador incorporado en el casquillo, completa el circuito de encendido.

Las lámparas de 5, 7, 9 y 11 W pueden operar con un mismo balasto de tipo universal para 220 V/50 Hz. Los balastos se diseñan para una lámpara de 7 W y se utilizan para 5, 7, 9 y 11 W.

Dos lámparas de 5, 7 y 9W pueden ser conectadas en serie, con un solo balasto, para una tensión de alimentación de 220V. De esta forma se reduce la influencia del costo del equipo auxiliar y se aumenta el rendimiento lumínico. Las de 11W no se pueden conectar de esta forma, debido a que poseen una elevada tensión de arco.

Para la conexión serie 2 x 5W, 2 x 7W y 2 x 9W debe utilizarse el balasto diseñado a tal efecto.

Los diagramas de conexiones utilizados son:



Estas configuraciones pueden ser con alto factor de potencia, utilizando un capacitor en paralelo con la línea.

También se utilizan adaptadores para reemplazo directo de lámparas incandescentes, con balasto incorporado: poseen en un extremo una rosca Edison E 27 que permite insertarlo en el portalámparas. En el otro extremo se encuentra el zócalo para la lámpara.

En razón de que las lámparas fluorescentes compactas tienen arrancador incorporado, no es posible la regulación de su flujo luminoso a través de dimmers ni usarlas con equipos de alumbrado de emergencia ni con balastos electrónicos. **Para estas aplicaciones se debe usar lámparas de 4 pines sin el arrancador incorporado.**

b) Equipos para lámparas de Tipo “D” (dobles)

Son lámparas fluorescentes compactas dobles. Presentan 4 tubos paralelos de 12,5 mm de diámetro (Dulux D/Osram - PLC/Philips). Poseen un casquillo especial denominado G 24, dentro del cual se encuentra el arrancador, con su correspondiente capacitor.

Las lámparas de 10 y 13W pueden operar con el mismo balasto que se utiliza para 2 x 5W, 2 x 7W ó 2 x 9W. Para las de 26W se puede utilizar el mismo balasto que se emplea para lámparas tubulares fluorescentes de 20W. En el caso de 18W el balasto es especial para esta lámpara y no debe usarse el balasto normal de 20W. Las lámparas dobles se proveen con arrancador incorporado (2 pines) o sin el arrancador (**4 pines**). **En este último caso las lámparas se deben usar con balastos electrónico y son aptas para hacer dimming y para usar con equipos de alumbrado de emergencia.**

c) Equipos para lámparas Tipo “L”

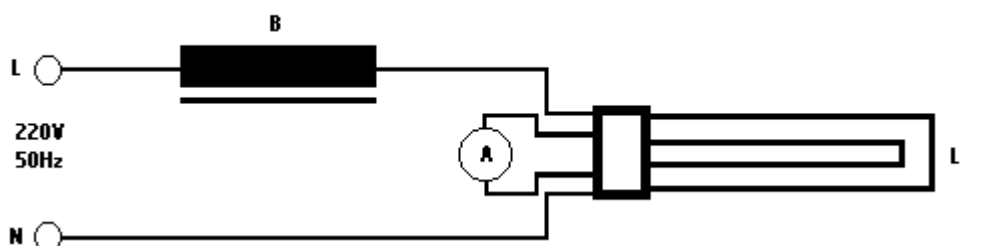
Son dos tubos paralelos unidos en un extremo en forma de U (Dulux L /Osram) o en forma de H (PL/Philips) de 17,5 mm de diámetro. Poseen un casquillo especial denominado G32. Es una lámpara con 4 pines para su conexión al equipo auxiliar y red.

Por consiguiente no tienen arrancador incorporado. Poseen características lumínicas y eléctricas similares a las lámparas tubulares fluorescentes convencionales de la misma potencia.

Se pueden utilizar los balastos correspondientes a las lámparas fluorescentes tubulares convencionales de 20W para 18W y 24W y el de 40W para 36W.

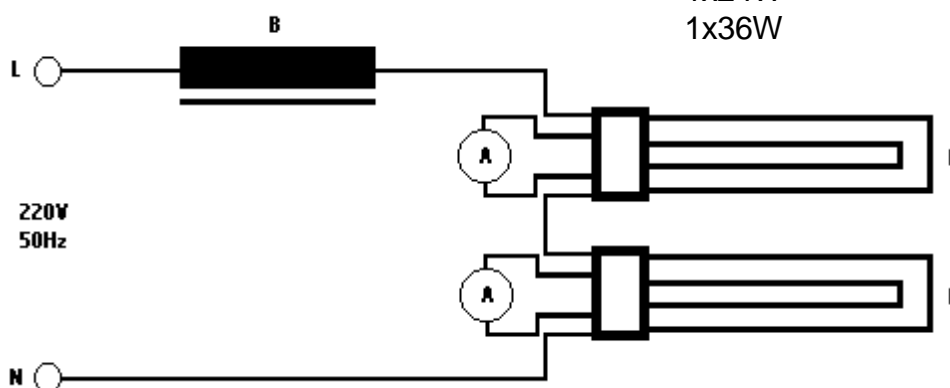
Utilizando un balasto de 40W pueden conectarse en serie 2 lámparas de 18W.

Los diagramas de conexión a utilizar son:



Conexión simple

1x18W
1x24W
1x36W



Conexión serie

2 x 18W con un
balasto de 40W.

Dado que sus filamentos poseen conexión exterior y no tiene arrancador incorporado se puede regular el flujo luminoso de estas lámparas o usarse con balasto electrónico y con equipo para iluminación de emergencia.

d) Equipos para lámparas de Tipo “T” (triples)

Están formadas por 6 tubos paralelos unidos de a pares en un extremo. Poseen casquillo G24. Su longitud es de 2/3 de la lámpara “D” equivalente.

Las de tipo T son de 18W y 26W, poseen el arrancador en el casquillo y utilizan los mismos balastos convencionales que las lámparas “D” equivalentes.

Las de tipo T/E tienen 4 pines, no tienen arrancador incorporado y se utilizan con balastos electrónicos de 18, 26 y 32W.

e) Equipos para lámparas de tipo “F”

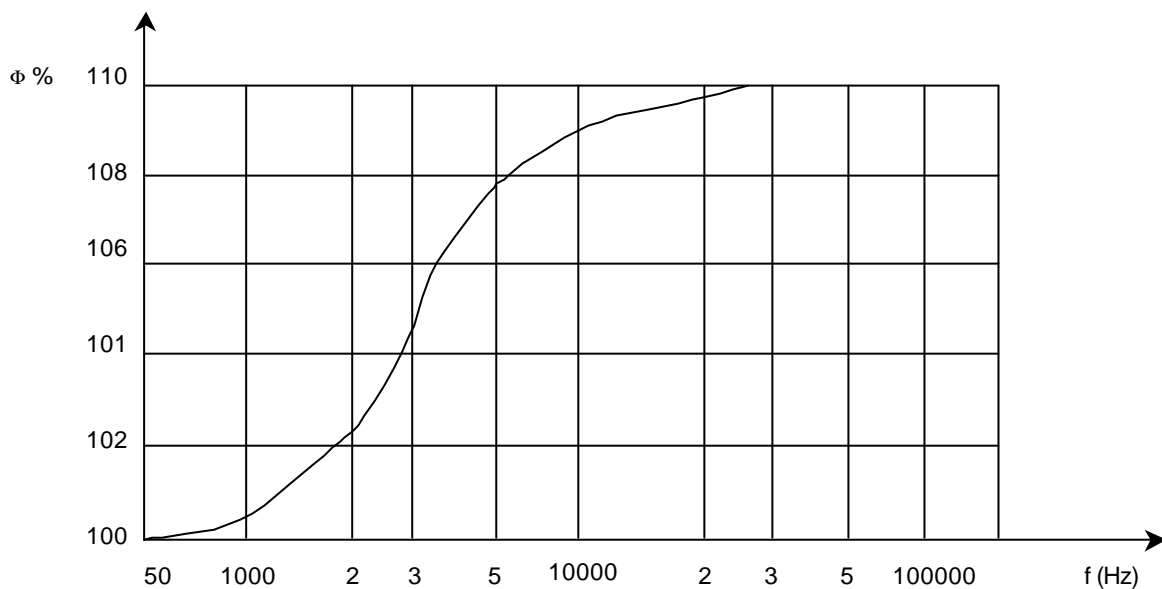
Están formadas por dos módulos de lámparas de tipo “L” en un mismo plano, por lo que para el mismo flujo luminoso se acorta su longitud a la mitad. Se fabrican en potencias de 18, 24 y 36W, no tienen arrancador incorporado y utilizan los mismos balastos que las lámparas “L” equivalentes.

2.3 BALASTOS ELECTRÓNICOS

2.3.1 Ventajas del Sistema

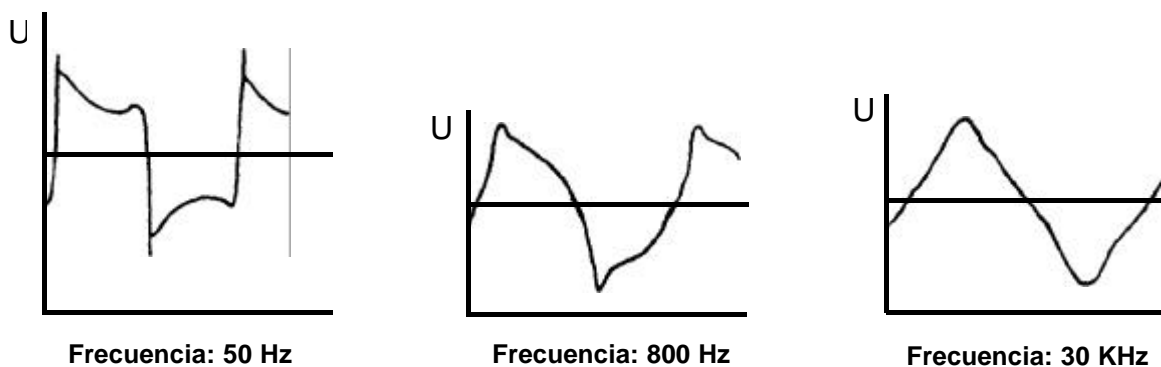
Siendo el tradicional balasto magnético un elemento sencillo, confiable y muy económico, será necesario analizar cuáles deberían ser las características del nuevo elemento propuesto para justificar su desarrollo.

La observación principal en la que se basa el nuevo principio de funcionamiento está diagramada en la figura siguiente: en ella podemos ver cómo un aumento de la frecuencia de alimentación de la lámpara produce un aumento del rendimiento de aproximadamente el 10%. Así podemos obtener un ahorro de energía por el sólo hecho de haber aumentado la frecuencia con que alimentaremos la lámpara.



Flujo luminoso en función de la frecuencia de la corriente de lámpara

Esta mejora de rendimiento se produce como consecuencia del cambio en la forma de la onda de tensión de arco, como puede verse en la Figura

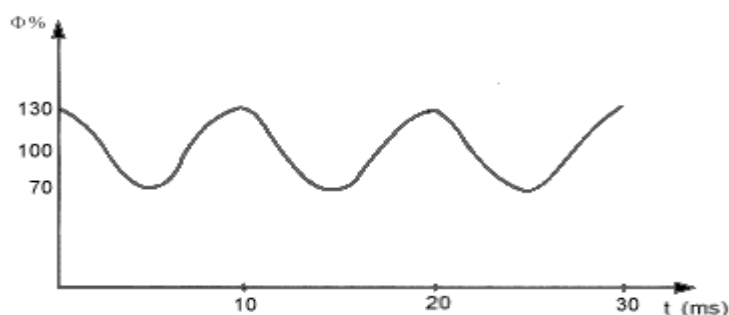


Curvas de tensión de arco en función de la frecuencia

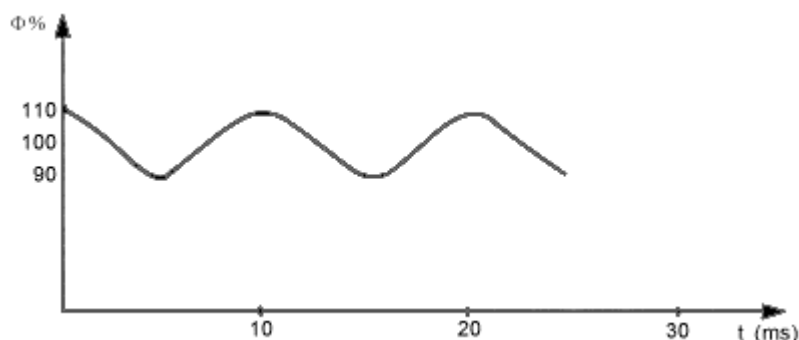
2.3.2 Otras ventajas del sistema propuesto

Eliminación del parpadeo. Cuando una lámpara fluorescente se alimenta con corriente de 50 Hz se puede observar en sus extremos un parpadeo o “flicker” capaz de producir irritación en la vista a personas que se encuentren en áreas periféricas de la iluminación. Utilizando alta frecuencia este parpadeo se elimina por completo.

Disminución de la ondulación o fluctuación de nivel de flujo lumínico instantáneo. Cuando se trabaja con 50 Hz el arco eléctrico se extingue a razón de 100 veces por segundo, por lo tanto, el nivel de iluminación pasa por un máximo y llega a un mínimo que produce una fluctuación alrededor del nivel medio del 30%. Esta fluctuación del nivel de iluminación produce lo que denominamos efecto estroboscópico en las máquinas que trabajan en sincronismo con la frecuencia de la red. Con un balasto electrónico este nivel de fluctuación puede reducirse sustancialmente y es, prácticamente, imperceptible.



Fluctuación del nivel de luz con balasto electromagnético



Fluctuación del nivel de luz con balasto electrónico

Disminución del zumbido. Todo balasto magnético produce normalmente un zumbido de 100 Hz producido por el campo magnético de esa misma frecuencia que se genera en las laminaciones del núcleo. En el balasto electrónico, al trabajar a alta frecuencia, se elimina todo tipo de ruido audible pues estas frecuencias no son captadas por el oído humano.

Disminución de las pérdidas. Como consecuencia del aumento de la frecuencia de operación, los elementos para controlar la corriente de la lámpara disminuyen de volumen y, consecuentemente se reducen las pérdidas que producen.

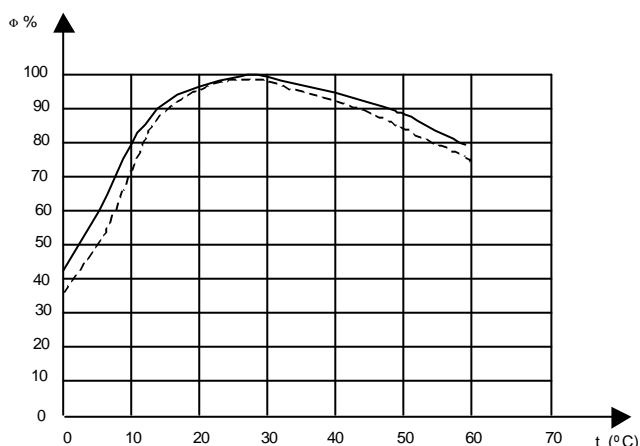
Cabe aclarar que el núcleo magnético usado en el balasto electrónico es de material cerámico, pequeño y de baja pérdida.

Depreciación lumínica de la lámpara. Al operar con el balasto electrónico se logra un mayor rendimiento, la lámpara demanda menor potencia eléctrica para el mismo nivel de luz, y por lo tanto, las paredes de las lámparas trabajarán más frías, es decir, habrá menor carga térmica sobre la pared y una menor depreciación lumínica durante la vida de la lámpara.

Factor de disminución de flujo por la temperatura de la lámpara. Las lámparas fluorescentes presentan su mayor rendimiento trabajando en ambientes de 25°C. Como estas lámparas están colocadas en artefactos que almacenan parte del calor generado por ellas, el resultado es un aumento de la temperatura de las zonas cercanas a las paredes de la lámpara, con lo que se disminuye el rendimiento de lúmenes por Watt.

Cuando se trabaja con un balasto electrónico disminuye la potencia puesta en juego con lo que disminuirá la temperatura del artefacto y por ende la de la lámpara.

Por otra parte, a alta frecuencia la disminución del rendimiento por temperatura es menor que en 50 Hz. Esto puede observarse en la Figura donde se aprecia que una lámpara trabajando en 50 Hz y a una temperatura de 40°C en el recinto de la luminaria tiene un factor de depreciación de 0,92 mientras que a 30 KHz y a una temperatura de 35°C (por ser menos la potencia disipada) el factor de depreciación es de 0,96.



— Balasto electrónico (-30 KHz)
 ---- Balasto electromagnético (-50 Hz)

Flujo en función de la temperatura del recinto de la lámpara

2.3.3. Análisis comparativo del rendimiento de una lámpara fluorescente de 36 w

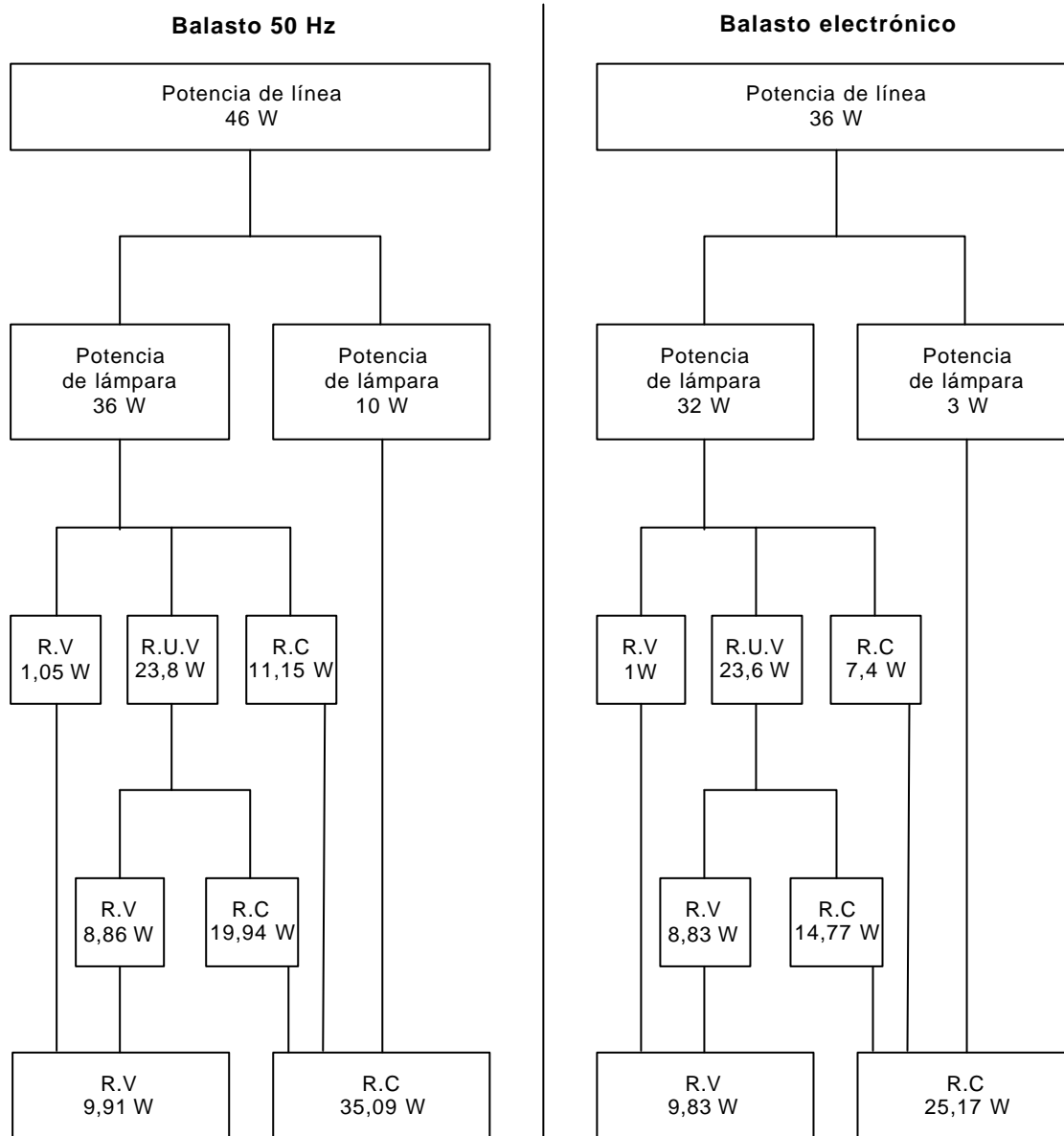
En la tabla siguiente podemos ver el comportamiento de una lámpara operando con un balasto de 50 Hz a la cual se le entregan 36 W, y el de la misma lámpara operando con un balasto de alta frecuencia a la cual se le entregan 32 W. La mejora así obtenida es del 33%.

Suponemos un rendimiento de la lámpara trabajando a 50 Hz de 80 lm/W

Lámpara 36 W

BALASTO	50 Hz	30 Hz
P_L : Potencia en lámpara (W)	36	32
η : Rendimiento de la lámpara (lm/W)	80	88
ϕ_L : Flujo de lámpara (lm) $\phi = P_L \times \eta$ a 25°C	2880	2816
α : Factor de temperatura (ver 15.4.6)	0,92 a 40°C	0,98 a 40°C
ϕ_U : $P_L \times \alpha$ a temperatura de luminaria	2650 a 40°C	2760 a 35°C
P_B : Pérdidas del balasto (W)	9	3
P_T : Potencia de línea (W) $P_T = P_L + P_B$	45	35
η_T : Rendimiento total (lm/W) $\eta_T = \phi_U / P_T$	58,89	78,86
Aumento de eficiencia $\frac{\eta_T(30\text{kHz}) - \eta_T(50\text{Hz})}{\eta_T(50\text{Hz})} \times 100$		+34%

2.3.4. Distribución de la potencia de entrada entre energía lumínica y energía calórica



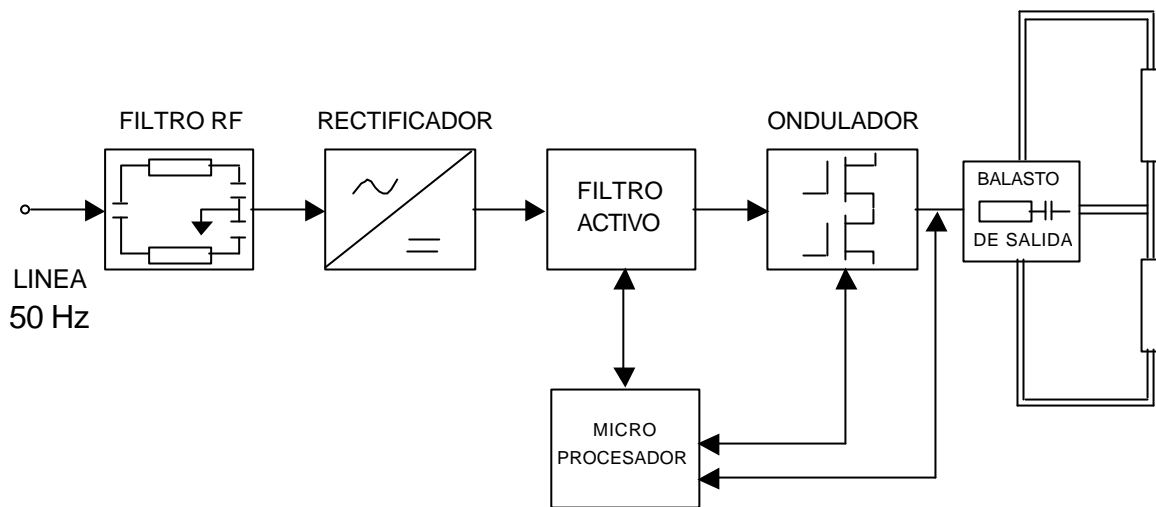
R.V.: Radiación Visible

R.U.V.: Radiación Ultra-violeta

R.C.: Radiación calórica

2.3.5 Balasto electrónico de última generación

Diagrama en bloques



Esquema del balasto electrónico

Descripción

El microprocesador. El microprocesador es el cerebro del sistema de control del balasto electrónico. Hacia él llega la información de:

- Encendido o no de las lámparas.
- Cantidad de las mismas conectadas al balasto.
- Potencia de las lámparas.
- Corriente de lámpara.

Desde el microprocesador parten las siguientes ordenes electrónicas al resto del circuito:

- ◆ Control del tiempo de precaldeo de filamentos.
- ◆ Aplicación de alta tensión para el arranque de la lámpara.
- ◆ Apagado del circuito en caso de detectar lámpara agotada.
- ◆ Ajuste de la corriente de lámpara al valor requerido por la potencia y cantidad de lámparas conectadas

Balasto de salida

El balasto de salida debe ser capaz de controlar la corriente de la lámpara de acuerdo con el nivel de potencia que se quiera entregar a la misma. Esta corriente debe tener un factor de cresta (I_{pico} / I_{ef}) inferior a 1,7 pues es fundamental para lograr alta vida útil de la lámpara y aumentar el rendimiento. Otra función importante del balasto es la de proveer las condiciones de arranque adecuadas a la lámpara. Para ello, no deben producirse tensiones de pico elevadas en el momento del encendido que harían arrancar a la lámpara con los cátodos fríos; este arranque espúreo produce la expulsión de material emisor de los cátodos produciendo un rápido deterioro de la lámpara. Por ello es

necesario que primero se calienten los cátodos durante un tiempo controlado (0,9 s) para luego aplicar la alta tensión que hará encender las lámparas. Este tipo de encendido garantiza el cuidado de los cátodos lo que permite asegurar **50000 arranques** de la lámpara.

Ondulador

El ondulador transistorizado es el encargado de producir la conmutación de la tensión para provocar la corriente alterna de alta frecuencia que alimentará a la lámpara fluorescente. Tiene las siguientes tres características importantes:

a) La frecuencia de operación

La frecuencia de operación depende de la cantidad y tipo de lámparas conectadas. Su control es necesario para mantener acotada la cantidad de corriente de lámpara. En todos los casos la frecuencia es superior a 20 KHz para que no sea audible y también para alcanzar el máximo rendimiento de la lámpara.

b) El tipo de transistor que utiliza

Los transistores utilizados son del tipo MOS, que permiten una frecuencia de operación muy elevada con alto rendimiento en conmutación y bajo consumo para su excitación.

c) La etapa de control

Esta etapa la realiza el microprocesador y tiene por misión:

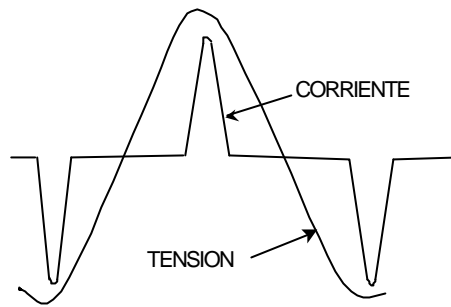
- Producir el arranque del ondulador cuando se aplica la tensión de red.
- Provocar el funcionamiento de la conmutación de los transistores para producir las condiciones adecuadas para el encendido y normal operación de la lámpara fluorescente.
- Cesar la excitación de los transistores del ondulador cuando la lámpara se haya agotado y no enciende. De no producirse este hecho los transistores del ondulador pueden sufrir calentamientos excesivos que los lleven a su destrucción.

Etapas rectificadora

La etapa rectificadora, convierte la corriente alterna de la red comercial en tensión continua para entregar al ondulador de potencia a tensión necesaria para su funcionamiento. La rectificación produce deformación en la corriente de entrada, con alto contenido de armónicas y bajo factor de potencia.

a) Corriente de entrada

La etapa rectificadora se complementa con un capacitor electrolítico que permite almacenar la energía eléctrica para evitar la denominada ondulación del nivel de luz emitido por la lámpara al operar con el balasto magnético. La presencia de este capacitor hace que por los diodos rectificadores no circule corriente sino hasta que el valor instantáneo de la tensión senoidal de la red sobrepase el valor de carga del capacitor. Por lo tanto, en un rectificador constituido por 4 diodos y 1 capacitor electrolítico la corriente tendrá una forma pulsante como muestra la Figura



Forma de onda de la corriente de entrada

b) Contenido de armónicas

La forma de onda a la que hicimos referencia tendrá un alto contenido de armónicas, especialmente la tercera, que puede llegar a valores superiores al 80% de la fundamental. Esta tercer armónica y sus múltiplos impares construirán en un sistema trifásico una corriente que no se compensará en el neutro y por lo tanto circulará por éste la suma de las 3 fases. En un sistema de lámparas de descarga la corriente en el neutro tiene por lo general un valor elevado a pesar de tener las fases equilibradas.

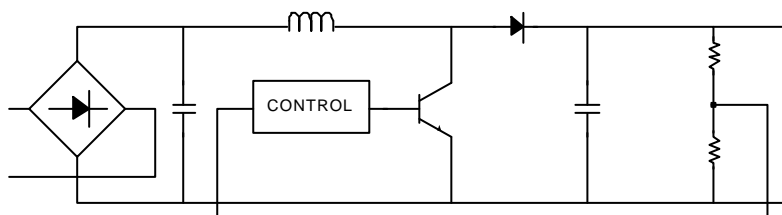
En el caso de usarse balastos electrónicos con estas características la corriente en el neutro tendrá un valor superior a la de la fase, aún estando éstas equilibradas. Si los conductores del neutro y los seccionadores no tienen suficiente capacidad de manejo para esta elevada corriente se producirán calentamientos en toda la instalación con los consiguientes deterioros.

c) Factor de potencia

Otra característica que presentará el balasto electrónico con corriente de entrada deformada será bajo factor de potencia, es decir que la relación entre la potencia activa consumida y la potencia aparente estará en un valor cercano a 0.5 debido al elevado valor eficaz de la corriente de entrada. En el balasto electromagnético convencional el factor de potencia también está en el orden de 0.5 pero en este caso es inductivo y posible de compensar mediante un capacitor conectado en paralelo sobre la red.

En un balasto electrónico cuyo circuito de entrada no es el adecuado, esta corriente es pulsante e imposible de corregir con un capacitor.

Filtro activo

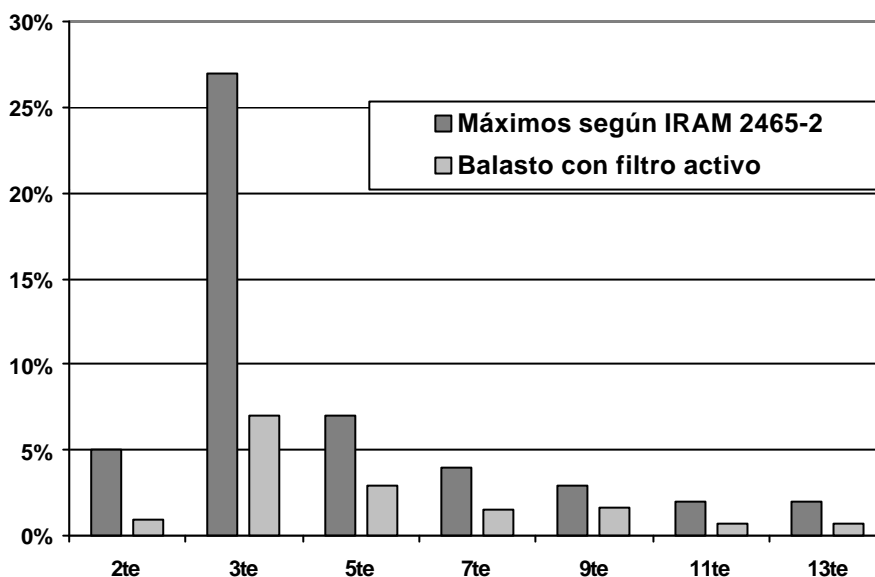


Esquema de filtro activo

Actúa como filtro de baja frecuencia para corregir la forma de onda de la corriente y elevar el factor de potencia. Se logra contenido de armónicas < 10% total y factor de potencia superior a 0,97.

El filtro consta de un inductor y un transistor accionado por un circuito integrado que controla la conmutación a alta frecuencia del transistor de potencia para mantener la tensión de salida constante y conformar una senoide casi perfecta de la corriente de entrada.

En el gráfico siguiente se muestra el bajo contenido de armónicas en la corriente de entrada de un balasto con el esquema de filtro activo.

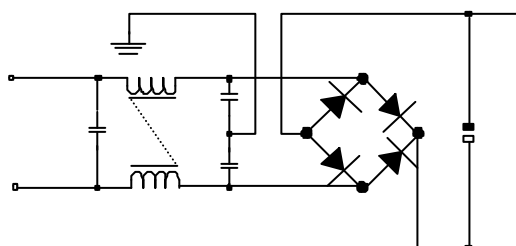


Diferencia entre los valores máximos según IRAM 2465-2 y un balasto con baja distorsión en el corriente de entrada .

Filtro de radiofrecuencia

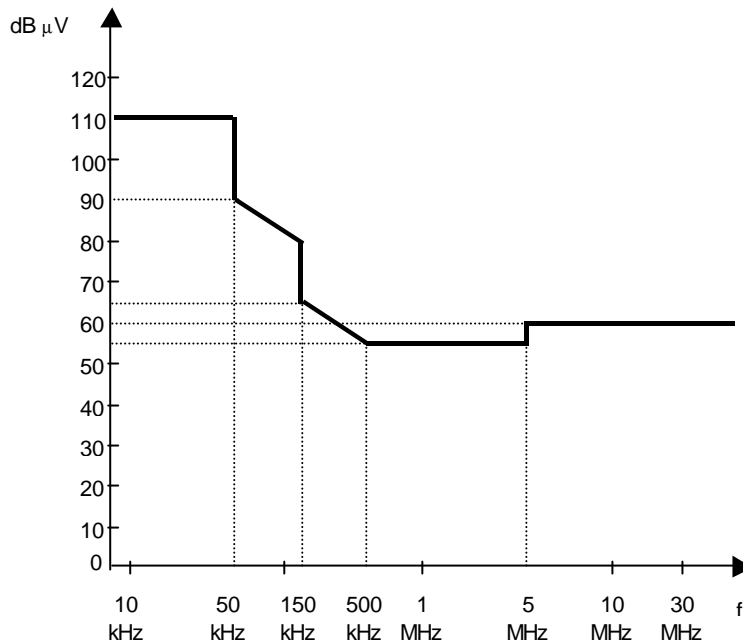
El hecho de que el balasto trabaje a frecuencias superiores a 20 KHz hará que se puedan inyectar hacia la red ruidos eléctricos, producidos por la conmutación de los transistores del ondulator, que pueden ocasionar dificultades en otros aparatos conectados a esa misma red la que, además, actuaría como antena emisora perturbando la recepción de ondas de radio.

La reinyección de radiofrecuencia debe limitarse mediante la incorporación de un filtro inductivo-capacitivo de alta frecuencia que permita eliminar los ruidos de modo común y de modo diferencial, como el especificado en la Figura



Esquema circuital para atenuar la radio-interferencia

En las normas europeas se establecen límites para el ruido de radiofrecuencia inyectado en la red por los balastos electrónicos.



Máxima radio-interferencia admisible

Límites de tensión perturbadora en los bornes de alimentación en la gama de 9 Hz a 30 MHz Según EN 55015/CISPR15

Gama de frecuencia	Límites en dB (μV) ¹⁾	
	Casi – cresta	Valor medio ⁴⁾
9 kHz a 50 kHz ³⁾	110	-
50 kHz a 150 kHz ³⁾	90 a 80 ²⁾	-
150 kHz a 0,5 MHz	66 a 56 ²⁾	56 a 46 ²⁾
0,5 MHz a 5 MHz	56	46
5 MHz a 30 MHz	60	50

NOTAS

En la frecuencia de transición se aplica el límite más bajo.

- 1 El límite decrece linealmente con el logaritmo de la frecuencia en las gamas 50 KHz a 150 KHz y 150 KHz a 0,5 MHz.
- 2 Los valores límite en el rango de frecuencias de 9 KHz a 150 KHz son considerados como "límites profesionales" que pueden ser modificados después de algunos años de experiencia.
En Japón los valores límite en el rango de frecuencias 9 KHz a 150 KHz no son aplicables.
- 3 Si es cierto que únicamente están presentes fuentes perturbadoras de banda ancha, entonces no es necesario realizar medidas de valor medio.
- 4 Si es cierto que únicamente están presentes fuentes perturbadoras de banda ancha, entonces no es necesario realizar medidas de valor medio.

Protección contra transitorios de línea

Una vez rectificadas la tensión de red, pasa a los componentes del circuito a las que también llegan las perturbaciones; por lo tanto, cuando se producen picos o transitorios en la tensión de red, éstos pueden ocasionar defectos irreversibles en los semiconductores.

Para evitar el deterioro en cadena de los balastos electrónicos instalados en una red que pueda ser objeto de picos transitorios de alta tensión, el balasto electrónico debe estar diseñado de manera que sea inmune a todo tipo de perturbaciones eléctricas, cumpliendo los requisitos de inmunidad de la norma IEC 1547.

Es recomendable, también, que la instalación esté provista en los tableros de distribución de los elementos de protección contra transitorios de línea y, sobre todo, fenómenos atmosféricos que son altamente destructivos. Estas protecciones no solo beneficiarán a los balastos electrónicos sino también a las computadoras, centrales telefónicas, capacitores y todos los elementos electrónicos y eléctricos conectados a la línea de tensión.

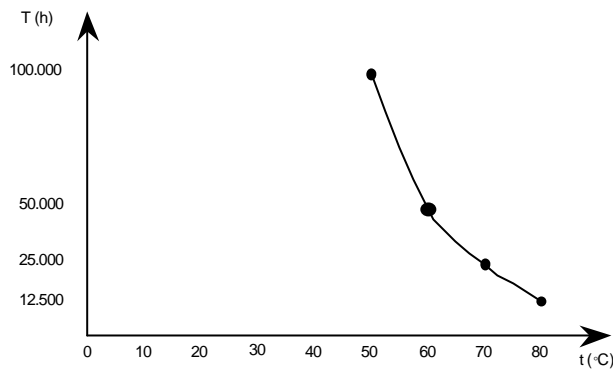
Vida y fiabilidad del balasto electrónico.

Es requisito indispensable que el balasto electrónico tenga una larga vida útil y alta fiabilidad y ello se logra con un buen diseño y el uso de componentes de alta calidad pues de ellos depende la competitividad que, en última instancia, tendrá con el tradicional balasto electromagnético. Téngase presente que el mayor costo del balasto electrónico sólo podría amortizarse a través de la ventaja que implica el ahorro de energía con una larga vida útil. Por otra parte, siendo el costo de mantenimiento un factor importante de toda instalación de alumbrado interior, la fiabilidad representa un factor muy importante en el momento de efectuar comparaciones.

2.3.6. Vida del balasto.

En el estado actual de desarrollo de los balastos electrónicos es normal especificar una expectativa de vida superior a las 50.000 horas. Esta cifra tiene varios elementos condicionantes pero el más importante es la temperatura de operación de los componentes electrónicos; por lo tanto, los balastos electrónicos deben tener marcada la temperatura de funcionamiento a la que se garantizará la vida útil esperada. Altas tensiones de red, luminarias herméticas, montaje defectuoso del balasto, pueden hacer que la temperatura de funcionamiento (t_c) exceda a la nominal y que se sobrepase la que el fabricante estipula para garantizar las 50.000 horas de uso, fijada por lo general entre 60 °C y 70 °C. Usando una regla empírica podemos decir que 10 °C de exceso en la temperatura nominal de funcionamiento disminuye la vida de los componentes a la mitad. O sea que si aquella fue fijada en 60 °C cuando se alcance 70 °C la expectativa de vida se verá reducida a 25.000 horas.

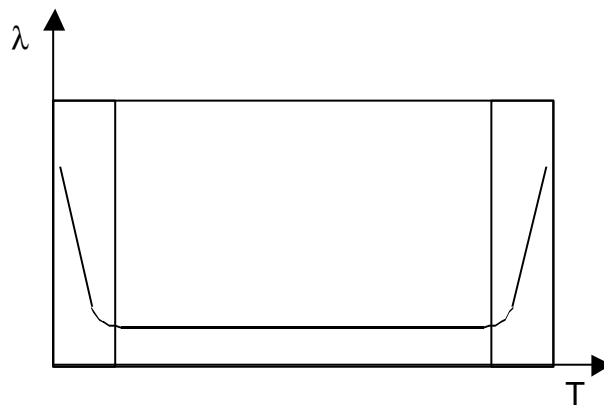
En la Figura podemos observar como se reduce la vida esperada de los componentes eléctricos (bobinados, resistores, capacitores o semiconductores) en función del apartamiento de la temperatura de operación respecto de la temperatura de referencia.



Horas de vida de los componentes en función de la temperatura del punto de referencia

2.3.7 Fiabilidad del balasto electrónico.

A medida que la tecnología de fabricación de los componentes electrónicos reduce costos y aumenta su fiabilidad, la velocidad de fabricación conlleva probabilidades de fallas que. Como muestra la Figura son mayores en las primeras horas de uso para estabilizarse luego en índices más bajos a través de toda su vida útil y volver a ascender al acercarse al final de ésta.



Índice de fallas en función de las horas de operación

Para evitar que el usuario se vea afectado por fallas prematuras de los componentes, el fabricante del balasto debe provocar el envejecimiento haciéndolo funcionar antes de su despacho a la plaza consumidora. En esta forma el usuario tendrá muy bajo nivel de rechazo puesto que las fallas infantiles de los componentes ya fueron detectadas y corregidas en fábrica. Adoptando esta precaución se puede decir que el tiempo medio entre fallas, comúnmente denominado con la sigla MTBF (Mean Time Between Failures) de un balasto electrónico puede alcanzar valores muy elevados ya que es un producto con baja cantidad de componentes. El MTBF depende de los siguientes parámetros:

- 1) Cantidad de componentes del circuito.
- 2) Elección de los componentes.

Diseño del circuito o de lo que normalmente se denomina stress del componente. Un componente trabajando en el límite de sus características evidentemente tendrá mayor probabilidad de falla que otro trabajando más aliviado, es decir, muy alejado del máximo admisible.

- 3) Temperatura de operación de los componentes. Este es otro factor que determina la fiabilidad: disminuye al aumentar la temperatura y viceversa. Para dar una idea podemos decir que normalmente se logran valores de MTBF de 400.000 horas o, en otros términos, 1% de falla cada 4.000 horas de uso.

2.3.8 Amortización de una instalación con balastos electrónicos.

En el ejemplo siguiente consideraremos un proyecto de alumbrado interior utilizando luminarias con 2 lámparas fluorescentes de 36W. Estudiaremos dos alternativas:

Utilizando en cada luminaria dos balastos electromagnéticos, y un capacitor de 8 μ F x 250 V para corregir el factor de potencia del conjunto.

- b) Utilizando en cada luminaria un balasto electrónico para 2 lámparas.

	Balasto Electromagnético	Balasto Electrónico	
Cantidad de luminarias			500
Cantidad de balastos	1000	500	
Cantidad de capacitores	500	0	
Consumo de 2 lámparas	2 x 36W = 72W	2 x 32W = 64W	
Consumo de balastos	2 x 9W = 18W	6W	
Consumo total	72W + 18W = 90W	64W + 6W = 70W	
Ahorro por luminaria			90W – 70W = 20W
Ahorro de potencia por 500 luminarias			500 x 20W = 10KW
Horas de consumo anual			3900
Ahorro de energía anual			39000 KWh
Ahorro de energía anual en climatización			7000 KWh
Ahorro total anual de			46000 KWh
Costo del KWh			0,1
Ahorro anual			46000 x 0,1 = US\$
Costo de cada balasto	US\$ 2	US\$ 28	
Costo de cada capacitor	US\$ 1,7		
Costo total de los balastos	1000 x US\$ 2 = US\$ 2000	500 x US\$ 28 = US\$ 14000	
Costo total de los capacitores	500 x US\$ 1,3 = US\$ 650		
Costo total	US\$ 2650	US\$ 14000	
Diferencia de inversión			US\$ 11350

Período de amortización del equipamiento con balasto electrónico:

$$\frac{\text{Diferencia de Inversión}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{11350}{4600} = 2,47\text{años}$$

Como puede apreciarse, el período de amortización será cercano a 2,5 años, sin tener en cuenta el aumento del flujo lumínico lo que nos llevaría eventualmente a un proyecto con menor cantidad de luminarias.

Suponiendo una vida esperada de la instalación de 10 años quedarán 7,5 años de beneficio de la mayor inversión inicial.

Beneficio económico de la alternativa con balasto electrónico

Ahorro anual x 7,5 años = US\$ 4.600 x 7,5 = US\$ 34.500.

Además de este beneficio económico se logran otras mejoras que hacen al confort y que han sido expuestas anteriormente.

2.3.9 Conclusiones

Se puede extraer como corolario que la factibilidad de instalar balastos electrónicos debe pasar por la comparación con balastos electromagnéticos. La menor inversión inicial del balasto electromagnético debe compararse con la compensación a lograr con el balasto electrónico mediante el ahorro de energía que su funcionamiento produce durante el tiempo de operación.

O sea que el costo de explotación debe ser tal que a través de su vida útil el balasto electrónico sea capaz de amortizar su mayor inversión inicial y lograr un resultado a su favor.

Como se ha visto, son varios los factores a tener en cuenta para lograr este delicado equilibrio entre servicio, fiabilidad, vida útil, costo, etc. Que permite obtener de la lámpara el mayor de los rendimientos, acompañado por la efectiva amortización de la inversión realizada, dentro de los tiempos calculados.



Iluminación eficiente en oficinas

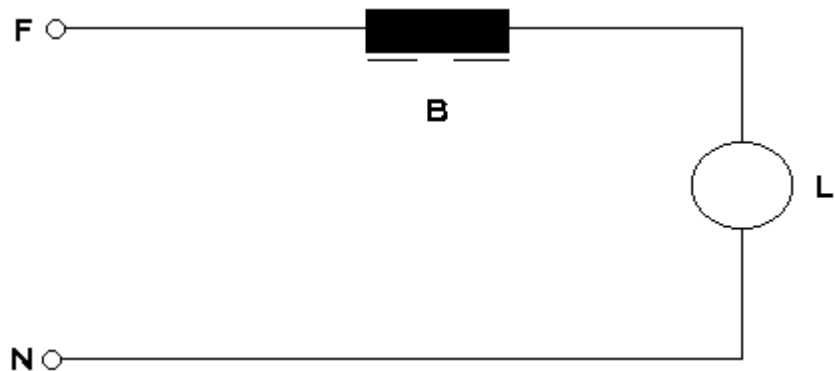
3. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LÁMPARAS DE DESCARGA

3.1 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESION

Los balastos para lámparas a vapor de mercurio deben cumplir con la norma IRAM 2312. Se presentan en dos tipos:

- Para incorporar, es decir diseñados para trabajar protegidos de la intemperie dentro de luminarias o cajas porta balastos.
- Para intemperie, si están diseñados para trabajar al aire libre.

3.1.1 Balasto inductivo

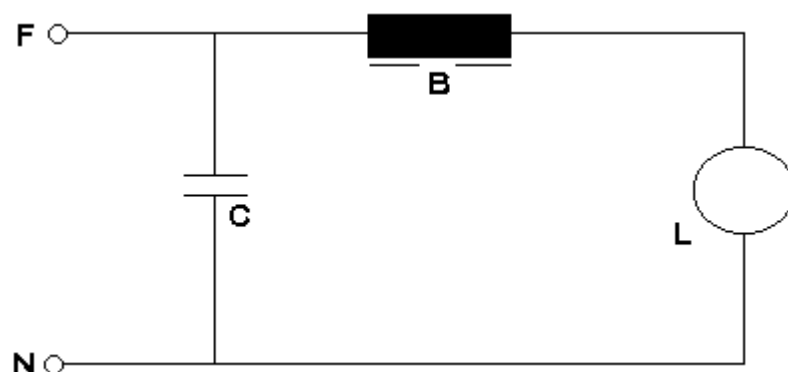


En este caso la lámpara está alimentada por un balasto reactor del tipo inductivo cuya corriente está en atraso con respecto de la tensión de red.

Como el factor de potencia resultante es bajo (alrededor de 0,5) se debe compensar el factor de potencia con un capacitor conectado en paralelo con la línea.

Con este tipo de balastos se logra una pobre regulación de potencia en lámpara con respecto a la vibración de tensión de línea para una variación de línea de $\pm 5\%$ la variación de potencia está en el orden de $\pm 10\%$.

3.1.2 Balasto de alto factor de potencia

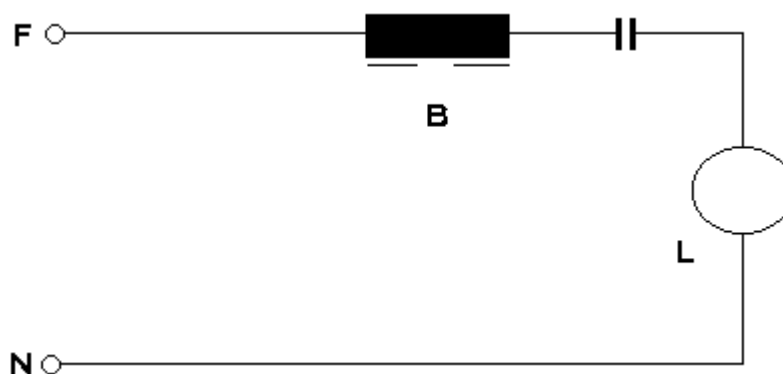


Este circuito, consta de un reactor en serie con la lámpara y un capacitor en paralelo con la línea. El capacitor no afecta la condiciones de lámpara, por consiguiente sus características de regulación son equivalentes a las del reactor. Pero si modifica las condiciones de red, ya que eleva el factor de potencia a 0,9 reduciendo prácticamente en un 50 % la corriente de línea.

3.1.3 Balasto capacitivo (autorregulado)

En este balasto se logra una mejor regulación de la potencia en lámpara. Para $\pm 10\%$ de variación en la tensión de línea, se obtiene $\pm 10\%$ de variación en la potencia de lámpara. Sin embargo el factor de potencia de la corriente de arco es bajo (0,5 capacitivo), lo que obligaría en corregirlo colocando un reactor en paralelo con la línea. Sin embargo esta solución resulta antieconómica razón por la cual estos equipos operan sin corrección del factor de potencia.

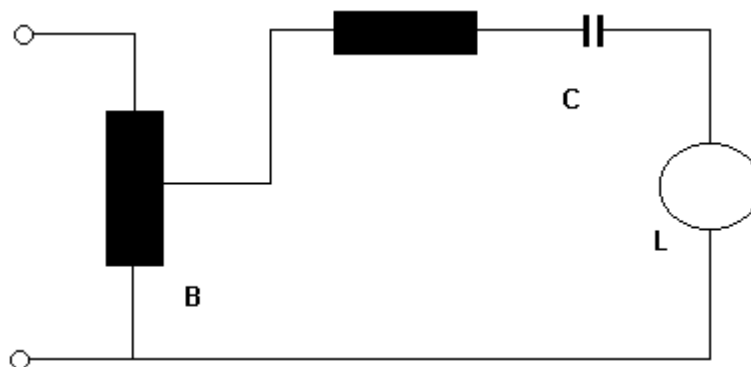
Debe tenerse en cuenta que la corriente de lámpara está regulada por la diferencia de las impedancia capacitiva e inductiva y por ello deben ser apareadas en fábrica para evitar que la suma de tolerancias admitida para la fabricación de los elementos en forma individual, para evitar desarrollar una potencia fuera que los límites permitidos en la lámpara, o generar una corriente alta que produzca un excesivo calentamiento del balasto.



El capacitor debe ser el adecuado para soportar la tensión que se desarrolla en funcionamiento. Por ejemplo, para una lámpara de mercurio de alta presión de 250 Watt, el capacitor adecuado será de $18\mu\text{F} \cdot \text{x} 440 \text{ V}$.

3.1.4. Balasto autotransformador de potencia constante

Está formado por un transformador de alta reactancia de dispersión, con un capacitor en serie con la lámpara. El uso del capacitor permite a la lámpara operar con mejor estabilidad frente a las variaciones de la línea. La tensión a circuito abierto es la mínima necesaria para encender la lámpara. El factor de potencia es 0,9. Sus características de regulación son buenas, una fluctuación mínima de 10% en la tensión de línea, ocasiona una variación de 5% en la potencia de lámpara. Por lo tanto se pueden usar en líneas con variaciones del 10%. La corriente de encendido de la lámpara es menor que la de funcionamiento. No hay corrientes de irrupción, debido a la posición del capacitor en el circuito. Con este circuito la lámpara se apaga con valores mucho más bajos de tensión de línea.



3.1.5. Valores eléctricos para lámparas de Mercurio operadas con el balasto inductivo y el capacitor para corregir el factor de Potencia.

Lámpara		Balasto		Capacitor	
Potencia (W)	Corriente (A)	Potencia (W)	Línea λ	Corriente C (μF) $\lambda=0,9$	Línea (A)
50	0.61	62	0.46	6	0.3
80	0.8	92	0.52	7	0.5
125	1.15	137	0.54	10	0.7
250	2.13	268	0.59	16	1.4
400	3.25	425	0.60	25	2.3
700BT	5.4	735	0.62	40	3.7
1000BT	7.5	1050	0.64	50	5.3
1000AT-*	4.0	1050	0.69	13*	3.1
2000*	8.0	2080	0.68	27*	6.1

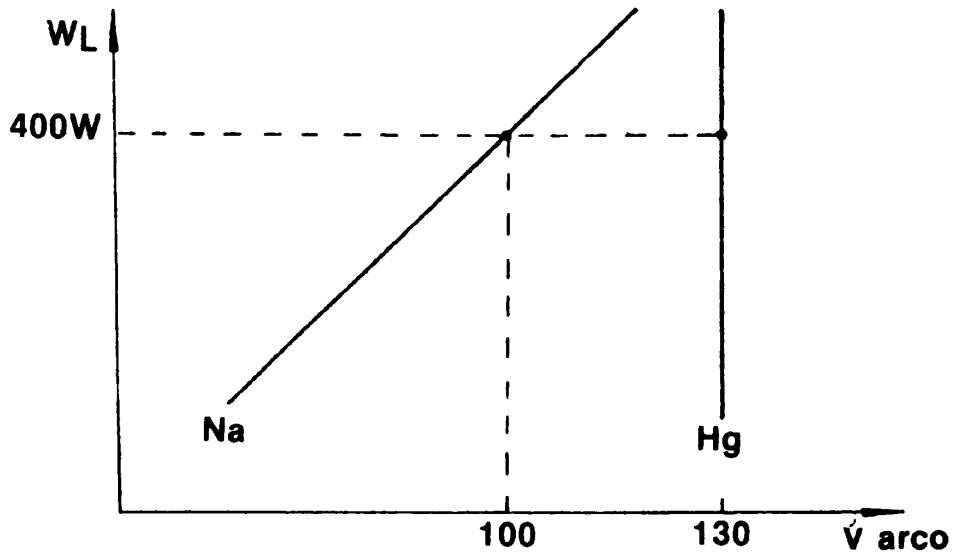
* Estas lámparas operan con redes de 380 V, deben usar capacitores de 400 V.

3.2. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

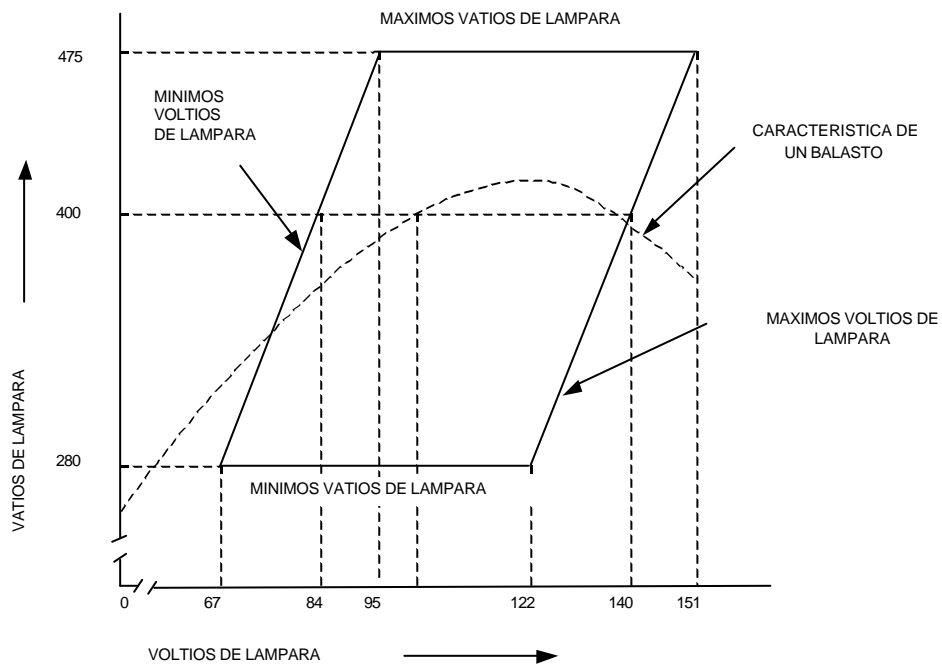
3.2.1 Generalidades

Las lámparas de sodio de alta presión, por el hecho de ser lámparas con amalgama en exceso tienen características de funcionamiento que las diferencian de las otras.

Si se representa en un gráfico, la potencia eléctrica que la lámpara recibe en función de la diferencia de tensión que aparece entre sus bornes, se obtiene el gráfico POTENCIA DE LÁMPARA – TENSIÓN DE LÁMPARA. Si se toma una lámpara de mercurio dicha representación daría por resultado una recta vertical, lo que indica, que como todos los iones disponibles intervienen en la descarga, la potencia que se inyecte en la lámpara no tiene efecto de sobre la tensión que aparece entre sus bornes. Si en cambio se efectúa esa misma representación para una lámpara de sodio de A.P. se obtiene una recta, que será inclinada delatando marcada relación entre potencia y tensión de lámpara.



Para una mejor comprensión de estos equipos es necesario conocer previamente las características de las lámparas de alta presión.



Características eléctricas de la lámpara de Sodio de alta presión de 400 W

En el transcurso de la vida útil de la lámpara, la tensión de arco aumenta gradualmente produciendo una variación de potencia de la lámpara. Si utilizamos un balasto adecuado y graficamos este comportamiento, obtendremos una curva característica del balasto tal como indica en la figura.

3.2.2 Balastos

Los balastos normalmente usados en nuestro país son del tipo reactor inductivo admitiendo una variación en la tensión de línea de $\pm 5\%$.

Esto significa que se obtendrán tres curvas características: una para la tensión nominal, otra para $+ 5\%$ y otra para $- 5\%$.

El fabricante de la lámpara especifica el trapecioide característico de la misma. El balasto debe ser diseñado y ajustado de modo tal que sus tres curvas características corten únicamente las líneas laterales del trapecioide (Volt mínimo y máximo de la lámpara) quedando comprendidas entre las líneas horizontales (Watt mínimo y máximo de la lámpara).

La lámpara de Sodio A.P. en potencias de 50 a 400 W se opera en nuestro país con balasto inductivo tipo reactor y sobre redes de 220 V. Para su arranque, esta lámpara requiere pulsos de 2500 a 4000 V.

En cambio la lámpara de 35 y 1000 W tipo americana requiere un balasto especial para operar sobre redes de 220 V.

Las lámparas europeas, en potencias de 50 a 1000 W se usan con un reactor inductivo sobre la línea de 220 V, con el complemento del ignitor para el arranque de la lámpara.

La lámpara de Sodio A.P. requiere un cuidado importante para lograr la máxima vida útil y rendimiento lumínico.

Los balastos deben mantener la potencia de la lámpara dentro de los estrechos márgenes estipulados para cada tipo.

El ignitor debe producir la altura, ancho, posición y frecuencia de pulsos de alta tensión necesarios para el arranque de cada tipo de lámpara.

3.2.3 Tipo de lámparas de sodio de alta presión

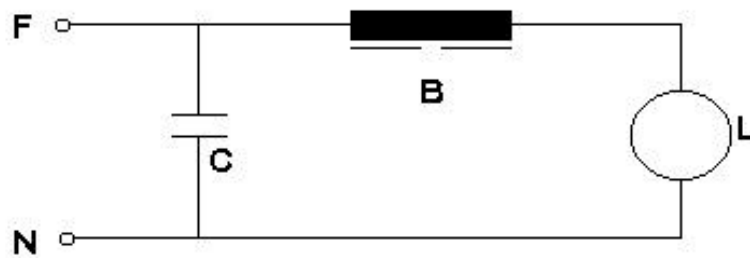
Existen fundamentalmente 3 tipos de lámparas de Sodio Alta Presión:

- a) estándar que requieren ignitor para su encendido con un alto de pulso mínimo de 2800 V.
- b) Alto rendimiento (súper y plus) que tienen menor cantidad de mercurio en su amalgama y por lo tanto requieren mayor tensión de pulso del ignitor para su encendido.
- c) Reemplazo directo de la lámpara de mercurio. Esta lámpara no requiere ignitor.

Se utiliza un balasto de la misma impedancia que el balasto de la lámpara a Vapor de Mercurio de potencia inmediata superior.

Por ejemplo: La lámpara de Sodio de 360 W puede operarse con balasto del tipo inductivo para lámpara de Mercurio de 400 W. Sin embargo las lámparas de Sodio toman una corriente algo superior a la correspondiente de Mercurio y por lo tanto el balasto que se utilice debe contemplar esa situación a los fines de obtener una vida útil aceptable a pesar del mayor calentamiento.

El esquema utilizado para este tipo de lámparas se muestra en la figura siguiente.

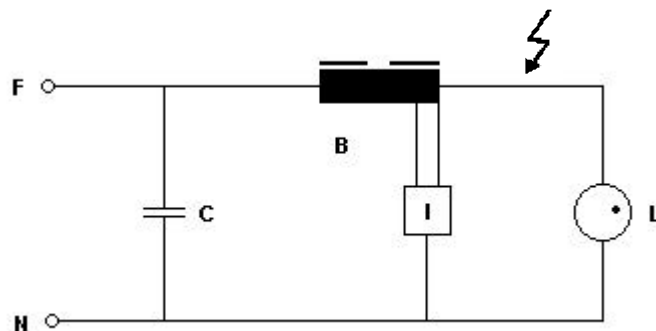


3.2.4 Ignitores para lámparas de Sodio de Alta presión

Según el tipo de lámpara se recomiendan distintos tipos de ignitor:

a) Ignitor tipo derivación

Este ignitor es normalmente usado para arrancar la lámpara de Sodio de Alta Presión del tipo estándar.



Ignitor tipo derivación

Este tipo de ignitor es el más usado en nuestro país y está formado por un conjunto electrónico y el balasto que opera como autotransformador de pulsos. La combinación de ambos produce la tensión necesaria para el arranque de la lámpara.

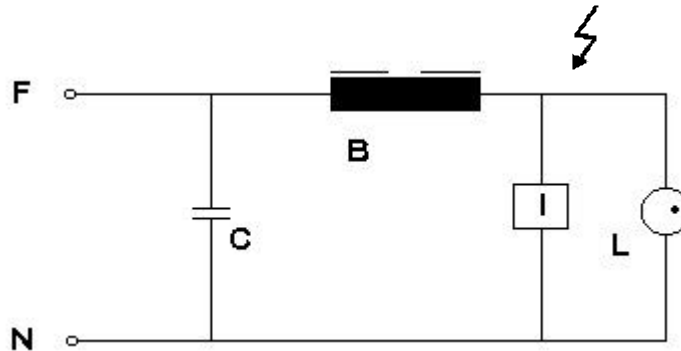
El conjunto debe ser utilizado cerca de la lámpara para evitar que se amortigüen los pulsos por la capacidad de los cables.

b) Ignitor tipo paralelo

Al igual que el anterior se usa para la lámpara estándar.

Tiene aplicación en balastos para lámparas de Sodio A.P sin derivación.

Las características del balasto son importantes en cuanto a tensión y ancho que se obtiene del pulso por lo que es necesario usar elementos compatibles entre sí.

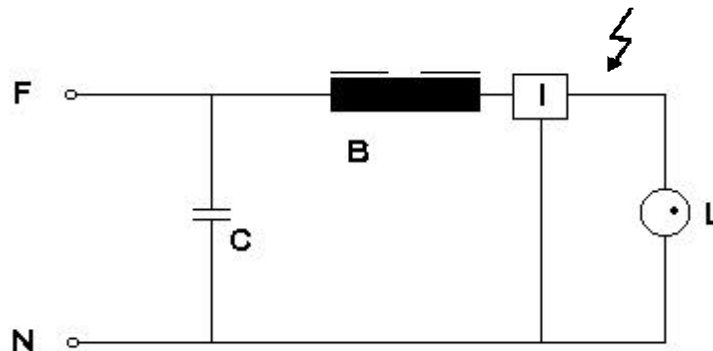


Ignitor tipo paralelo

La distancia del equipo a la lámpara debe ser la menor posible.

c) Ignitor tipo serie

Este tipo de ignitor, se puede usar con todas las lámparas de Sodio A.P. pero es normalmente el adecuado para las de alto rendimiento (Super y Plus), que requieren un pulso especial para su encendido.

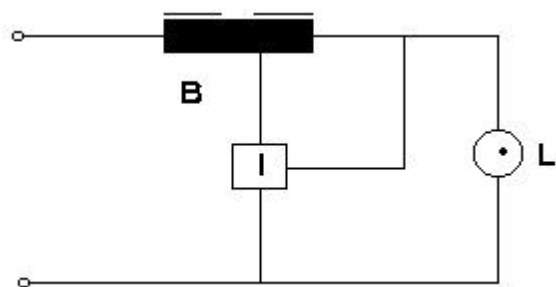


Ignitor tipo serie

Es el único ignitor independiente del tipo de balasto, puesto que tiene transformador de superposición interno sobre el que se genera los pulsos de alta tensión.

Debe ser colocado cerca de la lámpara pero el balasto puede ser colocado a distancia.

d) Ignitor tipo derivación para pie de columna



Ignitor tipo derivación

Con este ignitor se logra un ancho de pulso mayor que el del caso (a) por lo que el conjunto balasto-ignitor puede ser colocado a distancia (por ejemplo 15 metros) de la lámpara.

La parte electrónica del ignitor trabaja en conjunto con la derivación del balasto por lo que ambos deben ser compatibles.

Este tipo de ignitor también se puede usar con las lámparas de alto rendimiento (Super y Plus).

3.2.5 Características técnicas de las lámparas de Sodio Alta Presión

Lámparas estándar		Balasto		Capacitor		Ignitor	
Potencia (W)	Corriente (A)	Pot. Línea (W)	I	C (mF) I =0,9	Corriente Línea (A)	Tipo	Alto pulso (KV)
50	0,76	63	0,38	10	0,32	derivación	1,8 a 2,3
70	0,98	85	0,39	12,5	0,43	derivación	1,8 a 2,3
150	1,80	170	0,43	20	0,86	derivación	2,8 a 4,5
250	3,0	275	0,42	33	1,40	derivación	2,8 a 4,5
400	4,6	435	0,43	50	2,20	derivación	2,8 a 4,5
1000	10,3	1060	0,47	100	5,35	derivación	3 a 4,5

Lámparas super/plus		Balasto		Capacitor		Ignitor	
Potencia (W)	Corriente (A)	Pot. Línea (W)	λ	C(m F) I =0,9	Corriente Línea (A)	Tipo	Alto Pulso (KV)
70	0,98	85	0,39	12,5	0,43	derivación	1,8 a 2,3
100	1,20	117	0,44	12,5	0,60	serie	3,5 a 4,5
150	1,80	170	0,43	20	0,86	serie	3,5 a 4,5
250	3,0	275	0,42	33	1,40	serie	3,5 a 4,5
400	4,6	435	0,43	50	2,20	serie	3,5 a 4,5
600	6,2	645	0,47	66	3,26	serie	4 a 5

3.3. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LAMPARAS DE MERCURIO HALOGENADO

3.3.1 Generalidades

En este tipo de lámparas existen diferencias tanto de valores eléctricos de funcionamiento, como de amplitud de pulsos de encendido, para las distintas marcas que se fabrican.

Por lo tanto, es muy importante aplicar a cada lámpara teniendo en cuenta sus características, el balasto y el ignitor correspondiente, siendo en muchos casos, imposible la intercambiabilidad de estos elementos para lámparas de distinta procedencia.

Las lámparas de Mercurio Halogenado, han sido diseñadas para lograr una buena reproducción de colores. Para que esta función se pueda realizar correctamente, la lámpara debe alcanzar la temperatura de arco de diseño y para lograr este objetivo, la potencia entregada a la lámpara debe ser la indicada por el fabricante con un estrecho margen de tolerancia. Por lo tanto es particularmente importante cumplir en la fabricación del balasto y en la tensión de línea con las especificaciones dadas por el fabricante de la lámpara.

3.3.2 Tipos de lámparas

Cada fabricante ha seguido su propia tecnología de producción y por lo tanto las características de las lámparas de Mercurio Halogenado no responden por ahora a una norma respetada internacionalmente.

Los distintos tipos de lámparas más comunes se pueden clasificar en:

- a) Lámparas de procedencia europea
 - a.1) tipo Osram y compatibles
 - a.2) tipo Philips y compatibles
- b) Lámparas de procedencia americana

Dentro de esta clasificación podemos decir que las lámparas más utilizadas en nuestro país son las de procedencia europea. Todos los fabricantes aún las marcas americanas (General Electric, Sylvania, Venture, etc.) también producen lámparas compatibles con las europeas.

Para alcanzar una larga vida de estas lámparas, se pueden admitir desviaciones de la tensión de línea de $\pm 5\%$ durante períodos cortos y de $\pm 3\%$ por tiempos más largos.

Para asegurar una larga vida y una buena reproducción cromática se acepta una desviación máxima de la impedancia de los balastos de $\pm 2\%$ hasta 150W de potencia, mientras que para el resto de las lámparas de mercurio halogenado es de $\pm 3\%$.

Estas lámparas pueden operar como rectificador tomando corriente en un solo sentido después del encendido, por espacio aproximado de 1 segundo, mientras aún están frías. El balasto debe limitar el valor pico de esta corriente para no dañar la lámpara. Debido a que la temperatura de trabajo de estas lámparas puede llegar a valores que oscilan entre 500 y 650 °C, se corre el riesgo que la temperatura ambiente interna de los artefactos alcancen niveles superiores a los 60°C.

Por esta razón se deben utilizar balastos con incremento de temperatura propios reducidos (ΔT) y de trabajo elevadas (T_t) por ej.: $t_t - \Delta t \geq 60^\circ\text{C}$.

En potencias hasta 150W se ha comprobado que un porcentaje reducido de estas lámparas, al llegar a un determinado nivel de vida, pueden incrementar su corriente de funcionamiento hasta 2 ó 3 veces del valor nominal.

Los fusibles normales de reacción lenta para protección individual del artefacto actúan sólo ante corto circuitos, no reaccionando en estos casos.

Esto produce un sobrecalentamiento del balasto y una excesiva temperatura de la lámpara que puede llegar a destruirla.

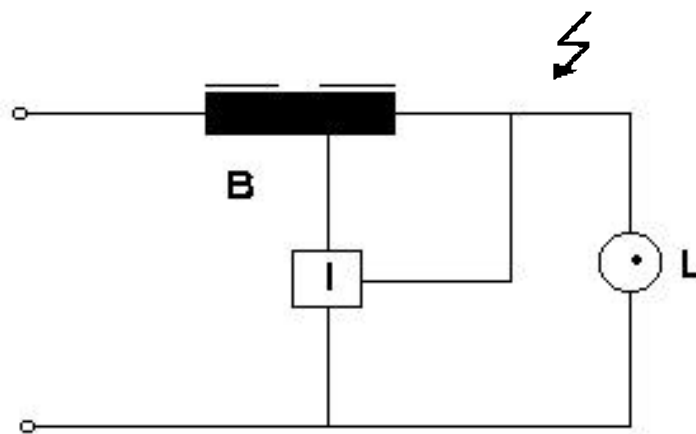
Para evitar estos inconvenientes, se recomienda que se provean balastos con protectores térmicos, de tal forma que al llegar a un valor excesivo de temperatura, se corte la alimentación de la lámpara.

3.3.3 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LÁMPARAS EUROPEAS

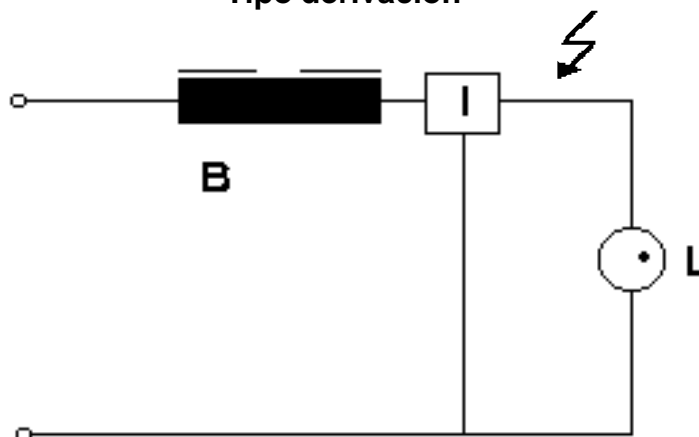
a) Equipos para lámparas Osram, General Electric europea y marcas compatibles.

Estas lámparas se fabrican de 35 a 3500 w y su denominación es HQI para la marca Osram.

El balasto es siempre del tipo reactor inductivo y los ignitores pueden ser del tipo derivación, paralelo o serie. Los diagramas circuitales básicos son:



Tipo derivación



Tipo serie

Las lámparas hasta 150W requieren para su encendido un ignitor que debe suministrar 6 pulsos por ciclo con un alto de 3,5 a 4,5 KV. Este tipo de lámpara utiliza generalmente un ignitor tipo serie que debe ser colocado cerca de la lámpara.

Las lámparas de 250W y hasta 1000W requieren para su encendido 2 pulsos por ciclo de 3 a 5 KV. El esquema utilizado es generalmente el del ignitor tipo derivación.

Las lámparas de 2000W y 3500W se alimentan con reactor inductivo desde una línea de 380V.

Existen diferentes tipos de lámparas de Mercurio Halogenadas de 2000W:

a) Las que se alimentan con balasto inductivo (8,8A) sin necesidad de ignitor para su encendido por ejemplo HQI 2000W/N de Osram.

b) Las que se alimentan con un balasto inductivo (8,8A) y con ignitor tipo paralelo de 900V de pico de tensión.

c) Las que se alimentan con un balasto inductivo (10,3A) y con ignitor tipo serie de 4 KV de alto de pulso.

Las lámparas de 3500W se alimentan con un balasto inductivo e ignitor tipo serie de 4 KV de alto de pulso.

b) Características técnicas de las lámparas de Mercurio Halogenado Osram y compatibles

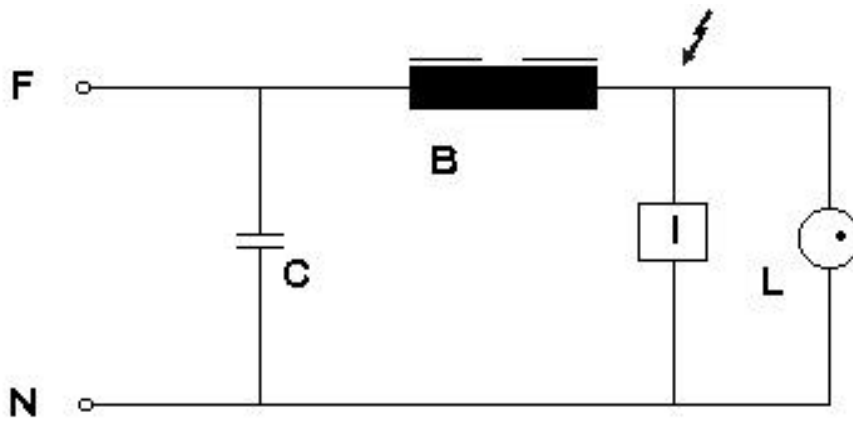
Lámparas		Balasto		Capacitor		Ignitor	
Potencia (W)	Corriente (A)	Pot. (W)	Línea λ	C(μ F) $\lambda=0,9$	Corriente Línea (A)	Tipo	Alto pulso (KV)
35	0,55	45	0.37	6	0.23	serie	3.5 a 4.5
70	1	90	0.41	10	5	serie	3.5 a 4.5
150	1.8	170	0.43	20	0.88	serie	3.5 a 4.5
250	3	275	0.42	33	1.4	derivación	3 a 4.5
400	4.02	435	0.47	45	2.2	derivación	3 a 4.5
1000	9.5	1055	0.5	100	5.1	derivación	3 a 4.5
2000/N*	8.8	2060	0.62	40*	6.1	No	
2000/super*	8.8	2060	0.62	40*	6.1	Paralelo	0.8 a 1
2000/D*	10.3	2065	0.53	54*	6.1	serie	3.5 a 5
3500*	18	3640	0.53	90*	10.1	serie	4 a 5

* Estas lámparas operan con redes de 380V, deben usar capacitores de 400 V.

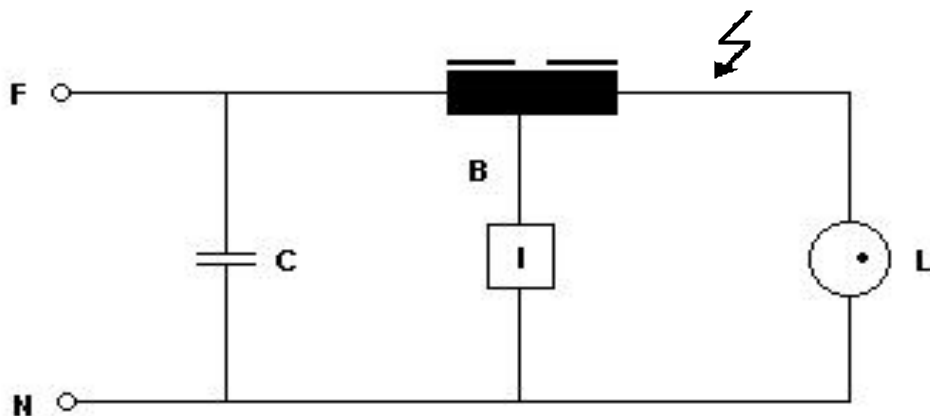
c) Equipos complementarios para lámparas Philips y marcas compatibles.

Estas lámparas se fabrican en potencias de 35 a 2000W y su denominación es HPI, MHN y CDM para la marca Philips.

El balasto es siempre del tipo reactor inductivo y los ignitores pueden ser del tipo derivación, paralelo o serie. Los diagramas circuitales además de los indicados en a) son los siguientes:



Tipo Paralelo



Tipo semi-paralelo

Las lámparas hasta 150W son compatibles con el equipo anterior (a) y requieren para su encendido un ignitor que debe suministrar 6 pulsos por ciclo con un alto de 3,5 a 4,5KV.

Existen 2 tipos de lámpara de 250W:

- a) HPI (2,15A) no compatible con el balasto para HQI (3A), usa ignitor paralelo.
- b) MHN (3A) compatible con el balasto para HQI 250W (3A), usa ignitor derivación.

La lámpara HPI de 400W (3,4 A) no es compatible con el balasto para HQI 400W (4,2A). Usa ignitor paralelo.

La lámpara HPI de 1000W (8,3A) no es compatible con el balasto para HQI 1000W (9,5A). Usa ignitor semi-paralelo.

Existen 2 tipos de lámpara de 2000W:

- a) HPI para línea de 220V (16,5A) que usa ignitor semi-paralelo.
- b) HPI para línea de 380V (9A) que usa ignitor paralelo y es compatible con la lámpara HQI 2000W/ super.

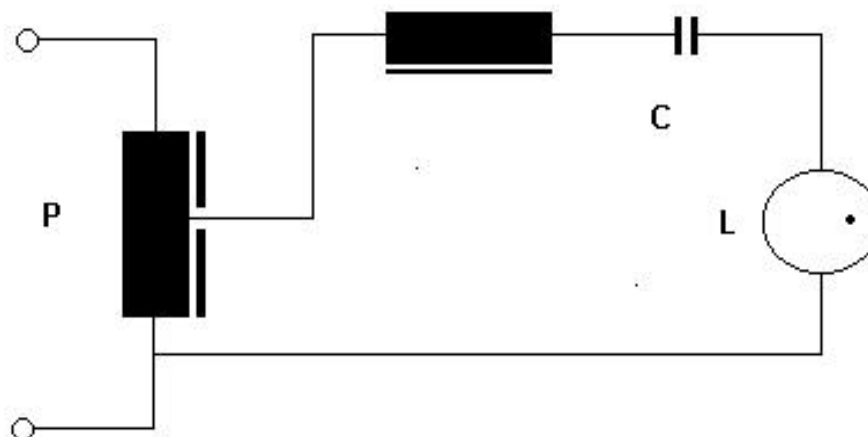
d) Características técnicas de las lámparas de Mercurio Halogenado Philips y compatibles.

Lámpara		Balasto		Capacitor		Ignitor	
Potencia (W)	Corriente (A)	Pot. (W)	Línea λ	C(μ F) $\lambda=0,9$	Corriente Línea (A)	Tipo	Alto pulso (KV)
35	0,55	45	0.37	6	0.23	serie	3.5 a 4.5
70	1	90	0.41	10	0.5	serie	3.5 a 4.5
150	1.8	170	0.43	20	0.88	serie	3.5 a 4.5
250 HPI	2.15	270	0.57	18	1.4	paralelo	0.6 a 0.8
250 MHN	3	275	0.42	33	1.4	derivación	3 a 4.5
400	3.4	430	0.57	30	2.17	paralelo	0.6 a 0.8
1000	8.3	1045	0.57	66	5.3	semi-paralelo	0.7 a 1
2000/220V	16.5	2090	0.58	150	10.6	semi-paralelo	0.7 a 1
2000/380*	9	2065	0.6	40*	6.1	paralelo	0.8 a 1

*Esta lámpara opera con redes de 380 V, deben usar capacitores de 400 V .

3.3.4 Equipos para lámparas de procedencia americana (General Electric y Sylvania)

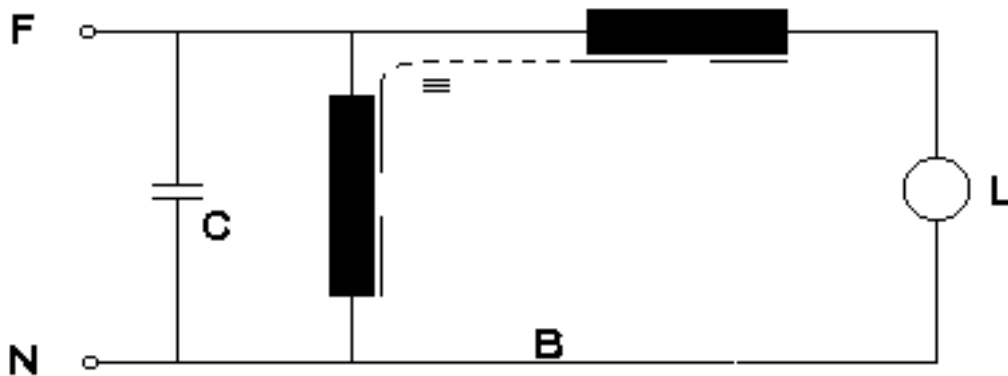
Al ser de fabricación americana, tiene diseño constructivo que difiere de las europeas. No utilizan ignitor. Los balastos son de potencia constante y proveen una elevada tensión de circuito abierto. NO SE PUEDEN INTERCAMBIAR CON OTRAS MARCAS DE LÁMPARAS. Sylvania fabrica este tipo de lámparas, con la marca METALARC y son intercambiables con las de General Electric. (marca MULTIVAPOR) Utiliza un balasto autorregulado tipo lead peak. Este balasto produce la tensión de circuito abierto necesaria para el arranque de la lámpara sin el uso de ignitor electrónico. Presenta excelentes características de regulación de potencia. El factor de potencia del conjunto está en el orden de 0,95.



3.4. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS PARA LÁMPARAS A VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN.

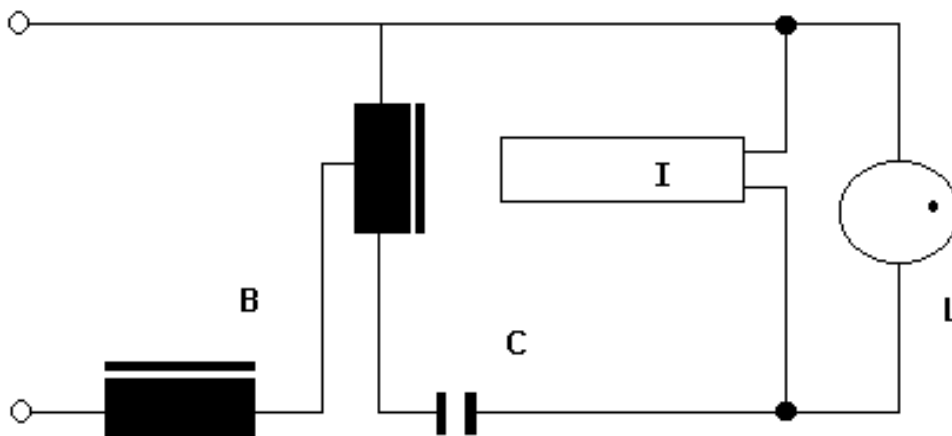
Estas lámparas son de baja potencia y se fabrican hasta 180 Watt, producen una luz monocromática con un alto rendimiento en Lumen por Watt.

En nuestro país el equipo más utilizado está constituido por un transformador del tipo dispersión



Con este equipo se obtiene la alta tensión de circuito abierto necesaria para el arranque y operación de la lámparas. El valor de dicha tensión está entre 400 a 600 Volt dependiendo de la potencia de la lámpara, por lo tanto debe tenerse especial cuidado en el diseño y fabricación de los balastos para evitar que fallen por problemas de rigidez dieléctrica o baja resistencia de aislación.

Actualmente, también se están utilizando circuitos híbridos, compuestos por un balasto en serie con un capacitor y un ignitor.



Valores eléctricos para lámpara de Sodio de baja presión operadas con balasto inductivo del tipo dispersión.

Lámpara		Balasto			Capacitor	
Potencia (W)	Corriente (A)	Potencia Línea (W)	Cte. (a)	Línea λ	C (μ F) $\lambda=0,9$	Cte. Línea (A)
35	0.6	60	1.5	0.18	20	0.3
55	0.59	80	1.5	0.24	20	0.4
90	0.94	125	2.4	0.24	33	0.65
135	0.95	175	3.3	0.24	40	0.9
180	0.91	220	3.2	0.31	40	1.2

3.5. AHORRO DE ENERGÍA EN EL ALUMBRADO PÚBLICO

3.5.1. Consideraciones Generales

Para alcanzar una iluminación pública eficiente, se deben adoptar las siguientes medidas técnicas:

- a) utilizar lámparas de descarga de alta eficiencia (por ejemplo lámparas de Sodio Alta Presión en lugar de Mercurio)
- b) emplear luminarias de alto rendimiento
- c) alimentar las lámparas con equipos complementarios de bajas pérdidas

Estas medidas nos permiten obtener el alumbrado de calles, autopistas y avenidas que demandan los criterios de seguridad vial con un menor consumo energético.

Sin embargo, los requerimientos del nivel de iluminación pueden ser variables durante las horas nocturnas.

Por ejemplo una autopista con alta densidad de tránsito en las primeras horas de la noche, requiere un nivel de iluminancia superior durante ese período que durante el horario posterior.

En este caso y teniendo en cuenta que no se debe perjudicar el nivel de seguridad, en el sentido amplio de la palabra, se puede instalar un equipo de ahorro de energía que mediante la disminución de potencia en lámpara permita el ahorro energético.

Para que este proyecto se pueda realizar teniendo en cuenta los criterios del alumbrado eficiente se deben respetar las siguientes premisas:

- a) Mantener la relación de uniformidad del alumbrado
- b) Mantener el nivel de alumbrado en los cruces e intercambiadores de tránsito
- c) Alcanzar el nivel de luminancia e iluminancia para la seguridad del conductor, de los peatones y la seguridad ante actos de vandalismo sobre todo en áreas pobladas.
- d) Los equipos a utilizar para el ahorro de energía no deben perjudicar la vida útil de la lámpara ni de los equipos complementarios asociados.

3.5.2. Equipos a utilizar

Requisitos del sistema.

Los equipos para el ahorro de energía deben estar diseñados de tal manera de respetar las premisas expuestas en el punto anterior. Para esto se debe tener en cuenta:

a) Las lámparas de Sodio Alta Presión y de Mercurio aceptan como máximo (sin perjudicar su vida útil) una reducción de potencia del 50%. Se debe tener en cuenta que una reducción normal de potencia del 40% produce una caída del flujo luminoso del 50% ya que al disminuir la potencia disminuye la temperatura del arco perdiendo eficiencia.

b) Las lámparas de Mercurio Halogenado en su gran mayoría no aceptan reducción de potencia ya que se puede producir una variación irreversible de color. Sólo algunas de ellas admiten reducción entre un 10 o 20%, por lo tanto no resulta económicamente amortizable el sistema en ese caso.

c) El arranque de las lámparas se debe producir en condiciones nominales y no de reducción ya que en esa forma se pueden dañar las lámparas acortando su vida útil.

d) La reducción de potencia se debe realizar de tal manera que no se produzca el apagado de las lámparas.

e) Ante una caída de tensión o microcorte en la línea de alimentación, el equipo debe permitir la correcta operación del ignitor para producir el encendido de las lámparas.

f) El costo del equipamiento para realizar el ahorro energético debe ser tal que permita alcanzar la amortización de la inversión adicional en un corto tiempo de tal manera que justifique dicha inversión.

Sistemas

Existen básicamente dos sistemas:

a) Sistema central

b) Sistema individual

Sistema central

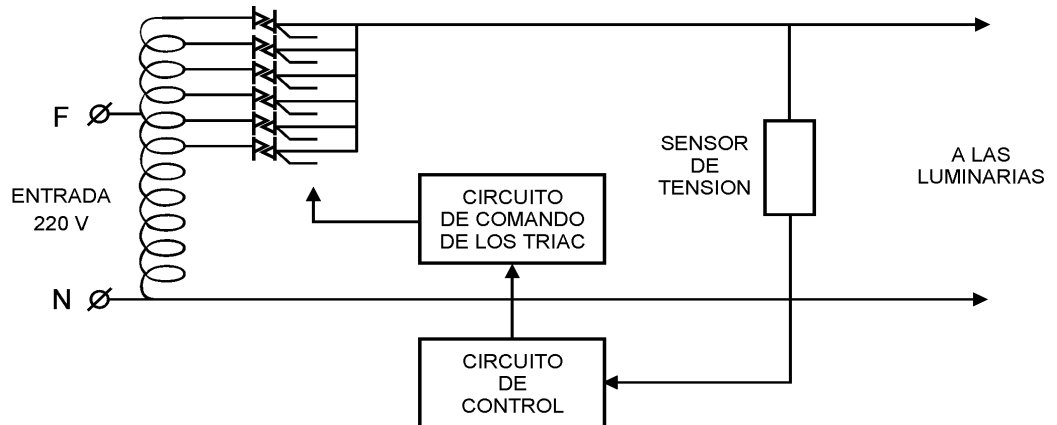
Este sistema consiste en colocar un equipo de cabecera de línea que controla la tensión de alimentación de las columnas de alumbrado.

Al encender el sistema, el equipo entrega 220V a la línea permitiendo el encendido a pleno de las lámparas.

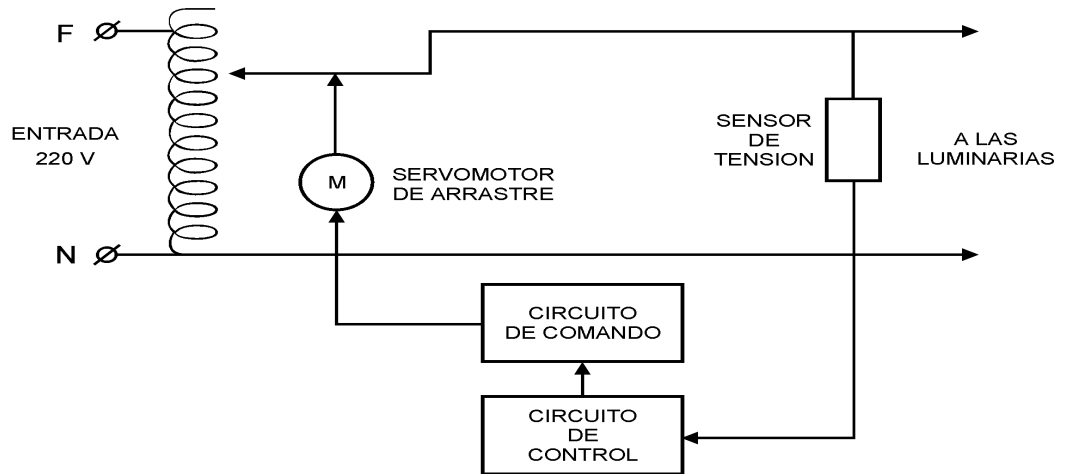
Luego de transcurridas las horas de máximo nivel de tránsito, el equipo, mediante una programación horaria o una señal externa, reduce la tensión de la línea disminuyendo la potencia en lámpara con el consiguiente ahorro de energía.

Estos equipos centrales pueden operar bajo los siguientes principios técnicos:

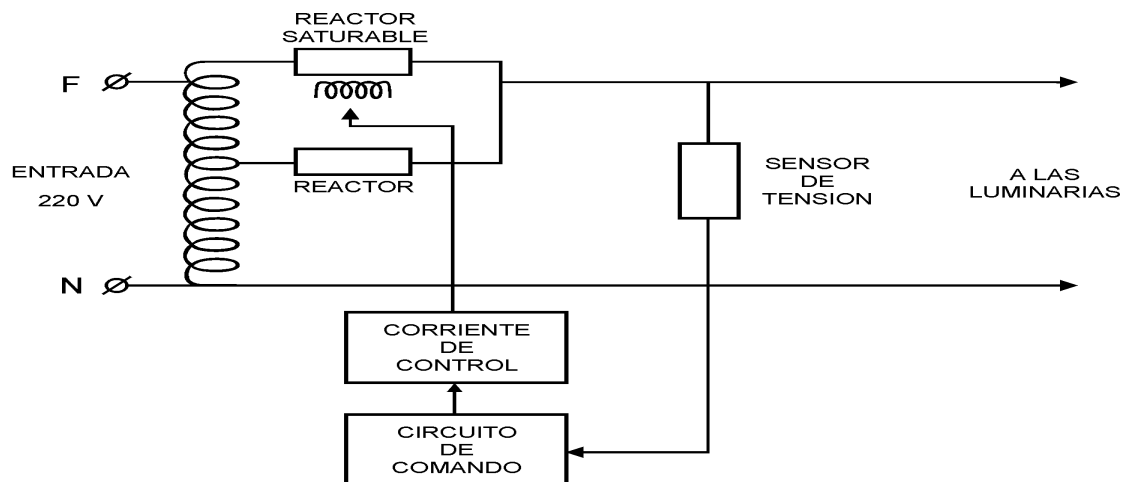
1. Autotransformador con varias derivaciones y semiconductores que seleccionan en cada instante la derivación que debe actuar.



2. Autotransformador variable mecánicamente que posee una escobilla con servomotor de accionamiento que selecciona la salida hasta alcanzar la tensión requerida.



3. Autotransformador con reactor saturable y circuito electrónico que actúa sobre el reactor variando su impedancia y de esta manera variando la tensión de alimentación hacia la red.

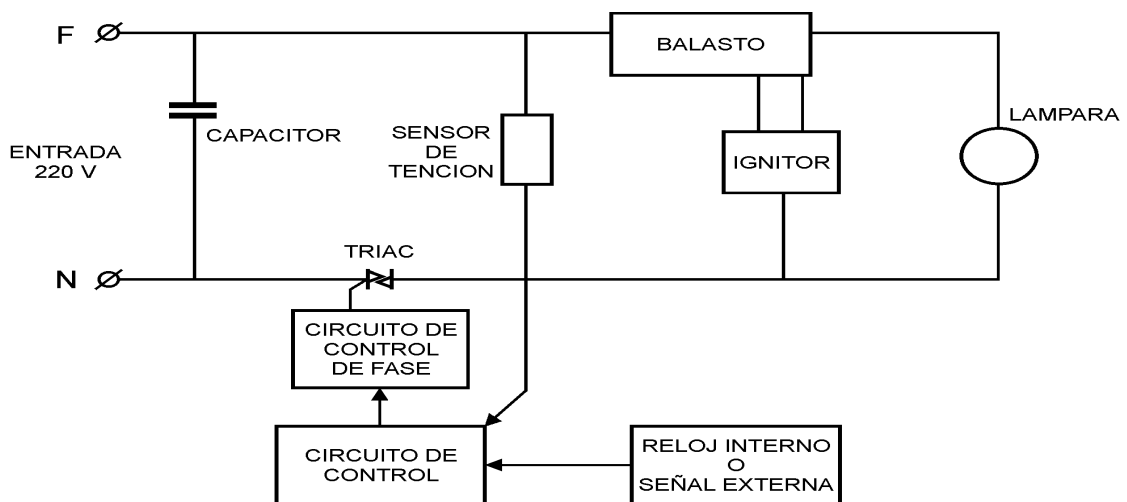


Sistema individual

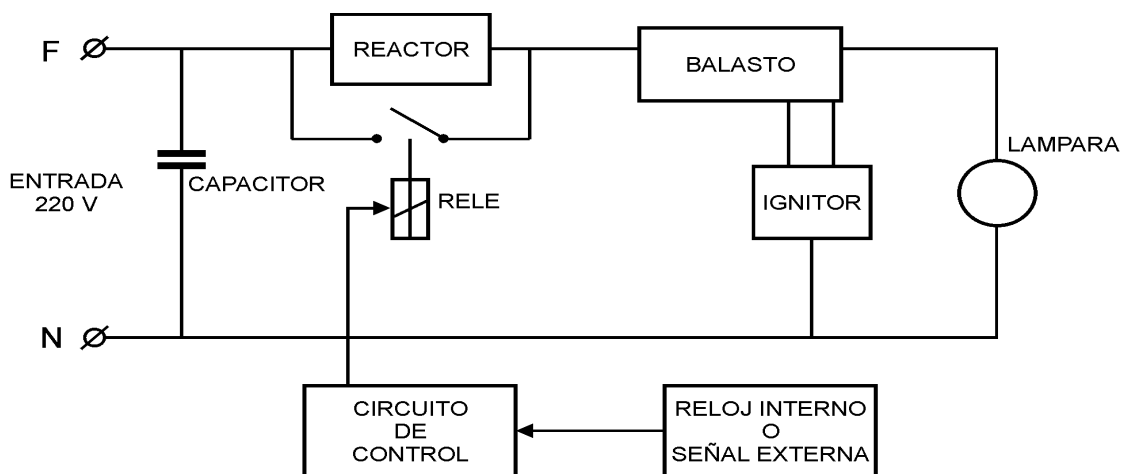
Este sistema consiste en colocar en cada lámpara un equipo que mediante un reloj interno o una señal externa varíe la tensión de alimentación o la corriente de lámpara para disminuir el consumo de potencia.

Estos equipos individuales pueden operar bajo los siguientes principios técnicos:

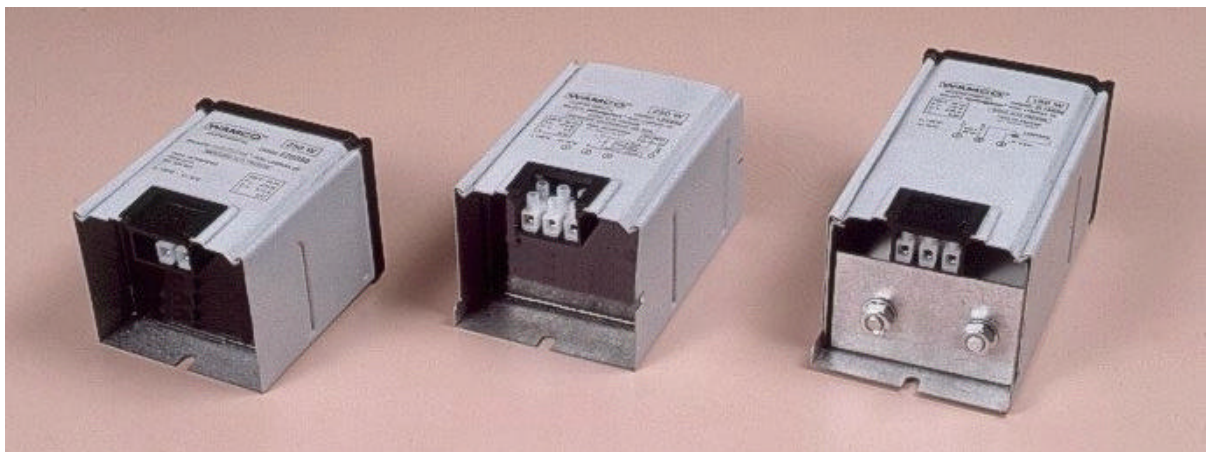
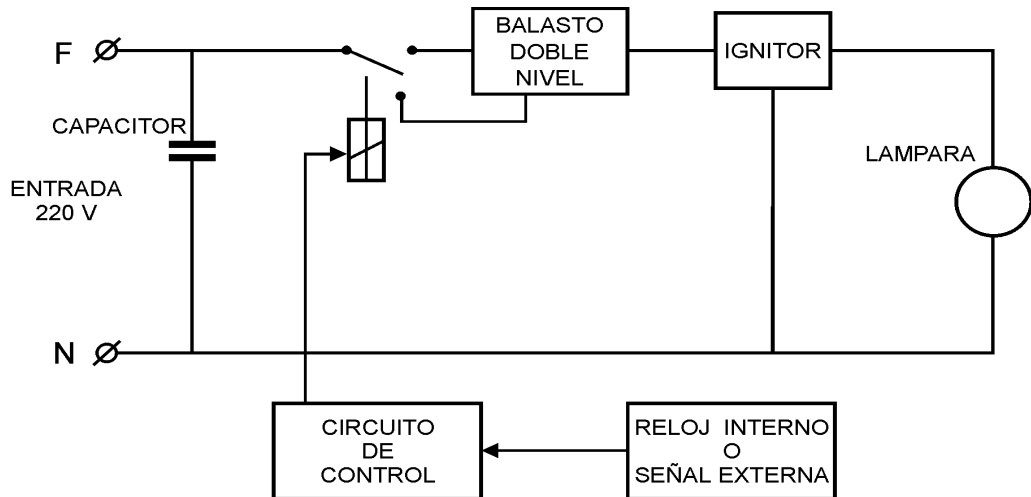
a) Llave electrónica (triac) que varía la tensión de alimentación del conjunto balasto-lámpara mediante el control del ángulo de fase. Un reloj electrónico interno o una señal externa realiza el control recortando la tensión de alimentación al conjunto, variando de esa manera la tensión eficaz de entrada.



b) Reactor adicional intercalado en serie con el balasto. Un reloj electrónico interno o una señal externa comanda un relé que intercala el reactor adicional aumentando la impedancia del circuito y de esta manera disminuyendo la corriente que circula por la lámpara.



c) Balasto con devanado adicional. El circuito electrónico del equipo posee relé interno que es comandado para conectar al inicio del alumbrado, la menor impedancia del balasto. Luego de las horas prefijadas o de una señal externa el relé conmuta a otra derivación del balasto que posee mayor impedancia y por lo tanto disminuye la corriente de lámpara con el consiguiente ahorro de energía.



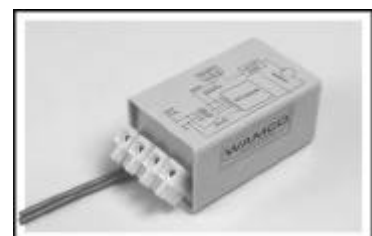
MINIPLUS



IGNITOR



CAPACITOR



DIMLUX

4. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

4.1 CONSIDERACIONES SOBRE LA SOLUCIÓN A LOS DISTINTOS CASOS DE RIESGO

El ser humano es un ser óptico-auditivo y esto significa que toda la decodificación de su universo depende esencialmente de estos dos sentidos: visión y audición.

Para percibir debidamente el ambiente y adaptar así su comportamiento, el 90 por ciento de los datos que requiere el ser humano depende de la visión.

El alumbrado natural o el alumbrado artificial constituyen uno de los componentes esenciales de la visión y por lo tanto uno de los factores determinantes de la "seguridad" tanto del individuo como de la comunidad.

El alumbrado artificial de nuestro siglo, se obtiene por la transformación de la energía eléctrica en radiante visible para el ojo humano.

Esta fuente de energía base de nuestro progreso y confort esta sujeta a una variedad de perturbaciones que afectan entre otras cosas, al alumbrado artificial.

En particular un corte de energía eléctrica implica, en horarios nocturnos o en lugares donde no hay suficiente ingreso de luz diurna, una situación de riesgo que debemos evitar. Sabemos que la oscuridad es causa de incremento de pánico y que si a esta falta de luz se le agregan otros factores como humos, explosiones o fuego incipiente, el incremento de pánico culminará en una tragedia.

El alumbrado de emergencia ha sido planteado como sistema de seguridad en los interiores de los establecimientos para atender la situación de riesgo especial definida por la ausencia del alumbrado artificial debido a un corte intempestivo en la provisión de la energía o por siniestro o la combinación de ambas causas.

4.2 HIPÓTESIS DE RIESGO

Funciones del alumbrado de emergencia

Imaginemos que nos hallamos en el 9º piso de un edificio de oficinas, o realizando compras en una tienda o supermercado o, disfrutando de una película u obra de teatro. Si de pronto ocurre una falla de alumbrado artificial y éste está asociado a un siniestro, lo que trataremos de hacer será orientarnos hacia algún lugar donde haya un poco de claridad y evacuar rápidamente el lugar.

En la oscuridad total, no podremos pensar con la misma frialdad y claridad con que lo haríamos en la misma situación pero con un alumbrado mínimo que nos permita trasladarnos al exterior.

Si para lograr este objetivo, debemos atravesar una o más puertas o caminar rápidamente por pasillos o escaleras, debemos agregar la necesidad de reconocer rápidamente cuál es el camino que realmente nos ha de llevar hacia el exterior.

Alumbrado de escape

Para atender esta crucial necesidad es indispensable, además de un alumbrado mínimo, disponer de una clara señalización de puertas y circulaciones. Estas señales deben ser inteligibles y visibles desde la mayor distancia a la cual nos podemos hallar de la o las salidas del edificio.

El alumbrado y señalización a que nos referimos, constituye un tipo especial de alumbrado de emergencia. Se lo ha definido como alumbrado de escape. Este alumbrado debe garantizar una evacuación rápida y segura de las personas a través de los medios de escape, facilitando además las maniobras de seguridad e intervenciones de auxilio. Su aplicación está estrechamente relacionada con los objetivos de la protección contra incendios. La autonomía mínima requerida es de 1,5 horas (90 minutos)

Alumbrado de seguridad

Imaginemos que nos hallamos en una fábrica trabajando en horario nocturno o en una zona donde no hay suficiente ingreso de luz diurna. Supongamos que nuestra tarea consiste en manipular ácido, usar una sierra circular, conducir un autoelevador por pasillos de circulación o, reparar un tablero de alta tensión.

En este caso, si se produce una falla de alumbrado normal, nos hallaremos frente a un peligro que puede ocasionar daños, lesiones o atentar contra nuestra propia vida. Nos podemos hallar en una situación similar si nuestra tarea consiste en operar una sala de control de vuelos o realizar una cirugía en un quirófano. En este caso, si por la falla del alumbrado normal no podemos continuar la tarea, pondremos en peligro a terceras personas que dependen de nuestra actividad.

Aquí no se trata de evacuar el edificio sino de permitir la detención o continuidad de la tarea sin poner en riesgo a la persona que la ejecuta o a las personas que dependen de ella.

Necesitamos un alumbrado que nos permita lograr estos objetivos. Se lo ha definido como alumbrado de seguridad.

Alumbrado de reserva

Supongamos por último que la tarea que estamos realizando, no involucra un riesgo potencial directo ni indirecto. Pero deseamos, por razones de producción, continuar con las tareas del establecimiento. Para estas circunstancias es usual disponer de un grupo electrógeno. Parte de esa energía será destinada al alumbrado de los puestos de trabajo. Este alumbrado de emergencia se lo ha definido como alumbrado de reserva.

Normativa

Sin embargo, el hecho de disponer de un alumbrado de este tipo no elimina el uso obligatorio de los otros tipos. Si falla el alumbrado de reserva, se deberá poner inmediatamente en funcionamiento el alumbrado de escape y el de seguridad.

Cada uno de estos alumbrados ha sido tratado en forma detallada por la AADL, Asociación Argentina de Luminotecnia en su documento "Recomendaciones sobre el alumbrado de emergencia en interiores de establecimientos" -1983.

Este documento ha sido utilizado como antecedente de la Norma IRAM AADL J 2027 Alumbrado de emergencia en interiores de establecimientos"-1986; Esquema de Norma IRAM J 2028 - Parte XV, "Luminarias para alumbrado de emergencia"-1986 y para la Norma IRAM 10005 parte II "Colores y señales de seguridad" -1984 donde se establecen las condiciones de las señales de los medios de escape.

La función del alumbrado de emergencia es la de proveer de iluminación cuando falla el alumbrado normal. Pero como hemos visto se pueden presentar tres tipos de los cuales, dos son obligatorios en todo establecimiento donde se desarrolla una actividad comercial, industrial o de esparcimiento donde se reciba o atienda público en general:

- el alumbrado de escape con su correspondiente señalización
- el alumbrado de seguridad.

La fuente de energía en el alumbrado de emergencia.

La adecuada selección de la fuente de energía en emergencia constituye seguramente el principal eslabón de seguridad. Partimos de la falla de una fuente de energía para reemplazarla inmediatamente por otra y ésta no debe fallar si pretendemos evitar que el mencionado incremento de pánico se transforme en tragedia.

El acumulador electrónico (batería) constituye en casi todos los casos dicha fuente de energía de emergencia. También es esencial para el arranque de los grupos electrógenos.

El acumulador eléctrico debe ser cuidadosamente seleccionado, dimensionado y mantenido para que esté disponible cuando lo necesitemos.

La condición de funcionamiento del acumulador de plomo-ácido en un equipo de alumbrado de emergencia es a tensión de flote (también denominado uso stand-by) conservando su capacidad (Ah) para entregar la energía en el momento en que le es requerida ante una falla de la red normal eléctrica. Esto significa que la descarga y carga del acumulador no es cíclica y permanente como puede ocurrir en un automotor. De allí que los denominados acumuladores de plomo-ácido para arranque quedan excluidos para esta aplicación y se prohíben expresamente en el alumbrado de emergencia.

Si conectamos un acumulador de este tipo a tensión de flote, su duración (vida útil) expresada como la cantidad de ciclos normalizados de carga y descarga que puede soportar hasta que su capacidad disminuya a un valor determinado, se reduce drásticamente alcanzando un rápido deterioro en un plazo no mayor de 60 a 90 días.

Por lo tanto el acumulador a usar en los equipos de alumbrado de emergencia debe ser del tipo estacionario.

Existen básicamente 2 tipos: los de plomo-ácido y los de Níquel-Cadmio.

a) Los de plomo-ácido, que funcionan bajo el principio de recombinación de gases, no necesitan ningún tipo de mantenimiento, son herméticos y las emanaciones de gases corrosivos no existen. Pueden ser de plomo-gel o de electrolito absorbido, estas últimas de mayor fiabilidad y vida útil.

b) Las de Níquel-Cadmio que también son herméticas y no requieren mantenimiento. La ventaja respecto de la de plomo-ácido es que se pueden descargar a cero y almacenar en esas condiciones sin que se deteriore su vida útil. Esta característica las hace especialmente indicadas en las obras donde la línea no interrumpible se pone en operación varios meses después de instalado el equipo. En estas condiciones anormales, el acumulador de Plomo-ácido se autodescarga y se deteriora, en cambio el de Níquel-Cadmio permanece estable.

4.3 CONCLUSIONES

Los parámetros de diseño recomendados por la AADL satisfacen ampliamente el proyecto luminotécnico. En cuanto a los sistemas y equipos, es necesario insistir en clarificar al usuario el tema del acumulador eléctrico y su correspondiente cargador. Es obligación del proyectista, instalador y proveedor de la unidad aclarar el tipo de batería ofrecido, su expectativa de vida útil y bajo qué condiciones se logra ese período. Se debe además, indicar el período de reposición de dicho elemento de forma tal de asegurarse que el equipo habrá de funcionar correctamente ante una falla del alumbrado normal.

La adecuada información técnica de las luminarias, cargadores, onduladores y fuentes de energía permitirán lograr el objetivo de seguridad planeado con el uso obligatorio del alumbrado de emergencia.

Es necesario para evaluar el proyecto o una instalación existente analizar el siguiente cuestionario:

1 - Identificación de salidas y rutas de escape mediante señales

- 1.1 - ¿Están las señales ubicadas correctamente?
- 1.2 - ¿Están las señales alumbradas correctamente?
- 1.3 - ¿Son los detalles de las señales correctos?

2 - Iluminación de las rutas de escape

- 2.1 - ¿Están las luminarias ubicadas correctamente dondequiera que sean necesarias?
- 2.2 - ¿En todos los lugares la instalación cumple con los requisitos mínimos de iluminación y uniformidad?

3 - Instalación eléctrica

- 3.1 - ¿La instalación cumple con los requisitos de la Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles?
- 3.2 - ¿El cableado de los circuitos cumplen con los requisitos de la IRAM - AADL J 2027?
- 3.3 - ¿Existe la línea no interrumpible?
- 3.4 - ¿Se proveen los medios adecuados para simular una falla de la alimentación normal?

4 - Fuente de alimentación y autonomía

- 4.1 - ¿La fuente de alimentación (acumulador) tiene la expectativa de vida útil solicitada?
- 4.2 - ¿Los acumuladores proveen energía durante la autonomía solicitada (mínima requerida 1,5 hs.?)

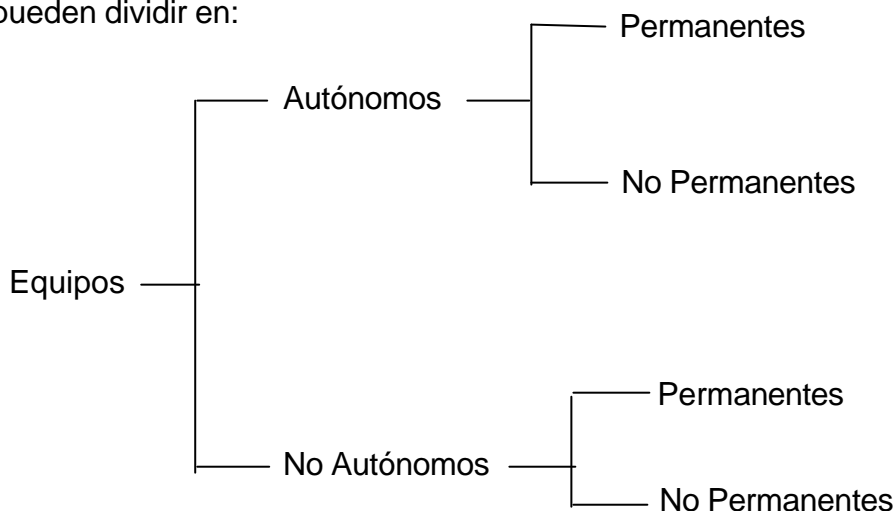
5 - Resultados de la conexión y ensayos de durabilidad

- 5.1 - Tiempo que el alumbrado de emergencia tarda en llegar al funcionamiento normal ante una falla simulada de la alimentación normal.(5 segundos o 15 segundos según corresponda)

Para un correcto sistema de alumbrado de emergencia todas las preguntas deben ser contestadas en un todo de acuerdo con lo pautado en la Norma IRAM-AADL J 2027.

4.4 EQUIPOS PARA EL ALUMBRADO DE ESCAPE

Los mismos se pueden dividir en:



Alumbrado de emergencia permanente

Alumbrado de emergencia que permanece encendido simultáneamente con el alumbrado normal y que continúa en ese estado cuando falla la fuente de energía del alumbrado normal.

Alumbrado de emergencia no permanente

Alumbrado de emergencia que enciende cuando falla la fuente de energía del alumbrado normal.

Luminaria autónoma

Luminaria que provee alumbrado de escape permanente o no permanente, en la cual todos los elementos tales como baterías, cargador-rectificador, balasto electrónico, lámpara y medios de monitoreo y ensayo se hallan contenidos dentro de la misma.

Luminaria no autónoma

Luminaria que provee alumbrado de escape permanente o no permanente destinada a ser alimentada desde una fuente central de emergencia.

Señalizador autónomo

Ídem, luminaria autónoma, pero que lleva visiblemente inscripto y alumbrado en una faz o doble faz la leyenda salida o salida de emergencia y sus correspondientes señales direccionales, manteniendo un adecuado contraste tanto en el brillo como color.

Señalizador no autónomo

Ídem, luminaria no autónoma, pero que lleva visiblemente inscripto y alumbrado en una faz o doble faz la leyenda salida o salida de emergencia y sus correspondientes señales direccionales, manteniendo un adecuado contraste tanto en el brillo como color.

4.5 BASES PARA EL PROYECTO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

El alumbrado de emergencia es el previsto para ser utilizado cuando falla el alumbrado normal. Este alumbrado puede ser: alumbrado de reserva, alumbrado de escape, alumbrado de escape de ambiente ó alumbrado de seguridad.

El alumbrado de reserva es la parte del alumbrado de emergencia prevista para permitir la continuidad de las actividades del establecimiento. El alumbrado de reserva no es de uso obligatorio. Si en un establecimiento se previera la instalación de dicho alumbrado, la falla del mismo pondrá automáticamente en servicio el alumbrado de escape.

El alumbrado de escape es el previsto para garantizar una evacuación rápida y segura de las personas a través de los medios de escape, facilitando las maniobras de seguridad e intervenciones de auxilio. El alumbrado de escape es de uso obligatorio.

El alumbrado de escape de ambiente es el destinado a facilitar la orientación de las personas desde los locales del establecimiento hacia los medios de escape. Este alumbrado es de uso obligatorio.

El alumbrado de seguridad es el previsto para asegurar la conclusión de las tareas en puestos de trabajo con riesgos potenciales. Ej. : quirófanos, salas de terapia intensiva, trabajo con sierra circular, etc. Este alumbrado es de uso obligatorio.

En este artículo, se analizarán las bases para el proyecto de alumbrado de emergencia de escape y de escape de ambiente.

El proyecto de alumbrado de escape depende especialmente de la configuración del edificio y de los usos y costumbres de la gente que lo frecuenta o trabaja en él. Si el establecimiento o parte de él es visitado por personas que no lo conocen, se debe prestar especial atención a la señalización y alumbrado de emergencia en esos sectores.

La secuencia de proyecto debe considerar:

1) PLAN DE EVACUACION

Sobre el plano del edificio, se deben trazar las líneas centrales de todas las rutas de escape hasta llegar a las salidas. Esta es la parte más delicada e importante de todo el proyecto. En esta fase, se debe decidir por dónde y en qué secuencia se debe realizar la evacuación ante un siniestro.

Existen casos donde este plan debe ser realizado por especialistas. Posteriormente, se deben indicar sobre el plano las líneas de salida de los recintos u oficinas hacia la ruta de escape.

2) SEÑALIZACION

Luego de estudiado el plan de evacuación, se debe señalar la SALIDA o SALIDA DE EMERGENCIA de tal forma que quede bien claro para todas las personas

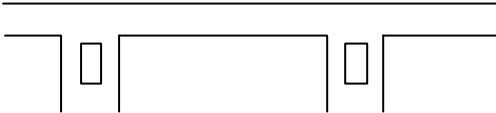
(especialmente en los lugares de acceso público que desconoce el edificio) cual es la ruta de escape.

En los lugares donde la señal debe ser visible a distancia o en recintos con alta densidad de público, se deben instalar señalizadores con su propia fuente de luz. Para completar esta señalización o guiar a las personas por pasillos, se pueden colocar placas con la leyenda correspondiente, iluminadas indirectamente por otra luminaria de emergencia; el concepto es colocar indicadores de SALIDA bien visibles para orientar a las personas en los pasillos, entrada de escaleras, puertas y desvíos hacia la ruta correcta.

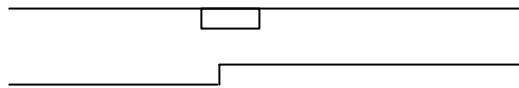
3) ILUMINACION

Luego de la señalización, se debe iluminar la zona central de la ruta de escape, con un nivel mínimo de 1 lux y una relación de uniformidad máxima de 40:1 a nivel del piso. Para ello es necesario considerar primero, los lugares críticos:

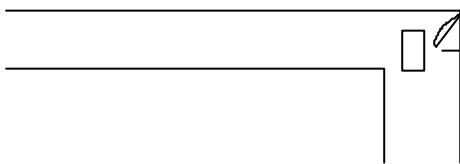
a) Próximo a todas las intersecciones



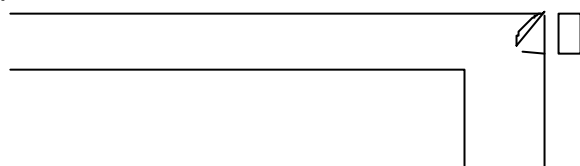
b) Próximo a cualquier cambio de nivel del suelo



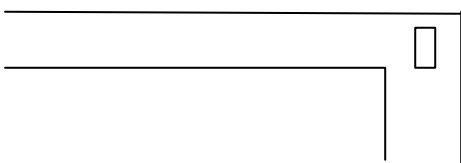
c) Encima de las puertas de salida



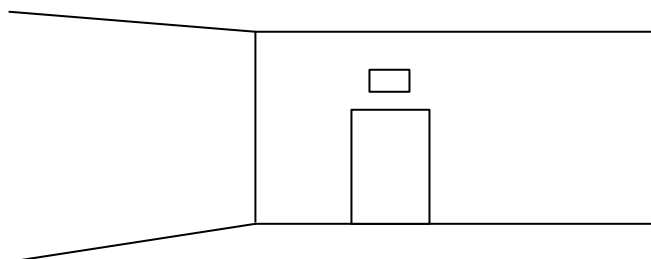
d) En el exterior del edificio, junto a las salidas o próximo a las mismas



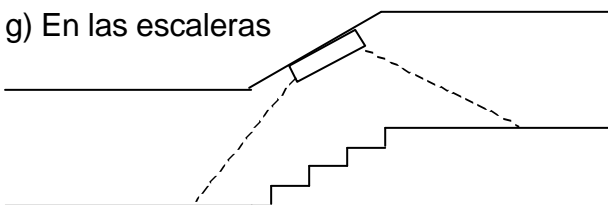
e) Próximo a todos los cambios de dirección



f) Encima de las salidas de emergencia con la correspondiente señalización



g) En las escaleras



h) Próximo a los puntos de comunicación de alarma contra incendios.

i) Próximo a los equipos de extinción de incendios.

NOTA: Se entiende por "próximo" a una distancia inferior a 2 metros medio horizontalmente.

Luego se completa la iluminación en los otros sectores para cumplir con los requisitos antes enunciados.

4) ILUMINACION DE AMBIENTE

Este alumbrado de escape debe facilitar la orientación de las personas desde los locales del establecimiento hacia los medios de escape. Los recintos a los que tienen acceso público, deben ser particularmente analizados para señalar e iluminar adecuadamente, teniendo en cuenta que las personas desconocen el lugar.

Los recintos cuyo factor ocupacional no es elevado (menor a 1 persona por cada 10 m²) y muy ocupado por personas que conocen el recinto pueden no tener iluminación de escape. Esta última consideración depende de la cantidad de obstáculos que tenga el lugar, por ejemplo, escritorios, máquinas, etc.

5) EQUIPOS A UTILIZAR

Los equipos pueden ser autónomos (con la batería incorporada) o no autónomos (equipos centrales). Es importante señalar que la batería es el corazón del sistema por lo que se requiere especial atención en su elección.

La batería para uso en alumbrado de emergencia, debe ser únicamente del tipo estacionario.

La parte electrónica del equipo debe ser de diseño y fabricación confiable por tratarse de un equipo de seguridad.

El fabricante de la luminaria debe proveer la relación espaciamiento – altura para que el proyectista pueda disponer los equipos sobre la ruta de escape a la distancia adecuada para obtener 1 lux mínimo a nivel del piso.

Estos conceptos a aplicar en el proyecto de alumbrado de escape, pueden ser ampliados consultando la Norma IRAM AADL J2027 de Agosto de 1990.

