

BALASTOS

1. INTRODUCCIÓN

Los balastos (o reactancias) son dispositivos empleados para limitar y estabilizar la corriente de arco de las lámparas de descarga.

En ocasiones se utilizan también para generar las tensiones necesarias para el encendido de las lámparas, ya sean sólo o en combinación con arrancadores o condensadores.

Los balastos son en sí mismos impedancias, por lo que teóricamente podría haber de varios tipos: inductivas, resistencias o combinación entre ellas. No obstante, en la práctica se utilizan casi en exclusividad los balastos de tipo inductivo y en algunos casos los inductivo-capacitivos. Los balastos resistivos no se utilizan debido a las elevadas pérdidas en forma de calor que ocasionarían y los capacitivos por deformar grandemente la forma de onda de la corriente de lámpara y dar por ello baja potencia en la misma.

Como complemento a estos tipos enumerados están los balastos electrónicos, que combinan en sí mismos el sistema de encendido, compensación y regulación de corriente en la lámpara consiguiéndose consumos menores de potencia.

2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

2.1 BALASTOS ELECTROMAGNÉTICOS

Un balasto electromagnético de tipo inductivo (el utilizado casi exclusivamente) consta de un arrollamiento de hilo de cobre en un soporte de material aislante, que actúa como devanado de excitación de un circuito magnético.

Cuando por el arrollamiento pasa una corriente, se crea (induce) una tensión opuesta a la causa que la produce, la tensión de red.

En las lámparas de descarga, para una tensión fija, la corriente tiende a crecer indefinidamente y por lo tanto en el balasto tenderá a crecer también la tensión opuesta a la de red, llegándose al final a un equilibrio con la lámpara hasta que quedan fijadas su tensión e intensidad (estabilización). Este equilibrio se podrá romper con variaciones en la excitación (tensión de red). Así, para cada tensión de red se necesita un balasto diferente, con unas tolerancias que dependerán del tipo de balasto y de lámpara, aunque también existen balastos con varias conexiones para distintas tensiones de red.

La tensión que cae en un balasto inductivo es, aproximadamente:

$$U_{\text{balasto}} = I \cdot Z = I \cdot \sqrt{R^2 + 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L} \approx I \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

donde

- I intensidad de lámpara en amperios (A).
- Z impedancia en óhmios (Ω).
- R resistencia óhmica de la reactancia en óhmios (Ω)
- π constante igual a 3.1416
- f frecuencia de red en hercios (Hz)
- L inductancia en henrios (H) ,dependiente de parámetros constructivos

De esta expresión podemos deducir que, como la inductancia L es dependiente de parámetros constructivos, para una misma tensión en el balasto, la utilización de distintas frecuencias de red exigirá valores de L diferentes (diferentes balastos).

Además, para diferentes tensiones de red, como la tensión de la lámpara es constante, la tensión del balasto deberá ser diferente por lo que deberemos variar L (también diferente balasto).

Por otro lado, para diferentes intensidades de lámpara (I), la tensión del balasto y por tanto la tensión en lámpara, será diferente, por lo que un mismo balasto puede llegar a funcionar con varias lámparas diferentes.

2.2 BALASTOS ELECTRÓNICOS

Los balastos electrónicos tienen un principio de funcionamiento, en cuanto a su labor de limitación de corriente, idéntico a los electromagnéticos.

Si volvemos a la expresión anterior, al aumentar mucho la frecuencia, para una cierta tensión en el balasto y una intensidad de lámpara, la inductancia L será mucho más pequeña y por lo tanto las dimensiones de la reactancia y sus pérdidas también lo serán.

Los balastos electrónicos constan de un circuito que convierte la tensión de red en una señal de alta frecuencia (alrededor de 40 kHz) que se aplica a un balasto electromagnético muy pequeño. Además incorporan circuitos para la compensación de potencia y para el encendido de las lámparas.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS BALASTOS

Podemos clasificar los balastos de dos formas:

- Según su sistema de instalación.
- Según su modo de funcionamiento.

3.1 CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU SISTEMA DE INSTALACIÓN

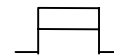
Balastos independientes

Son aquellos que pueden ser instalados separadamente de una luminaria. Para ello llevarán un tratamiento superficial especial para soportar las condiciones de intemperie y un grado de protección adecuado al lugar donde se instalen.

Normalmente son balastos que van encapsulados en resina dentro de una envolvente adecuada.

Estos balastos no son adecuados para su instalación dentro de luminarias u otros recintos semejantes puesto que un eventual aumento de la temperatura dentro de la luminaria por diversas causas podría llegar a causar la degradación de la resina aunque no se dañe el balasto en absoluto.

Llevan un símbolo representativo de su clasificación.



Balastos a incorporar

Balasto destinado a ser instalado dentro de una luminaria o recinto similar.

Balasto integrado

Es aquél que constituye un elemento no reemplazable de la luminaria.

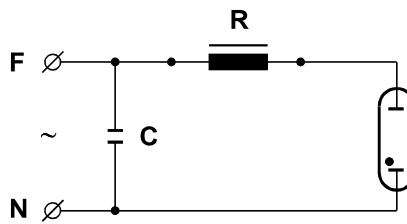
3.2 POR MODO FUNCIONAMIENTO:

3.2.1 Balastos de choque

Es el tipo de balasto más comunmente utilizado.

Los balastos de choque son una reactancia que se puede considerar puramente inductiva pues su componente resistiva se desprecia a efectos de impedancia aunque no a efectos de rendimiento.

Su conexión se realiza en serie con la lámpara tal y como se indica en la figura



REACTANCIA DE CHOQUE

Consta de una bobina de hilo de cobre arrollada en un soporte aislante y montada sobre un núcleo magnético con entrehierro.

La combinación de una reactancia inductiva con una lámpara de descarga da lugar a factores de potencia bajos (alrededor de 0.5) y ,por lo tanto, deben ser corregidos por medio de condensadores en paralelo con red, como caso más generalizado o en serie, montados en circuitos dúo en lámparas fluorescentes.

Este tipo de reactancia es la más económica, de menores dimensiones y que presenta menos pérdidas de todas las electromagnéticas. Sin embargo, tiene varios inconvenientes que enumeramos a continuación:

- Pobre regulación de potencia: Variaciones de tensión de red de un 10% pueden someter a la lámpara a variaciones de potencia de un 20%, lo cual puede acortar de forma notable la vida de la lámpara.

Esto se puede corregir en parte con la utilización de reactancias con toma para varias tensiones (p.e. 220V-230V) y seleccionando en todos los casos la reactancia y/o toma más adecuada a la tensión de funcionamiento que se prevea (según horas del día de máximo funcionamiento, situación de la instalación respecto a la acometida, etc.).

También hay que hacer notar que la regulación ante variaciones de tensión de arco de la lámpara, esta reactancia se comporta adecuadamente, pues aumenta o disminuye el valor de intensidad manteniendo la potencia constante dentro de un límite.

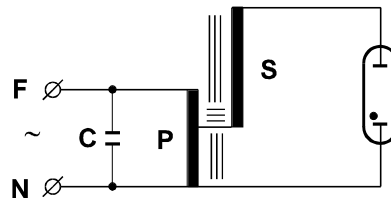
- La corriente de arranque es elevada respecto a la de funcionamiento, lo cual ha de tenerse en cuenta tanto a la hora de dimensionar los conductores como las protecciones en los circuitos.

- Requieren dispositivos adicionales para el encendido de las lámparas ya sean arrancadores, cebadores, o condensadores.

Como norma general se recomienda que este tipo de reactancias se utilice cuando la variación de tensión de alimentación no varíe en más de un 5 % respecto a la nominal de la reactancia.

3.2.2 Balastos autotransformadores

Estos están constituidos por un autotransformador de dispersión cuyo funcionamiento consiste en aportar una tensión adecuada para el encendido de las lámparas cuando la tensión de red es insuficiente y, una vez producido el encendido, regular la intensidad de lámpara mediante su circuito secundario. El esquema eléctrico es el indicado en la figura



REACTANCIA
AUTOTRANSFORMADORA

Este tipo de balasto también da como resultado al combinarse con la lámpara un factor de potencia bajo por lo que, igual que en las reactancias de choque, será necesario conectar un condensador en paralelo con la red para corregir el factor de potencia a valores adecuados.

El uso de estos balastos tiene dos aplicaciones esenciales:

- Elevación de tensión de red para hacer posible el encendido mediante dispositivos externos (cebador o arrancador).

Este caso sería el de intentar encender en una red de 127V un tubo fluorescente de 36W, cuya tensión de arco es 103V y la tensión mínima de encendido es de 180V en red (con cebador).

Se ha de hacer notar que este problema no existiría en un tubo lineal de 18W, con una tensión de arco de 57V y una tensión mínima de encendido de 103.5V, por lo que podrá funcionar con un balasto de choque de 127V (esto no es válido para una lámpara fluorescente compacta de 18W, cuya tensión de arco es 100V).

- Elevación de la tensión de red para provocar el encendido a través de la propia tensión de salida de la reactancia.

Este caso sería el del encendido de las lámparas de SBP o del arranque instantáneo mediante alta tensión aplicada a lámparas fluorescentes de cátodo frío (con una sola espiga en sus extremos), no válidas para encendido con cebador.

Al igual que las reactancias de choque, tienen una regulación de potencia pobre frente a variaciones de tensión de red y presentan mayores pérdidas que aquéllas.

Una versión equivalente a estos balastos sería la formada por un autotransformador normal y una reactancia de choque en serie.

3.2.3 *Balastos autorreguladores:*

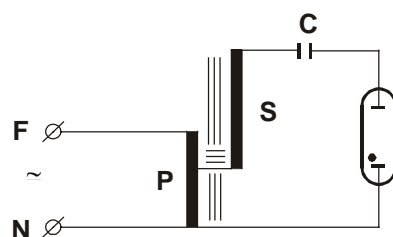
Son balastos semejantes a los autotransformadores. Constan de un autotransformador de dispersión con zonas de saturación combinado con un condensador en serie.

El autotransformador da una tensión de vacío suficiente para encender la lámpara (300-400V) y una vez encendida ésta, la parte de bobinado de secundario acoplado al primario junto con el condensador realizan la labor de estabilización y limitación de la corriente.

Con el condensador se consigue un adelanto de la corriente y un factor de cresta de la misma adecuado para el sostenimiento de la descarga, además de conseguirse una compensación con un $\cos\phi$ aproximado de 0.9.

Como característica de funcionamiento más importante es la buena regulación de potencia de la lámpara respecto a variaciones de tensión de red (del orden de 10% para variaciones de red del 10%), además de la estabilidad de la lámpara aun con tensiones de red muy bajas. A su vez, la corriente de arranque no es superior a la nominal.

Su conexión se realiza según podemos observar en la figura.



REACTANCIA
AUTORREGULADORA

En el capítulo de los inconvenientes figura su tamaño, elevadas pérdidas, necesidad de un condensador de al menos 450V y tolerancia inferior al 5%. Todo ello implica un coste más alto.

Este balasto se utiliza generalmente en lámparas americanas y su uso en Europa no está muy extendido.

3.2.4 Balastos de doble nivel de potencia.

Este tipo de balastos son un caso particular de los de choque.

Constan de un arrollamiento con una toma intermedia de forma que entre un extremo y la toma se tiene un número de espiras tal que la impedancia es nominal, por lo que la lámpara funcionará normalmente dando sus parámetros nominales de intensidad, tensión y potencia.

Entre la toma y el otro extremo se han arrollado un número de espiras tal que la impedancia total del balasto aumenta su valor, por lo que disminuyen los valores de intensidad, potencia y flujo luminoso en la lámpara, así como la potencia total absorbida.

Ello se puede aprovechar para conseguir un ahorro energético reduciendo el nivel de iluminación a ciertas horas donde no es necesario un elevado nivel de iluminación para una buena visibilidad.

Su funcionamiento es el siguiente:

A una hora determinada del día, bien por telemando, por célula fotoeléctrica u otro sistema, se conectan los puntos de luz utilizando las conexiones de la reactancia a nivel nominal por lo que las lámparas darán su máximo nivel de iluminación. Pasadas unas horas se conmuta mediante un relé la conexión intermedia de la reactancia de forma que en serie con la lámpara queda la impedancia total de la reactancia por lo que se reducirá su nivel de iluminación.

La conmutación de nivel se puede realizar de dos formas:

- Mediante un relé conectado en cada reactancia. Este relé está alimentado por una línea de mando gobernada por un contactor desde el cuadro de control donde hay instalado un reloj que determina la hora en la que debe conmutar.
- Mediante un relé temporizador instalado en cada punto de luz. En este caso no se necesita línea de mando y suele utilizarse cuando se quieren instalar puntos de luz con doble nivel de iluminación en una instalación existente donde no hay línea de mando.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la necesidad de que el encendido de la lámpara se realice con la impedancia nominal de la reactancia y por tanto, con nivel máximo de iluminación.

Normalmente las reactancias de doble nivel se conexionan de forma que para el encendido de las lámparas o funcionamiento a nivel máximo la línea de mando debe estar con tensión. Para reducir el nivel, se debe quitar la tensión de la línea de mando.

Esto es debido a que normalmente es mayor el número de horas que se trabaja a nivel mínimo y así el relé no está excitado por lo que disminuimos su consumo.

El descenso de nivel de iluminación máximo es aproximadamente del 50% del flujo luminoso nominal. Mayores reducciones pueden dar lugar a inestabilidad en el funcionamiento de la lámpara.

Este nivel de reducción de iluminación se consigue con unas reducciones de potencia absorbida de alrededor de un 30%.

La reducción de potencia es únicamente posible en las lámparas de SAP standard y MAP.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS BALASTOS

4.1 Tensión nominal

Es la tensión de red a la que el balasto cumple todas sus especificaciones de funcionamiento y calentamiento normal en su funcionamiento con lámpara.

Para que un balasto cumpla sus valores nominales de funcionamiento no debe variarse su tensión nominal. Así por ejemplo, una reactancia para 220V se puede conectar a 230V pero los valores de funcionamiento de la lámpara, así como los calentamientos que tenga la reactancia no serán los nominales. Siempre que se conecte una reactancia se debe tener especial cuidado en la elección de su tensión nominal de acuerdo a la tensión prevista o medida en la instalación para conseguir un óptimo funcionamiento.

4.2 Frecuencia nominal

Es la frecuencia de la tensión de red. Ya se ha visto anteriormente como una variación de frecuencia implica una variación en la inductancia de la reactancia necesaria y por lo tanto reactancias de diferentes frecuencias no son intercambiables. Si se conecta una reactancia de 60 Hz en una red de 50Hz, los consumos se dispararían y tanto las lámparas como los balastos podrían sufrir deterioros. El caso contrario de conexión

llevaría a una reducción del consumo, el nivel de iluminación e incluso al apagado de los puntos de luz.

4.3 Intensidad

Es la intensidad nominal de la reactancia en funcionamiento inductivo.

En funcionamiento normal este valor puede variar dentro de unos límites según la regulación de la reactancia, el grado de envejecimiento de la lámpara, etc.

4.4 Potencia

Es la potencia de la lámpara o lámparas para la que está prevista la reactancia. Así, una reactancia de 65W es una reactancia que está prevista para funcionar con una lámpara de 65W, pero no puede funcionar con una lámpara de 40W y otra de 25W si no está especificado.

Normalmente, a mayor potencia de lámpara, la impedancia de la reactancia es menor y por tanto conectar una reactancia de una potencia determinada con una lámpara de menor potencia implicaría unos consumos muy superiores y una posible destrucción de la lámpara y/o la reactancia.

4.5 Temperatura máxima en el arrollamiento (T_w)

Es la temperatura máxima a la que puede estar sometido el arrollamiento, teniendo en cuenta su propio calentamiento como el de su entorno, de forma que si no se supera, la vida de la reactancia, funcionando en condiciones normales, debería ser de un mínimo de 10 años (según norma).

El valor de T_w de una reactancia viene determinado por la calidad de sus materiales y hoy en día el valor máximo que se maneja es el de 130°C.

El marcar este valor implica que los arrollamientos de la reactancia han tenido que soportar una temperatura de 232°C durante 30 días sin merma de su funcionamiento tanto a nivel de aislamientos como de valores eléctricos.

Este valor de T_w se debe medir siempre dentro del alojamiento en el que vaya instalada la reactancia puesto que depende del grado de disipación de calor que ésta le ofrezca.

4.6 Incremento de temperatura en el bobinado (ΔT).

Es el incremento de temperatura en el arrollamiento debido al funcionamiento propio de la reactancia y depende de las pérdidas propias y del grado de disipación que tenga.

Hay dos medidas del ΔT . La correspondiente a funcionamiento normal (que se suele indicar en todas las reactancias de descarga) y la correspondiente a funcionamiento anormal, más específica de las reactancias de fluorescencia y que corresponde al incremento de temperatura en el arrollamiento cuando se cortocircuita el cebador.

4.7 Factor de potencia (λ)

Es el factor de potencia que resulta de la conexión de la reactancia con la lámpara sin compensar y para el cual se tiene la intensidad nominal.

Si con un condensador se asegura un valor de λ' , el valor de intensidad compensada (I_{AF}) será aproximadamente de :

$$I_{AF} = I_{BF} \cdot \frac{\lambda}{\lambda'}$$

siendo I_{BF} la intensidad de lámpara (sin compensar).

4.8 Condensador para un $\cos\phi =$ (marcado).





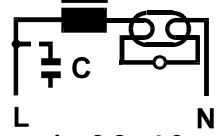
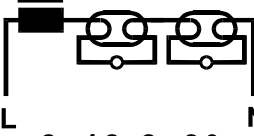
Es el valor del condensador que, situado en paralelo a red o en serie en los circuitos fluorescentes tipo dúo, da un factor de potencia especificado o superior a 0.85. Se debe tener en cuenta que la tolerancia del condensador puede hacer variar el valor marcado pero las normas permiten una desviación de 0.05.

Normalmente los condensadores que se utilizan para conexión en paralelo son de una tolerancia de entre el 5 y el 10% en capacidad y de una tensión superior a la de red (250V para red de 220-230V).

Por otro lado, los condensadores para conexión en serie deben tener una tolerancia más estrecha (sobre el 4%) y de una tensión muy superior a la de red (450V para una red de 220-230V), por lo que resultan más caros, además de que su tolerancia puede llegar a influir de manera notable en la corriente de lámpara.

4.9 Identificación de reactancia

En cualquier reactancia vienen indicados en su anagrama una serie de características nominales de funcionamiento, como podemos ver en el siguiente ejemplo de una reactancia para lámpara fluorescente de 40W

 LAYRTON MADE IN EU TIPO : ARC 40/23 40 W 230 V 50 Hz tw130 Δt ind 60/150   	LAMP. (W) 1 x 36 - 40	A 0,430 0,450	λ 0,52 IND. 0,52 CAP.
	 L N 1 x 36 - 40 C = 3,4 μF ± 4% 450V	 L N 2 x 18 - 2 x 20	

5. NORMATIVA

Las normas aplicables para los balastos son:

UNE-EN 60920	Fluorescencia (Seguridad).
UNE-EN-60921	Fluorescencia (Funcionamiento)
UNE-EN-60922	Descarga, excepto fluorescencia (Seguridad).
UNE-EN-60923	Descarga excepto fluorescencia(Funcionamiento)
UNE-EN-60928	Balastos electrónicos (Seguridad).
UNE-EN-60929	Balastos electrónicos (Funcionamiento).
UNE-EN-60598	Luminarias.
UNE-EN-60081	Tubos fluorescentes.
UNE-EN-60901	Fluorescentes de casquillo único.
UNE-EN-60662	Lámparas SAP.
UNE-EN-60192	Lámparas SBP.
UNE-EN-60188	Lámparas MAP.
UNE-EN-55015	Interferencias electromagnéticas.
UNE-EN-61547	Inmunidad.
UNE-EN-61000-3-2	Armónicos.