

BALASTOS ELECTRONICOS AHORRO DE ENERGIA - MEJOR FACTOR DE POTENCIA

Departamento Técnico de Industrias Wamco S.A.

Cada vez es mayor la tendencia mundial a utilizar balastos electrónicos para alimentar lámparas fluorescentes. El uso de este tipo de balastos permite aprovechar mejor los recursos energéticos que se destinan a la iluminación, porque se obtiene mayor cantidad de lúmenes/W comparado con los sistemas con balastos magnéticos.

Hay varios factores que permiten el ahorro de energía con el uso de balastos electrónicos, entre ellos el mayor rendimiento de la lámpara en alta frecuencia y menores pérdidas en el balasto.

1. Rendimiento de la lámpara

Los balastos electrónicos trabajan a frecuencias superiores al límite audible, o sea por encima de los 18 KHz. En la Fig. 1 se observa cómo un aumento de la frecuencia de alimentación de la lámpara produce un aumento del rendimiento lumínico de aproximadamente el 10%.

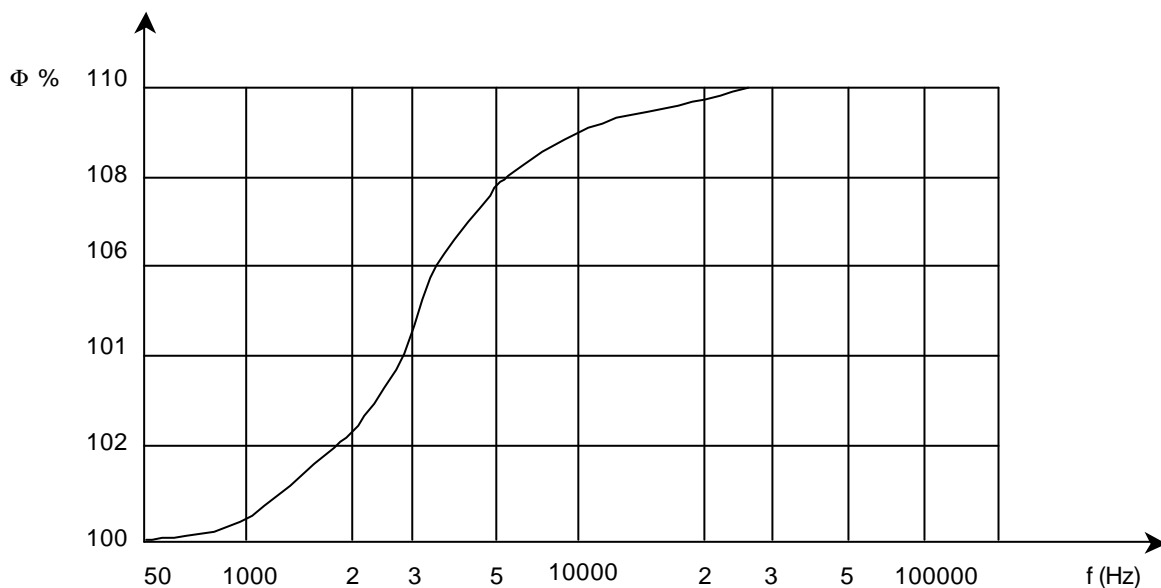


Fig. 1 - Flujo luminoso en función de la frecuencia de la corriente de lámpara

Utilizando balastos electrónicos a frecuencias por encima de 20 KHz se logra un ahorro de energía, dado que es necesario entregar un 10 % menos a la lámpara para obtener igual flujo luminoso que el obtenido a 50 Hz con balastos magnéticos.

El fenómeno de mejora en el rendimiento en alta frecuencia se explica a partir del cambio en la forma de la onda de tensión de arco, como puede verse en la Fig. 2.

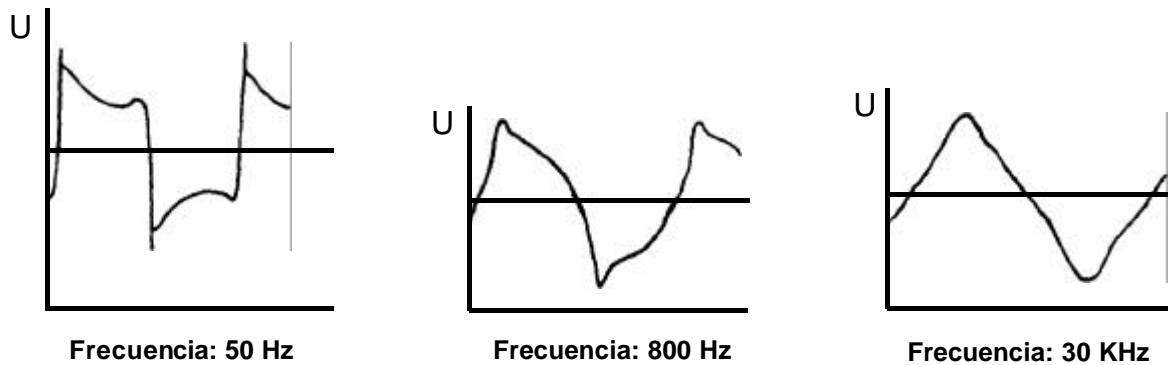


Fig. 2 - Curvas de tensión de arco en función de la frecuencia

Los picos que se observan a baja frecuencia en la forma de onda representa un consumo de energía adicional que necesita la lámpara para sostener la ionización, dado que cerca de los cruces por cero algunos iones se alcanzan a recombinar, es decir comienza el apagado de la lámpara. Al variar la tensión de alimentación lentamente (baja frecuencia) el efecto es más notable.

Al aumentar la frecuencia, aumenta la velocidad del cambio alrededor del cruce por cero los iones no tienen tiempo de recombinarse, por lo que no necesita esa energía adicional, y desaparecen los picos en la forma de onda de la tensión de arco.

2. Pérdidas en el balasto

Al trabajar los balastos electrónicos en frecuencias altas, los elementos para controlar la corriente de la lámpara disminuyen de volumen y, en consecuencia, se reducen las pérdidas que producen.

Cabe aclarar que los núcleos magnéticos usados en los balastos electrónicos son de material cerámico, pequeños y de baja pérdida.

Por ejemplo, en un sistema de 2 lámparas de 36 W, las pérdidas de los balastos magnéticos serán de alrededor de 20 W (10 W por cada balasto).

Un buen balasto electrónico para 2 lámparas de 36W tiene típicamente pérdidas de 6 a 7W.

3. Mejora de rendimiento de la luminaria

Los artefactos almacenan parte del calor generado por las lámparas y los balastos.

En las luminarias con balastos electrónicos, la temperatura de la lámpara es menor que en el caso de luminarias con balastos magnéticos, porque reciben menos energía para generar la misma cantidad de luz y además los balastos tienen menores pérdidas.

El rendimiento en lúmenes/W de la lámpara depende de la temperatura de trabajo.

En la Fig. 3 se observa una curva típica con un máximo en lúmenes/W para 25 °C.

Se aprecia en la figura que a alta frecuencia la disminución de rendimiento es menor que a baja frecuencia cuando la temperatura se aparta del valor óptimo.

Típicamente en una luminaria con 1 lámpara de 36 W, trabajando en un ambiente con una temperatura exterior de 25 °C, con balasto magnético, se medirá alrededor de 40 °C

en el recinto de la lámpara, mientras que en una con balasto electrónico se medirá 35 °C. En la Figura puede verse 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 el factor de depreciación es de 0,96. Es decir, se obtiene una mejora de 4 % en el flujo lumínico de la luminaria.

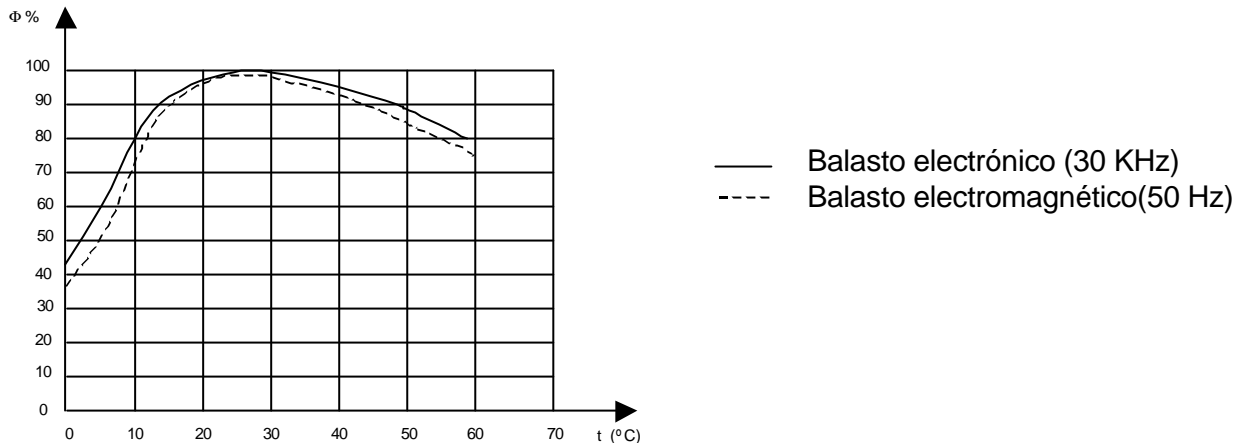


Fig. 3 - Flujo luminoso en función de la temperatura del recinto de la lámpara

4. Análisis comparativo de rendimiento

En la tabla siguiente podemos ver el comportamiento de una luminaria operando una lámpara de 36 W, con un balasto de 50 Hz, a la cual le entrega la potencia nominal, o sea, 36 W, y el de la misma luminaria operando con un balasto de alta frecuencia a la que le entrega 32 W.

Si suponemos un rendimiento de la lámpara trabajando a 50 Hz de 80 lm/W la mejora obtenida es del 37%.

Lámpara Fluorescente de 36 W

BALASTO	50 Hz	30 KHz
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 punto 3)	0,92 a 40°C	0,98 a 35°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)	10	3
P_T : Potencia de línea (W) $P_T = P_L + P_B$	46	35
η_T : Rendimiento total (lm/W) $\eta_T = \phi_U / P_T$	57,61	78,86
Aumento de eficiencia $\frac{\eta_T(30\text{KHz}) - \eta_T(50\text{Hz})}{\eta_T(50\text{Hz})} \times 100$		+37%

5. Contenido armónico de la corriente de entrada

En los balastos electrónicos, la corriente alterna de la red de alimentación se convierte a continua por medio de una etapa rectificadora, con diodos y capacitor electrolítico. Este proceso de rectificación produce deformación en la corriente de entrada, con alto contenido de armónicas y bajo factor de potencia, como se ve en la Fig. 4.

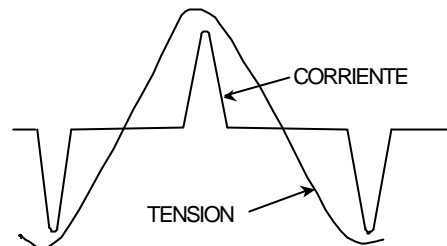


Fig. 4 - Forma de onda de la corriente de entrada del rectificador con capacitor

La forma de onda de la Fig. 4 tiene un alto contenido de armónicas, especialmente la tercera, que puede llegar a valores superiores al 80% de la fundamental. Esta tercera armónica y sus múltiplos impares en un sistema trifásico se suman directamente en el neutro y producen una corriente alta en dicho conductor.

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.

6. Factor de potencia

Una corriente de entrada deformada como la de la Fig. 4 tiene 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 contenido de componentes armónicas.

Con los balastos magnéticos convencionales el factor de potencia también está en el orden de 0.5 pero en este caso es inductivo y se puede 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.

Los balastos electrónicos para uso profesional tienen circuitos dedicados a la corrección de la forma de onda de la corriente de entrada, reduciendo el contenido armónico a menos del 15 % total, de modo de obtener un alto factor de potencia mayor a 0,96.

Las compañías de electricidad exigen a los usuarios un factor de potencia mayor a 0,85. En instalaciones con gran cantidad de balastos electrónicos estos deben ser de tipo profesional, con alto factor de potencia.