



## EVOLUCIÓN DE LAS LÁMPARAS HALÓGENAS EN ESTOS ÚLTIMOS AÑOS Y OTROS ASPECTOS

Desde que se introdujeron en 1958 las primeras lámparas halógenas, con una finalidad muy concreta, la de utilizarse en estudios fotográficos y en los proyectores de diapositivas, han experimentado muchos cambios como consecuencia de las carencias que se le han ido detectando y el afán de mejora que persigue toda actividad humana.

Al día de hoy presentan logros importantes y qué duda cabe que el mañana significará mayor número de cambios en su estructura, comportamiento, duración, brillo, consumo y por qué no, costo.

Comentaremos estas mejoras.

### TÉCNICA IRC.

Consiste en un recubrimiento en forma de finísima capa en el interior de la campana y que sirve para reflejar la energía térmica hacia el filamento espiral, lográndose con ello hasta un ahorro del 50% de energía eléctrica.

### TÉCNICA DE LOS PINES CON TRATAMIENTO ESPECIAL.

Para evitar la oxidación de las patitas de conexión, conocidas como pines, se han desarrollado unos modelos que los llevan con un baño de oro/platino

### TÉCNICA DE BAJA PRESIÓN.

Que consiste en reducir al valor de la atmosférica la presión interior cuando está frío el filamento, alcanzando, ya en funcionamiento, no más de 2,5 bares, con lo cual reducimos a cero el riesgo de explosión de la ampolla y por ello no es necesario colocar ninguna protección (cristal) en el apli-

que o en el aro.

Hay que significar que las primeras que se desarrollaron tenían una presión interna de 12 bares, que al calentarse subía a 22.

### TÉCNICA UV STOP.

También conocida como bloqueo a los UV.

Técnica consistente en un tratamiento del cristal de cuarzo que permite limitar hasta niveles muy bajos la emisión de rayos UV.

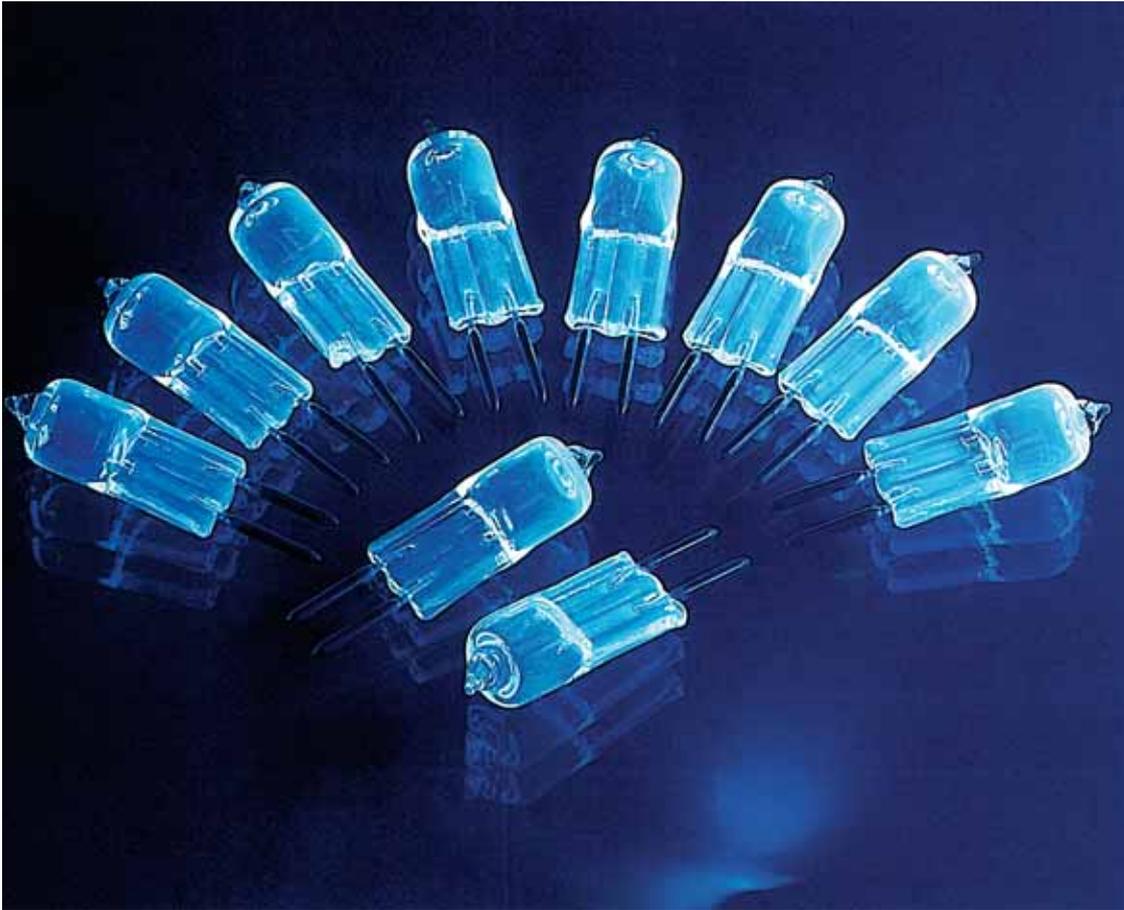


*Para apreciar si una lámpara tiene esta característica simplemente se la observa a la luz negra azul, que es la misma luz que se utiliza para verificar billetes falsos o sellos. El efecto es el que aparece en la página siguiente.*

### TÉCNICA DEL PINZADO PARA LAS AMPOLLAS DE LAS HALÓGENAS A TENSIÓN DE RED.

Consiste en un aplastamiento en el cuerpo de la lámpara que divide al filamento en dos mitades y permite, ante una sobreten-sión, la interrupción de la continuidad del filamento antes de 7 ms, evitando así la explosión de la ampolla, como puede ocurrir con los modelos anteriores.

Estos elementos, para diferenciarlos de los de 12 V, llevan una base de nuevo desarrollo conocida como G9, que tiene una forma característica (ver pág. 124 donde figuran todos los casquillos).



Efecto de las ampollas iluminadas a la luz negra azul.

### TÉCNICA DE LA LUZ FRÍA. TAMBIÉN LLAMADA COOL BEAM.

El reflector, especial de neodimio, reduce un 65% la radiación térmica del haz de luz.

### TÉCNICA DEL FILAMENTO AXIAL.

Para conseguir un mejor aprovechamiento de la luz emitida.

### TÉCNICA DEL REFLECTOR ALUMINIZADO.

Con este reflector con recubrimiento de aluminio se produce una reducción drástica de la carga térmica en la luminaria.

Todas estas mejoras podemos tenerlas presente cuando veamos los siguientes o similares pictogramas:



Filtro UV-STOP



“Lámpara autoprotegida”.  
Funcionamiento permitido en luminarias abiertas gracias a su técnica de baja presión.



Calidad de luz constante al 100% durante toda su vida.



Pitones dorados para la protección contra la corrosión.



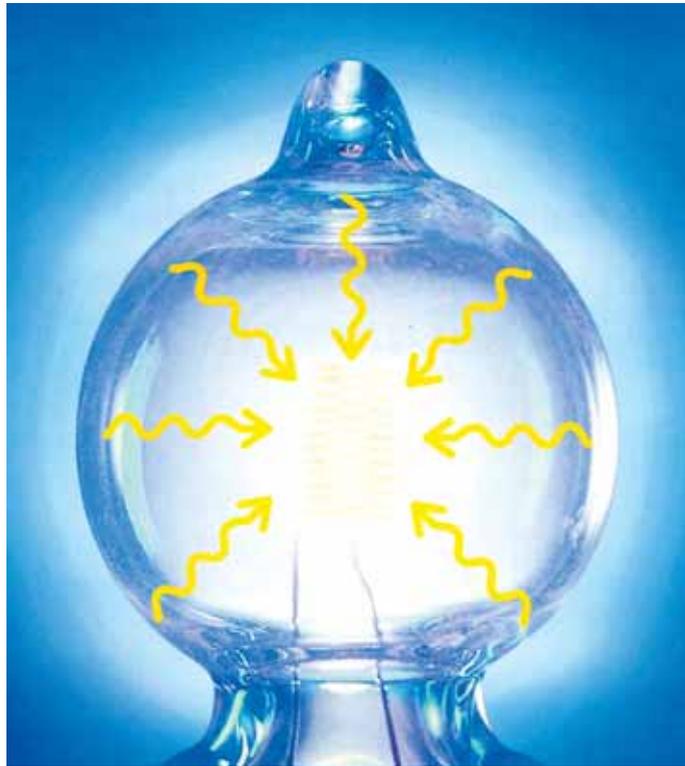
Reducción drástica de la carga térmica en la luminaria gracias a su reflector con recubrimiento de aluminio.



Filamento axial para un aprovechamiento óptimo de la luz.



Reflector de luz fría (COOL BEAM) que reduce la radiación térmica en el haz de luz.



*Aunque supongamos que las lámparas halógenas lineales no han tenido excesivo desarrollo conviene apuntar que la mayoría de los fabricantes incorporan en ellas la técnica del bloqueo a los rayos UV y también otra técnica, basada en colocar más puntos de fijación interna para el filamento, tendente a permitir que su posición de montaje sea universal, es decir que pueda ponerse en cualquier ángulo respecto a la horizontal.*

*Esto, desgraciadamente, no ocurre en todas las potencias y para saberlo bien conviene consultar el catálogo de nuestro suministrador. También es muy importante tener en la mente dos*

*consideraciones, una que tiene que ver con su instalación y es que jamás deberá colocarse una de estas lámparas fuera de una luminaria, ni en el interior ni en el exterior.*

*La otra, básica también, se refiere a su colocación y trata de llamar la atención sobre el resalte que tienen en el centro, que se corresponde con el tubito donde se ha practicado el vacío.*

*Esta protuberancia debe quedar hacia fuera, es decir a la vista, para evitar que pueda acercarse demasiado al reflector, si es que lo tiene, y así eludir calentamientos peligrosos para su duración.*

Si consultamos un catálogo veremos un símbolo:



*"En el caso de iluminación interior y exterior se tienen que instalar las lámparas en luminarias cerradas (según IEC 60598, EN 60598)."*

## EL COLOR Y LAS LÁMPARAS HALÓGENAS

Las dicróicas de colores permiten jugar todavía más con la luz.

Veamos los colores que podemos conseguir.



*Los colores básicos*

### ¿SON PELIGROSAS LAS CÁPSULAS HALÓGENAS?

Hubo un tiempo que se les atribuyó ciertas propiedades malignas, derivadas de la naturaleza de su espectro radiante, en el que se apreciaba una importante cantidad de radiaciones UV.

Cuando se planifica una instalación de iluminación pueden surgir problemas relacionados con la decoloración y con la salud, a causa de la luz y la radiación UV.

La utilización de lámparas que bloquean las emisiones UV es aconsejable para prevenir efectos sobre la piel de las personas, como eritemas, y sobre los ojos, conjuntivitis.

Iluminación de objetos sensibles a la luz.

La luz puede dañar los objetos, imaginemos un museo famoso de pinturas.

El riesgo, en la iluminación de interiores, es menor que el de la luz solar que puede llegar a alcanzar valores de 100.000 lux mientras que, en la mayoría de los casos, el nivel de iluminación interior permanece por debajo de los 2.000 lux.

Junto a la cantidad de luz producida, la composición espectral de la luz es también un factor determinante.

Los tonos azules, violetas y ultravioletas son los más nocivos. La luz solar tiene una composición espectral distinta de la luz artificial.

#### **Prevención de daños.**

Los efectos de la luz sobre los objetos

sensibles hacen que éstos se oscurezcan, amarilleen, se vuelvan quebradizos o se desintegren.

El daño es proporcional al tiempo de exposición y al nivel de iluminación, por lo que la mejor forma de prevenirlo es disminuyendo estos dos factores.

Como medida adicional se puede utilizar filtros.

Resistencia a la luz (solidez)

La resistencia de un objeto a la luz puede determinarse sometiendo muestras de los materiales que lo componen a un envejecimiento acelerado bajo una fuente de luz intensa. Después se comparan los valores obtenidos con los de materiales cuya resistencia a la luz es conocida, como por ejemplo los de la "Escala de resistencia a la luz", según la Norma DIN 54004:

**Tabla 1**

Resistencia a la luz Según DIN 54004	Tiempo de iluminación con luz día no filtrada de 1000lux (horas)
1	70
2	150
3	300
4	600
5	1.200
6	2.500
7	5.000
8	10.000

Los siguientes materiales son muy sensibles: acuarelas, sellos, impresos, pergaminos, manuscritos, tapicerías, plumas y cera.

Los que siguen son bastante menos sensibles: pintura al óleo, madera, corcho, piel sin curtir, hueso, marfil, asta, madreperla y caucho natural.

Y los que siguen son insensibles a la acción de la luz: cristal, esmalte, vidriados, cualquier tipo de piedra y metal, joyería.

En algunos materiales la sensibilidad a la luz puede diferir considerablemente según el tipo y la calidad. Los siguientes materiales son sensibles a la luz en distintos grados: pintura, barniz, tinta, plástico, papel, textiles y productos fotográficos.

**Tabla 2**

<b>Sensibilidad:</b>	
Nivel máximo de iluminación recomendado en lux	
Alta sensibilidad a la luz .....	50
Relativa sensibilidad a la luz .....	150
Poca sensibilidad a la luz .....	300



Limitar la intensidad de la luz. Filtros

Filtrando la luz se pueden reducir sus efectos perjudiciales. Con filtros UV se puede alcanzar un factor máximo de extensión de 4.1.

La única forma de aumentar este factor de extensión es filtrar también la parte azul de la luz visible, pero esto afecta negativamente a la fidelidad cromática y al rendimiento luminoso.

**Tabla 2**

Fuente de luz:	Factor de extensión con respecto a la luz sin filtrar de día		
	Sin filtro	Filtro de vidrio	Filtro UV
Luz del día	1.0	1.2	2.3
Lámp. Incand.	2.7	2.9	3.8
Lámp. Halóg.	2.3	2.5	3.5

Cálculo del tiempo de iluminación permitido

$$T = \frac{k \times t \times 1000}{E}$$

**Donde:**

**T** = Tiempo de iluminación permitido en horas

**k** = Factor de extensión según **tabla 3**

**t** = Tiempo permitido en horas a 1000 lux, con luz de día sin filtrar, según **tabla 1**

**E** = Intensidad de la luz en lux

A la luz del sol (100.000 lux) y con un factor de extensión de 1, el tiempo de iluminación permitido es:

$$1 \times 70 \times 1000 / 100000 = 0,7 \text{ horas}$$

Con una lámpara halógena (200 lux) y con un factor de extensión de 2,3, el tiempo de iluminación permitido es:

$$2,3 \times 70 \times 1000 / 200 = 805 \text{ horas}$$

Con luz halógena filtrada y un factor de extensión de 3,5, el tiempo de iluminación permitido es:

$$3,5 \times 70 \times 1000 / 200 = 1.225 \text{ horas}$$

**Ejemplo:** Papel prensa resistencia a la luz clase 1

## PORTALÁMPARAS PARA LAS HALÓGENAS

### Características de los portalámparas de las halógenas de baja tensión



Las lámparas halógenas son delicadas por muchos motivos, entre otros por su pequeñez.

Es evidente que los pines de conexión son, relativamente hablando, frágiles, porque está previsto conectarlos una sola vez y haciéndolo bien no tendremos problemas.

Seguramente si lo hiciéramos muchas veces, y con cuidado, tampoco se llegarían a romper.

También hay que añadir, como hemos ya visto, que las temperaturas que llegan a alcanzar las distintas partes de la lámpara son elevadas.

Por lo tanto debemos elegir unos portalámparas acordes

con la responsabilidad que van a tener.

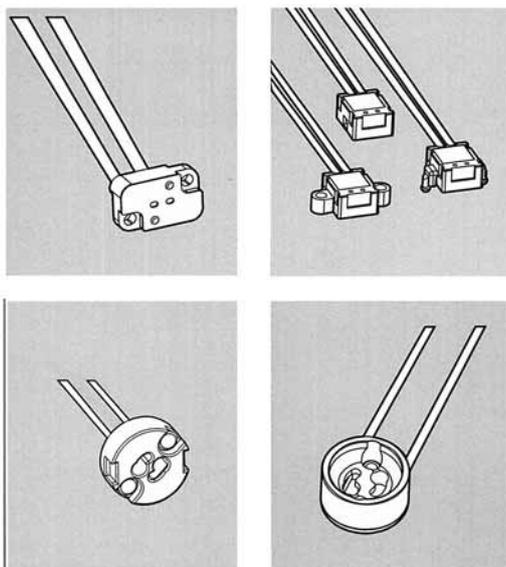
A los no familiarizados con ellos diremos que están formados por una cápsula, normalmente de porcelana con placas de mica y un par de cables rematados en una punteras.

Pues bien, es muy importante no escatimar unos céntimos en este conjunto, y si es posible utilizaremos el mejor.

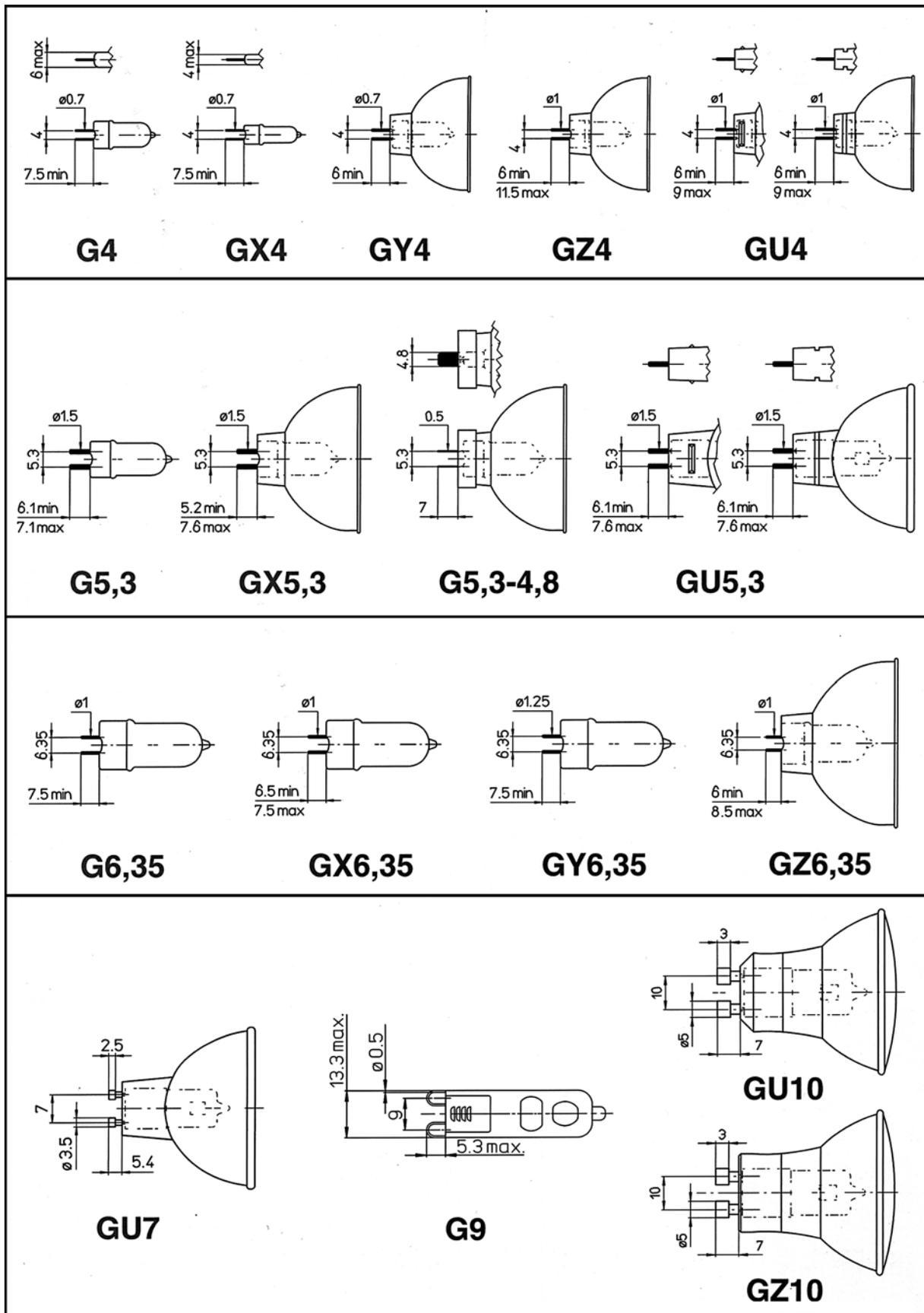
Para elegir bien es necesario conocer profundamente aspectos relativos a estos elementos:

Sabemos que existen lámparas halógenas de baja tensión y otros modelos que funcionan a tensión de red.

En principio conviene recordar de un simple vistazo con cuántos casquillos nos enfrentamos:



Casquillos halógenos



Casquillos halógenos

**Precauciones a considerar para un correcto funcionamiento y una larga duración de lámparas halógenas de BT y sus casquillos, en una instalación donde intervengan estas.**

- Consultar un buen catálogo general de portalámparas para elegir los más idóneos.
- Conseguir sólo la baja tensión con un transformador de seguridad.
- Jamás las lámparas se situarán en serie en la red de distribución. Es decir, ya que tenemos en la red 230 V y con 11,5 V funciona una lámpara, ponemos 20 lámparas en serie y en paz. Pues no, esto no debemos hacerlo.
- Asegurarse que los cables de salida del portalámparas no estén sometidos a tracción ni están aplastados por nada con el fin de que su sección no se debilite.
- Verificar las punteras finales de los cables para asegurarnos que no están aisladas. Utilizar, si es necesario, papel de lija.
- Proteger los portalámparas del polvo.
- Asegurarse que el aro o Spot es el apto para absorber el calor generado por la lámpara para evitar que el portalámparas trabaje a mayor temperatura de la prevista.
- No reemplazar una lámpara halógena a muy baja tensión por otra cuyos pines tengan un diámetro inferior (p.ej. no pasar de utilizar una lámpara G5,3 a utilizar otra G4), ver cuadro anterior.

**Definición de la temperatura T asignada a los portalámparas.**

Según la Norma EN 60838-1/IEC la temperatura asignada al portalámparas es la temperatura máxima a la que este puede ser utilizado (medida donde está el contacto eléctrico con el casquillo de la lámpara).

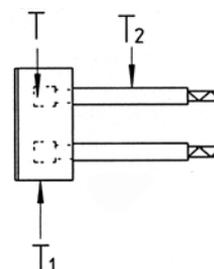
Los portalámparas marcados T... han satisfecho los ensayos de envejecimiento a T...+ 10° C durante 48 horas y de resistencia a T... + 35° C durante 168 horas.

El fabricante señala tres temperaturas:

**T** es la asignada al portalámparas

**T1** es la correspondiente a otras partes del portalámparas si es que son diferentes de T

**T2** es la signada al cable



*Temperaturas en el casquillo*

**Cables**

Habitualmente el fabricante de portalámparas los suministra con dos tramos de cable.

Es importante saber que podemos elegir cables con cuatro tipos, por lo menos, de aislamiento, en función de la temperatura que presumamos vayan a estar sometidos.

**PVC**, cloruro de polivinilo, que pueden soportar hasta 105° C

**SIL**, Silicona, cuando la temperatura puede llegar a ser de 180° C

**FEP**, teflón FEP, que soportan 180° C

**TF**, teflón TFE, que pueden llegar a soportar 250° C

**Precauciones a considerar para un correcto funcionamiento y una larga duración de lámparas halógenas a tensión de red y sus casquillos, en una instalación donde intervengan estas.**

- Estos portalámparas están fabricados para resistir las altas temperaturas emitidas por las lámparas halógenas lineales (300 °C en el extremo,

junto al casquillo y 600 °C en las partes centrales). Para conseguirlo se utilizan materiales y cables apropiados, vigilando la presión de los contactos: en los casquillos R7s y RX7s el elemento de contacto está fabricado en cobre con la punta de plata, siendo níquel puro en otros tipos de casquillos.

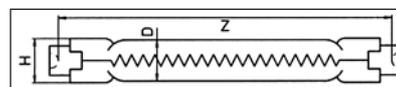
- Unos resortes de acero especial garantizan la presión adecuada.
- Los casquillos R7s y Rx7s montados sobre unas barras aseguran una presión óptima de los contactos comprendidos entre los valores máximo y mínimos previstos en el folio 7005-53-3 de la norma IEC61-2, cuando están montados los calibres apropiados a las diferentes longitudes.
- Una presión excesiva de los contactos ocasiona sollicitaciones mecánicas que pueden causar la ruptura de la lámpara en la proximidad de los casquillos, mientras que una

presión insuficiente provoca falsos contactos que entrañan sobrecalentamientos peligrosos en los puntos de contacto casquillo portalámparas.

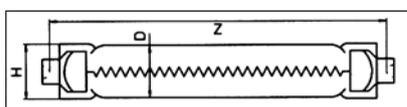
- Para garantizar una presión suficiente, después del montaje en el aparato de iluminación, la barra metálica sobre la que están fijados los portalámparas R7s y RX7s debe tener solidez en los extremos cuando está fijada sólo por un tornillo central.
- El montaje sólo de un conjunto de portalámparas cerámicos R7s y RX7s, suministrados sin barra metálica, debe respetar las indicaciones contenidas en la norma, respetando la distancia indicada en los catálogos de los fabricantes.
- Los aparatos de iluminación deben estar previstos para evacuar el calor producido por las lámparas con el fin de que la temperatura asignada a los portalámparas y a los cables no sea sobrepasada.

### Características de los portalámparas de las halógenas lineales

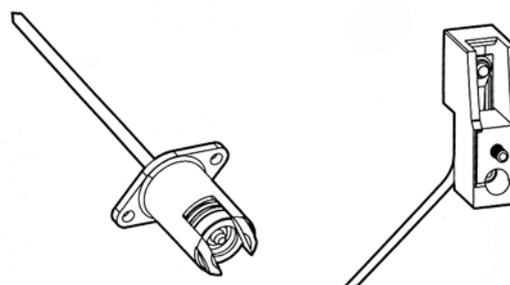
Watt		Z (mm ±1,6)	D (mm max)	H (mm max)
60	R7s	74,9	12	15
100	R7s	74,9	12	15
150	R7s	74,9	12	15
150	R7s	114,2	12	15
200	R7s	74,9	12	15
200	R7s	114,2	12	15
250	R7s	74,9	12	15
250	R7s	114,2	12	15
300	R7s	114,2	12	15
400	R7s	114,2	12	15
500	R7s	114,2	12	15
750	R7s	185,7	12	15



Watt		Z (mm ±1,6)	D (mm max)	H (mm max)
1000	R7s	185,7	12	15
1500	R7s	250,7	12	15
2000	R7s	327,4	12	15



Watt		Z (mm ±1,6)	D (mm max)	H (mm max)
1000	RX7s	138,1	21	22,4
2000	RX7s	138,1	27	



## EQUIPOS PARA EL ENCENDIDO DE LAS LÁMPARAS HALÓGENAS. TRANSFORMADORES

Para el encendido de las lámparas halógenas a tensión de red, no se hace necesario la incorporación de ningún elemento auxiliar, basta su conexión teniendo en cuenta la naturaleza de la lámpara, idónea adaptación a la luminaria y a falta de otras referencias, seguir al pie de la letra las instrucciones que proporciona el fabricante, normalmente muy completas porque se presume que intrínsecamente existe un riesgo por la elevada temperatura de funcionamiento.

Otra cuestión es cuando estemos utilizando lámparas a 12 V donde se hace necesario la utilización de un transformador. Este componente va siendo conocido por la mayoría de los ciudadanos y puede presentarse en dos variantes.

- Electromagnético.
- Electrónico.

### TRANSFORMADOR ELECTROMAGNÉTICO.

De este aparato se ha hablado con bastante detalle en la primera parte, páginas 35, 36 y 37 y por ello no vamos a insistir más que lo necesario para analizar con detalle los dedicados exclusivamente a acompañar a las lámparas halógenas.

Es un dispositivo electromagnético que proporciona normalmente 12 V aunque existan modelos que pueden suministrar una tensión de 6 V y otros una de 24 V.

Todos sabemos que en los almacenes las lámparas halógenas que más movimiento tienen son las de 12 V.

A estas tensiones se las conoce como muy baja tensión de seguridad (MBTS) y está definida por la norma EN 60742 como

aquella que llega a unos valores inferiores o iguales a 50 V, en corriente alterna o  $50 \times \sqrt{2}$  V en corriente continua entre cualquiera de los conductores y entre estos y tierra.

El divorcio del circuito de utilización del de la red de alimentación está garantizado por la separación galvánica proporcionada por el transformador de seguridad.

En consecuencia, no sólo la tensión de 12 V es la necesaria para que la lámpara encienda, sino que además esa tensión no es peligrosa para las personas.

Es decir, hemos obtenido en el secundario del transformador una tensión de 12 V a costa de la de la red 230 V, altamente peligrosa.

Por lo tanto conviene no juntar ambos circuitos bajo ninguna circunstancia.

Por este motivo una instalación de muy baja tensión se denomina de "seguridad" si existe una separación segura y eficaz entre ella y la instalación a tensión de red 220-230 V.

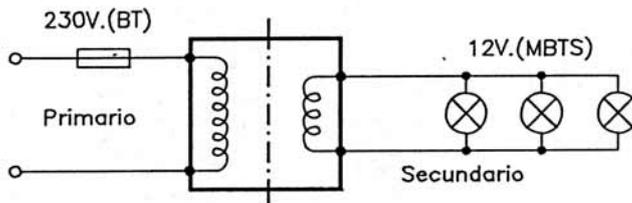
*Insistiendo en este aspecto debemos indicar que no basta con que los aparatos de alimentación (transformadores) sean de seguridad, sino también que los circuitos de baja tensión (BT) y muy baja tensión, se mantengan eléctricamente separados por una distancia o por una aislamiento reforzado.*

*De no ser así cabe el riesgo de que el circuito de MBT (muy baja tensión), accidentalmente se ponga a potencial de 220 o 230V, respecto a tierra, con lo que el peligro es inminente.*

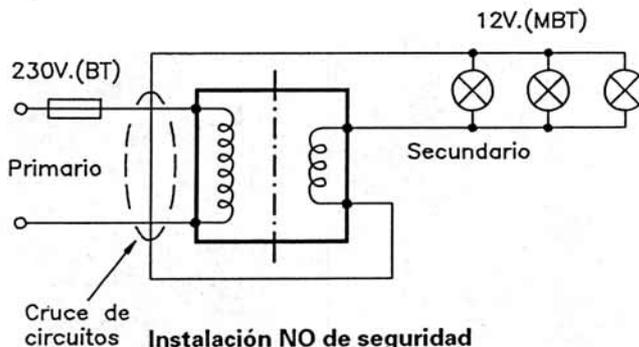
Este aislamiento de circuitos puede alcanzarse mediante canalizaciones distintas para los conductores de red y MBTS o separando e identificando muy bien ambos circuitos, además de utilizar conductores de doble aislamiento.

Si en algún caso no pudiera evitarse un encuentro entre los conductores de las dos partes, debe protegerse, el cruce entre los mismos, con forros aislantes con una rigidez dieléctrica no inferior a 4 kV.

Además los conductores de MBTS no



**Instalación de seguridad**  
Aislamiento > 4 KV.  
Circuitos totalmente separados.



**Instalación NO de seguridad**  
Aislamiento < 4 KV.  
Cruce de circuitos sin proteger.

Esquema de transformadores

deben hacerse pasar por un conducto metálico ni formar parte de un cable que esté provisto de cubierta metálica, por las capacidades parásitas que puedan aparecer.

Todos los circuitos deben estar protegidos contra las sobreintensidades (cortocircuitos y sobrecargas).



Ante tanta advertencia empezamos a darnos cuenta de que la calidad de un transformador es de vital importancia en una instalación, máxime cuando se dan una serie

de circunstancias como puede ser la imposibilidad de controlarla visualmente al estar oculta en un falso techo, normalmente.

Por esta circunstancia conviene conocer el producto que coloquemos o que prescribamos.

**¿Qué es importante conocer de un transformador electromagnético?**

Conviene saber la clase, esto es la resistencia a los choques eléctricos.

En el mercado existen, normalmente, dos modelos de transformadores electromagnéticos.

**Transformador electromagnético CLASE I:**

Es un transformador en el que la protec-

ción contra los choques eléctricos no cuenta únicamente con el aislamiento principal sino que incluye una medida de seguridad suplementaria bajo la forma de un medio de conexión tal como un borne de tierra, de manera que las partes conductoras accesibles no pueden volverse peligrosas en caso de defecto del aislamiento principal.

A esta familia pertenecen:



### (a) Transformador tipo reactancia.

Los modelos existentes en el mercado pertenecientes a esta clase, presentan, habitualmente, el formato de reactancia, están impregnados de resina, se les ha practicado el vacío en autoclave para conseguir la introducción en su interior de la resina, se les ha secado posteriormente en horno continuo y además llevan en su base un elemento amortiguador y por ello bloqueador de vibraciones.

### (b) Transformador toroidal.

Se trata de otra versión que se utiliza mucho en fuentes de alimentación para audio y que suele ser un elemento que suministran los fabricantes de estructuras luminosas (carriles) porque se adapta mejor, en algunos casos al diseño de la propia estructura, como luego veremos en imágenes.

Un transformador toroidal está formado por un núcleo en forma toroide, de chapa laminada al acero silicio G.O. de alta permeabilidad magnética y de bajas pérdidas, sobre el que se han bobinado un determinado número de espiras de hilo esmaltado de cobre de alta temperatura, clase H.

El devanado se extiende sobre toda la longitud del núcleo lo que aporta una superficie suficiente para evacuar el calor sin excesivos problemas, en consecuencia pode-

mos afirmar que la temperatura del transformador se mantiene dentro de unos márgenes aceptables. Normalmente la longitud de hilo de cobre que permite un determinado número de espiras es menor en un transformador toroidal que en su equivalente convencional, lo que representa reducida resistencia óhmica y, por ende, menores pérdidas caloríficas.

Lo mismo ocurre con otros fenómenos inherentes a los circuitos magnéticos, que se suavizan.

No es de extrañar por ello que la radiación parásita sea más débil.

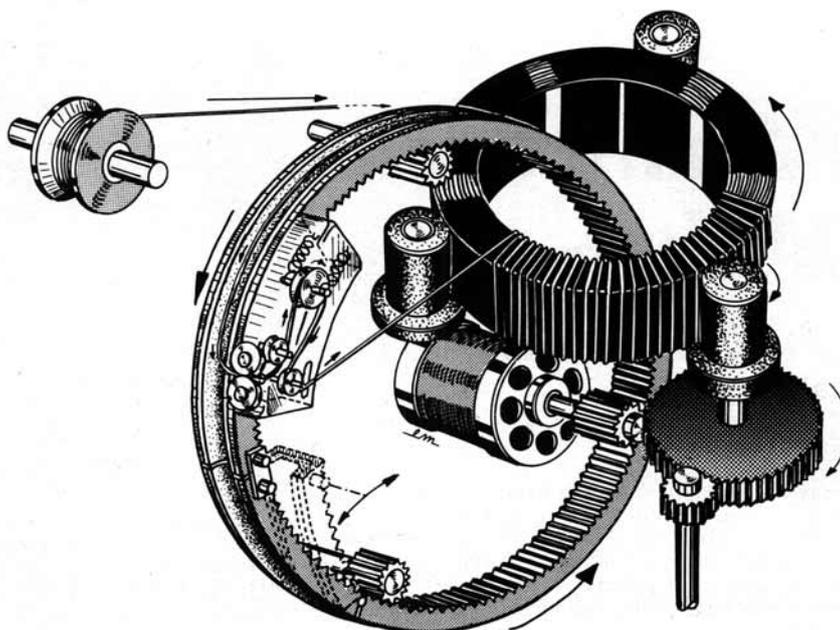
Lo mismo ocurre con el ruido, que suele ser característico de un transformador convencional, en mayor o menor grado.

Pues bien, el transformador toroidal presenta una ausencia casi total de zumbido.

El montaje del transformador en una caja se ve facilitado en gran medida por la presencia de un sombrerete metálico circular, cuya forma está adaptada a la del transformador, bastando con introducir sólo un tornillo a través del orificio central del sombrerete y fijar la correspondiente tuerca sobre el lado contrario del panel.

Pero, ¿Cómo se bobinan?

Simplemente observando el siguiente dibujo lo entenderemos:



Ventajas de los transformadores toroidales, en general:

En primer lugar el peso.

Uno de estos aparatos no pesa más de la mitad que uno convencional de las mismas características, llegando, en algunos casos extremos a ganar incluso 2/3 del peso.

Lo mismo le ocurre al volumen, si la densidad es la misma, pudiéndose llegar a un tercio del volumen de su homólogo de tipo ordinario.

Las pérdidas en el entre-hierro de un toroidal se reducen en un 90% respecto del conocido. Esta mejora es también sensible en lo concerniente al campo magnético radiado, siendo la diferencia notable cuando funciona en vacío.

Curiosamente, en un transformador convencional es en vacío cuando emiten la mayor radiación parásita y en estos no.

Sin embargo, en carga, cuando los clásicos se estabilizan respecto a este fenómeno, los toroidales son más latosos pero nunca hasta los límites de los otros.



*Finalmente debemos indicar que el material de alta calidad con que está fabricado el núcleo origina una corriente de cierre muy alta, mayor que la asociada a los convencionales, por ello es conveniente utilizar un fusible lento en el primario cuyo valor será de un 50% a un 100% superior al que utilizaríamos para proteger los que nos son más familiares.*

Ventajas de los transformadores toroidales, en iluminación:

Permiten una integración más fácil en ciertos apliques.

Por ejemplo en un flexo de mesa, sujeto a diseños muy estilizados será más fácil incorporarlo.

Debemos aclarar que estos aparatos pueden ir encapsulados y por ello ser de CLASE II, de la que vamos a tratar a continuación.

### **Transformador electromagnético CLASE II:**

Pertenecen a esta familia aquellos aparatos en los que la protección contra choques eléctricos no cuenta únicamente con el aislamiento principal, sino que incluye medidas suplementarias de seguridad tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado que consiste en la introducción del núcleo bobinado, una vez fabricado, en un recipiente plástico de unas medidas un poco superiores a las del conjunto con la finalidad de rellenar el volumen sobrante con una resina que cubriéndolo totalmente imposibilita, una vez seca, tener acceso directo al mismo.

Una tapa con los correspondientes bornes de conexión remata el aparato.

Por construcción estos modelos amortiguan mejor las vibraciones.

Podemos ver a continuación qué aspecto tienen.

*Transformador electromagnético clase II*



Hemos comentado antes que existen toroidales de clase II, veamos cómo son:

Protecciones en los transformadores electromagnéticos para lámparas halógenas.

### **Atención:**

*Es necesario que todos los transformadores de este tipo lleven algún tipo de protección.*



*Transformadores toroidales clase II*

Al estudiar las protecciones hay que considerar que la más sencilla puede ser intercalar un fusible en la línea, pero ¿cuál de las dos?, la línea del primario o la del secundario. Buena pregunta, pensarán algunos.

Otros lo tendrán clarísimo: Debemos ponerlo en el primario.

**Reflexionemos:**

En España sabemos lo que marca el R.E.B.T. y tenemos un PIA de 15 A para el circuito del alumbrado suponiendo una electrificación media de 5.500 W contratados.

**Ejemplo:**

En una vivienda con ese grado de electrificación ponemos 10 aros halógenos en la entrada con transformadores ferromagnéticos.

Supongamos que se produce un cortocircuito en el primario de uno de ellos.

*Saltará el PIA correspondiente.*

Supongamos que se comunica interiormente el devanado primario.

*El transformador se convierte en una estufa y puede salir ardiendo.*

Supongamos que se cortocircuita el secundario.

*Por aquello de que la potencia en el primario es igual a la del secundario, en teoría, debería saltar el PIA del circuito de alumbrado de la instalación...*

Supongamos que se comunica el devanado secundario.

*Volvemos a lo de la estufa.*

¿Qué hacemos?

Poner un fusible en primario de un calibre un 15 % superior a la intensidad que va a pasar, o sea 0,315 A.

Sin embargo...

Cuando se propone una solución hay que analizarla con la perspectiva que marca el tiempo. Vamos a pensar en dos cosas

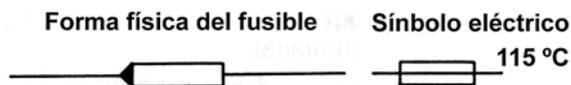
muy importantes que pueden ocurrir en el futuro.

- Una es que hay que "destapar" el techo para cambiar el fusible, o sea, sacar el aro y el transformador.
- La otra es que posiblemente, en la reposición se coloque un fusible no apropiado, de mayor calibre por ejemplo.

Para tener alternativas, los fabricantes proponen otro tipo de protecciones y así nos encontramos con:

- Protección térmica que al actuar desconecta pero deja inservible el transformador para siempre.

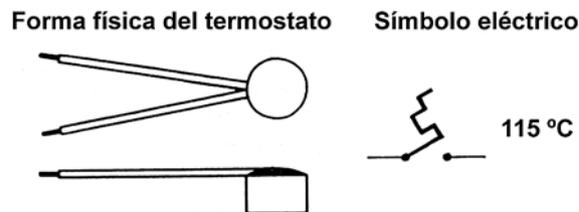
Consiste en instalar interiormente como protector, un fusible térmico, para que, en el supuesto de ocurrir una anomalía en el transformador, que provoque un exceso de calentamiento, que pueda alcanzar la temperatura de fusión, se interrumpe la alimentación del devanado primario. Si esto ocurre, queda inutilizado el transformador.



*Fusible térmico*

- Protección térmica que se rearma sola cuando ha pasado la calentura que creó la sobre intensidad. Podemos llamarlo termostato.

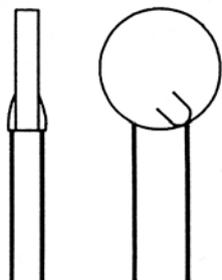
Consiste en un elemento bimetálico que al alcanzar la temperatura de disparo por una causa anormal de funcionamiento desconecta la alimentación del devanado primario.



*Fusible bimetálico*

- Protección PTC

Forma física



Símbolo eléctrico



Fusible tPTC

Consiste en un elemento PTC sensible a la corriente que lo atraviesa y a la temperatura.

Estos elementos presentan la singularidad de tener una resistencia interna muy baja con valores de corriente y temperatura normales a un valor casi infinito, al pasar los límites de intensidad o temperatura.

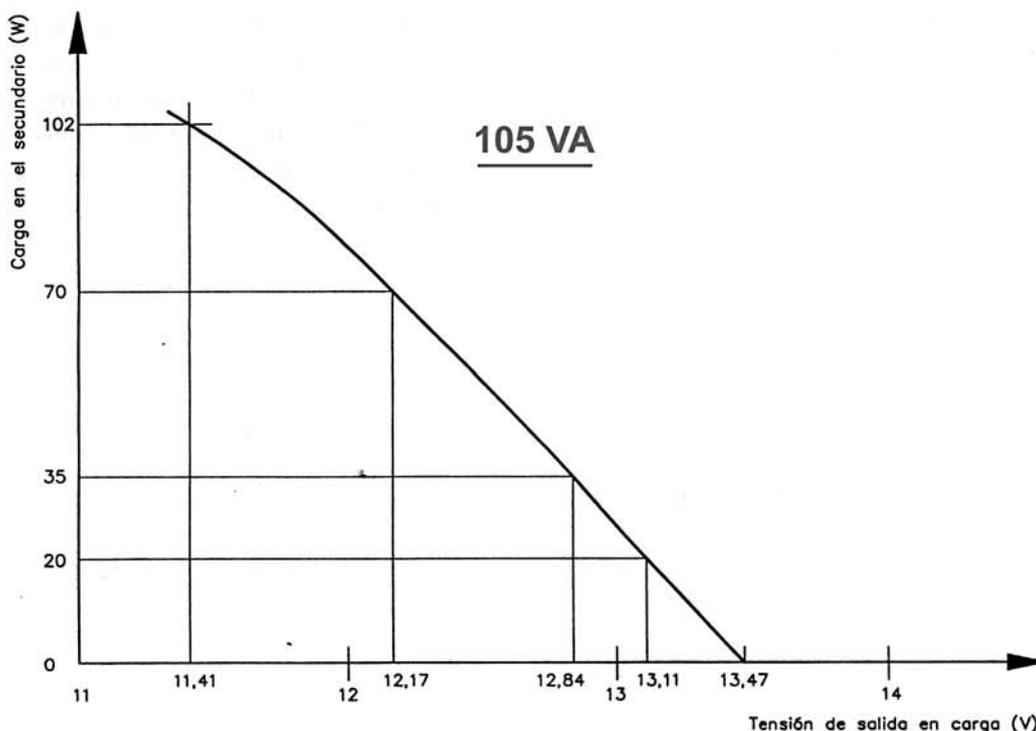
Intercalado en el circuito primario, si se presenta una irregularidad, bien por exceso de temperatura, o de carga, o de ambas a la vez, abre el circuito y así permanecerá hasta que no se desconecte la tensión.

Pasado un tiempo de enfriamiento, la PTC volverá a permitir el paso de la corriente, siempre y cuando se haya eliminado la anomalía que provocó la desconexión.

**Notas sobre la instalación de transformadores magnéticos.**

*En la instalación de lámparas halógenas de bajo voltaje sin transformador integrado, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:*

1. El modelo y la situación del transformador es muy importante.
2. Deberían instalarse solo aquellos transformadores separadores que cumplan con la normativa VDE 0551.
3. El transformador electromagnético debe funcionar, en la medida de lo posible, a la potencia nominal a la que ha sido construido (por ejemplo, un transformador de 105 W con tres lámparas de 35W), ya que el voltaje secundario aumenta con cargas inferiores, tal como se aprecia en la figura:



Variación del voltaje con la carga.



Dependiendo del tipo de transformador, este voltaje puede sobrepasar el voltaje nominal de la lámpara halógena, reduciendo su vida útil.

4. El transformador debe ser fácilmente accesible por ambos lados, con el fin de poder cambiar cualquier fusible estropeado, sin problemas.
5. Debe instalarse de forma que no se transmitan vibraciones a través del techo.
6. Aquellos aparatos que lleven las marcas   pueden instalarse en cajas o sobre superficies cuya inflamabilidad no sea conocida con ello garantizamos que ante un funcionamiento normal la temperatura de la superficie de apoyo de los transformadores mencionados no superará los 95°C ni llegará a los 115°C en caso de fallo.
7. Los modelos con la marca , según la normativa DIN 4102, son adecuados para su instalación en superficies cuyos materiales son

normales y ligeramente inflamables, con una temperatura de ignición de al menos 200°C y con una temperatura de deformación aún mayor.

Se incluyen en este tipo materiales como la madera o los conglomerados.

En superficies de instalación de hormigón, piedra o yeso, la marca  no es necesaria.

8. Deben montarse, siempre que sea posible, cerca de las fuentes de luz, pero a no menos de 30 cm para evitar efectos de recalentamiento.
9. Debido a que en las instalaciones de bajo voltaje circula una intensidad relativamente alta, por lo que el diámetro y la longitud del conductor y en consecuencia la caída de potencial, juegan un papel importante.

La caída de potencial va siempre acompañada de un descenso de la emisión de luz, es decir, un 30% menos de emisión de luz con una caída de potencial del 11%.

Secciones en mm <sup>2</sup>						
Potencia (VA)	Intensidad (A)	Distancia del transformador a la carga en metros				
		1	2,5	5	7,5	10
50	4,17	1,5	1,5	1,5	2,5	4
75	6,25	1,5	1,5	2,5	4	6
105	8,75	1,5	1,5	4	6	6
150	12,50	1,5	2,5	6	10	10
200	16,67	2,5	4	6	10	16
250	20,83	4	4	10	16	16
300	25,00	4	6	10	16	25
350	29,17	6	6	10	16	25
400	33,33	6	6	10	25	25
500	41,67	10	10	16	25	
600	50,00	16	16	25		
700	58,33	16	16	25		

Secciones de cables según distancias y potencias

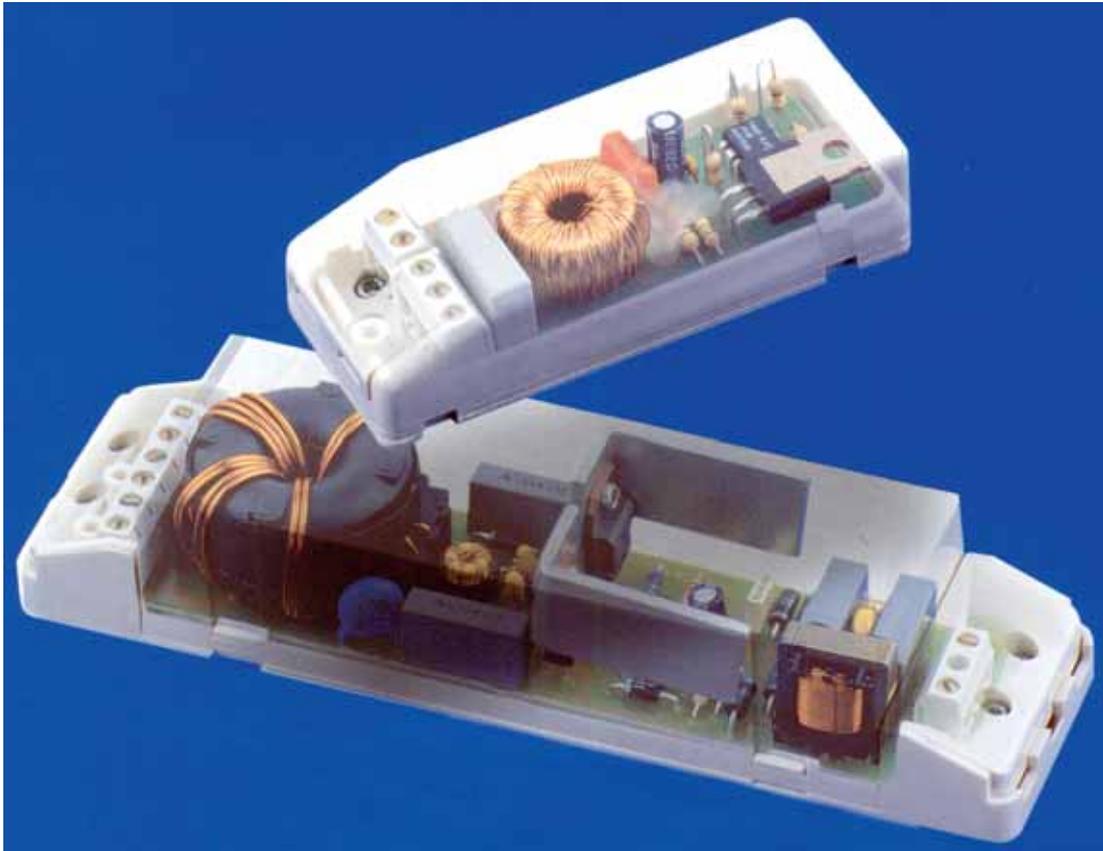
### TRANSFORMADOR ELECTRÓNICO.

También los avances de la electrónica

han intervenido en este campo y ha permitido la construcción de transformadores para aplicarlos a la iluminación.

En la imagen que aparece a continuación

podemos verificar cómo son por dentro:



*Tripas de transformadores electrónicos*

Presentimos, de lejos, la protesta de un lector que se está iniciando en el mundo de la iluminación y que comenta:

—*"Empezábamos a entender lo de los transformadores y ahora nos hablan de electrónica, ¿Por qué nos compli-can la vida?"*

—*"Lo sentimos, pero debemos aclararlo, no hemos sido nosotros, ha sido la evolución..."*

—*"¡Palabras!"*

—*"¡Por favor, tengamos la suficiente paciencia para leer y comprender el por qué de este nuevo aparato!"*

El transformador magnético tiene unas servidumbres importantes como son el peso, el tamaño y una muy importante que se refiere a la tensión de salida ideal, 11,5 V.

Pues bien, dependiendo de la carga, es

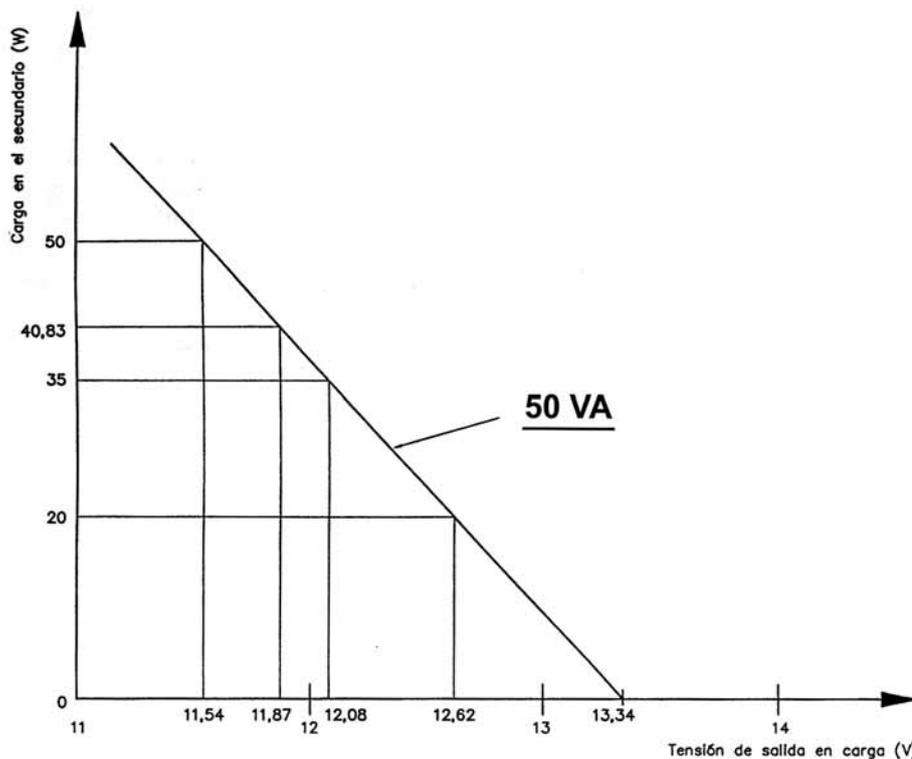
decir, del número de lámparas que conectemos al secundario y siempre que no lleguen a significar la potencia nominal del transformador, podemos encontrarnos con tensiones superiores a los 11,5 V, cosa que resulta mortal para las lámparas.

La explicación la encontramos en los gráficos que figuran en la página siguiente, donde se observa la variación de la tensión secundaria en función de la carga.

Otra gran servidumbre del transformador magnético es su consumo propio que puede llegar a ser preocupante cuando en una instalación se colocan muchos.

### **¿Qué es un transformador electrónico?**

Podemos definirlo como un convertidor reductor electrónico preparado para conectarse a corriente alterna a 230V 50-60Hz que se utiliza para alimentar lámparas halógenas a una tensión nominal de 11,5 V.



Variación de la tensión de salida con la carga.

Tiene un tamaño más reducido que su compañero el magnético y eso puede llegar a significar un problema ya que han existido corrientes tendentes a la fabricación de estos aparatos con unas medidas tan exiguas que ha peligrado la calidad de las instalaciones.

### Han contribuido a ello fabricantes italianos y españoles por no hablar de los chinos.

Tal vez la explicación hay que buscarla en que los fabricantes, espoleados por muchos usuarios, buscaban la total integración de lámpara y transformador en el mismo aplique. Aunque la idea era interesante, a veces no ha dado el resultado perseguido por problemas derivados de la pequeñez del transformador.

Podemos asegurar, por experiencias nefastas vividas, que existe un límite de tamaño, que de momento no puede reducirse y es el que nos garantiza junto con la categoría del fabricante y las marcas de las homologaciones correspondientes, la bondad del producto.

La electrónica permite una serie de posibilidades y entre otras la de regular la emisión de luz sin la utilización de accesorios, simplemente eligiendo el aparato capaz de poder hacerlo, normalmente gracias a dos bornes específicos donde se puede conectar una resistencia variable.

Y para terminar de hablar de estos transformadores diremos que significan también un ahorro importante en la energía eléctrica que se consume cuando existen muchos colocados ya que su propio consumo es inferior al que ofrecen los magnéticos.

### Protecciones en los transformadores electrónicos para lámparas halógenas.

**Cortocircuito:** En caso de quedarse el secundario cortocircuitado, el aparato deja de funcionar hasta que se suprime el cortocircuito.

**Sobrecargas:** El aparato lo detecta y deja de funcionar o lo hace en cortos periodos de tiempo, mientras no se suprime la sobrecarga.

**Calentamiento:** Los circuitos van equipados

con un dispositivo sensible a la temperatura que actúa cuando la temperatura ambiente supera la marcada, desconectando el aparato.

Soft-start (arranque suave): Estos transformadores suelen estar equipados con un sistema de conexión progresivo retardando el ciclo de encendido de la lámpara hasta que su filamento se encuentra a la temperatura ideal.

De esta forma se consigue aumentar la vida de la lámpara.

Y ante la duda de si son suficientes ventajas, podemos añadir más:

### TRANSFORMADORES ELECTRÓNICOS DIGITALES.

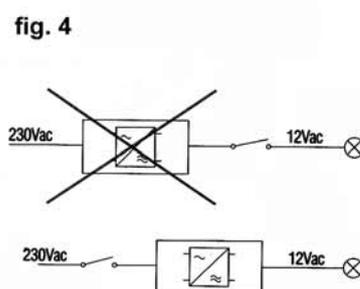
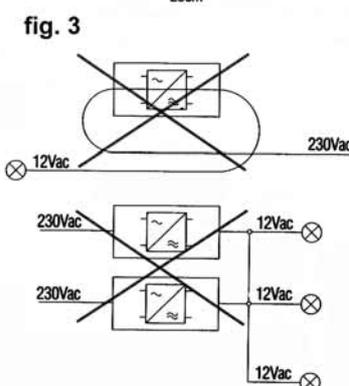
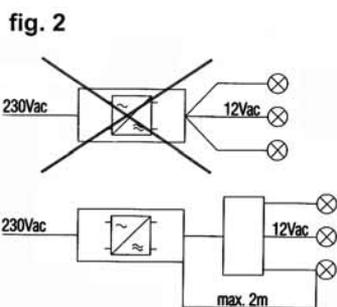
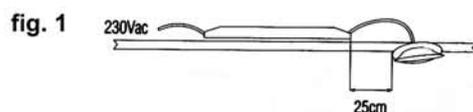
Presentan mayor estabilidad que lo analógicos, y un mejor comportamiento en la salida del secundario ante distintas cargas.

Permiten el diálogo, a través de ordenador, con una estación base.

En el supuesto de ser regulables admiten 256 estados diferentes, todos ellos estables y no susceptibles de perturbaciones electromagnéticas.

### Notas de instalación para transformadores electrónicos.

1. Conectar primero la o las lámparas asegurando un buen contacto y después la tensión de red; no colocar el convertidor cerca de la lámpara con el fin de evitar problemas de sobrecalentamiento fig.1.
2. Recomendamos no conectar 2 o más lámparas en la misma ficha, utilizar mejor una regleta adicional o distribuidores previstos para estos usos.
3. La longitud máxima de la conexión de la lámpara será de 2 m (cumplimiento de la normativa de radiointerferencias) fig.2.
4. La salida nunca debe conectarse con otros convertidos ni tampoco posicionarse cruzando la entrada fig.3.
5. Recomendamos situar el interruptor marcha/paro en el circuito primario fig.4.
6. Hay que considerar el campo de rendimiento del convertidor ya que una carga insuficiente puede producir oscilaciones ("flickering"), llegando a causar daños en el convertidor.
7. Debe resistir picos de tensión, según EN 61547.



Secciones de cables según distancias y potencias

8. Para la protección contra sobretensiones elevadas, producidas por la conexión de lámpara fluorescentes, lámparas de descarga, motores u otras cargas inductivas, separar los circuitos de alimentación del convertidor electrónico de estos dispositivos, de lo contrario pueden producirse daños en el convertidor.

conviene analizarlos con detenimiento por existir detalles muy importantes que diferencian unas marcas de otras.

Veamos una muestra y luego comentamos detalles.

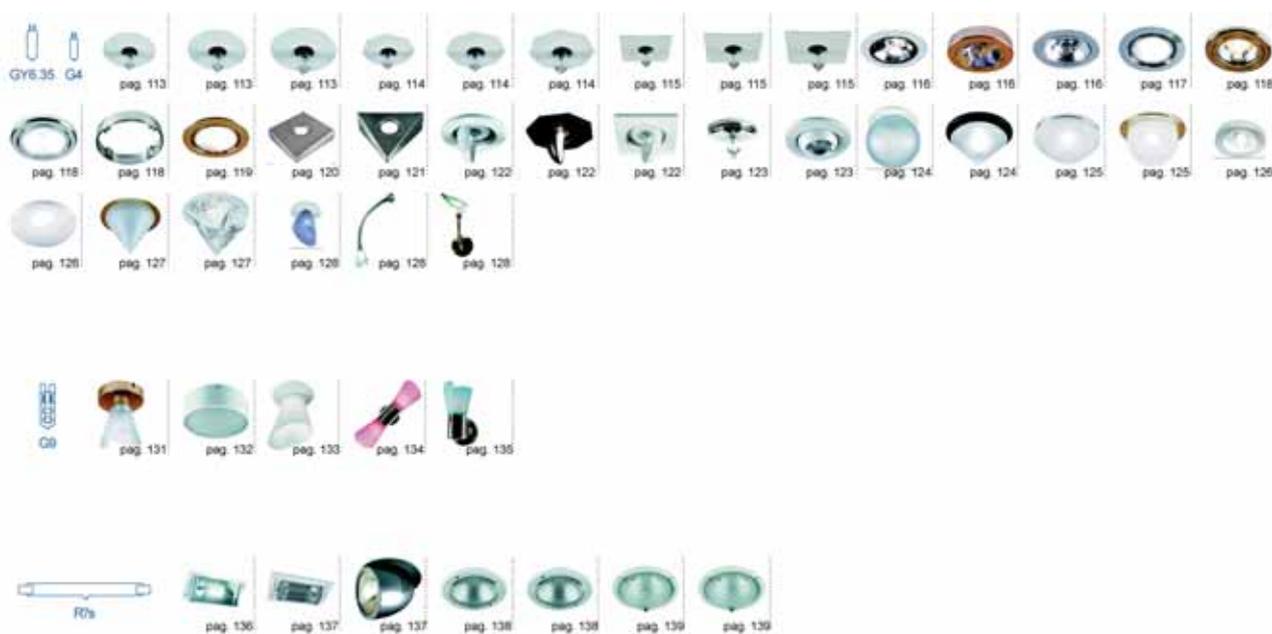
Todo aro que se precie debe llevar unas instrucciones de montaje para que todo aficionado al bricolaje sepa hacia donde deben dirigirse las atenciones y cuidados. No es lo mismo situar una serie de ellos sobre escayola que hacerlo sobre madera, en un bonito aparador para resaltar los objetos de plata, por ejemplo, situados en su interior.

### APLICACIONES DE LAS LÁMPARAS HALOGENAS

Permiten un sin fin de posibilidades que van desde los famosos aros o Spots de empotrar, que todo el mundo conoce, pero



*Aparatos de iluminación con lámparas halógenas*



*Aparatos de iluminación con lámparas halógenas*

A continuación reproducimos una síntesis de las instrucciones que acompañaban a

un aro halógeno que cayó en nuestras manos.

#### Instrucciones de montaje.

Sólo está permitido intervenir sobre la instalación eléctrica a personal autorizado y legalmente reconocido. Por seguridad recomendamos para la instalación o mantenimiento desconectar la entrada de la red eléctrica general de la instalación.

Determinar el lugar de empotramiento. Marcar un círculo de un centímetro menos que el total del diámetro del empotrable y cortar el círculo marcado.

Conectar un cable (mínimo de 20 cm.) a los 11,5V del transformador y los bornes de red del mismo a los 220V, e introducirlo en el interior alejándolo del empotramiento, dejando el cable de los 11,5V asomando en el hueco de empotramiento.

Conectar el cable de 11,5V y el del

portalámparas a la clema de conexión, y acoplar (según sea el modelo del empotrable) el soporte de conexión sobre la parte trasera del empotrable, (el portalámparas deberá quedar fuera del empotrable para su posterior conexión a la lámpara).

Introducir el empotrable presionándolo ligeramente las pinzas (hasta conseguir que se encuentren en sentido vertical) alojándolo en su empotramiento. Conectar la lámpara en el portalámparas e introducirla en el empotrable. Poner el aro de sujeción de la lámpara.

Limpiar con un paño seco las posibles huellas marcadas en el aparato y la lámpara, terminando así la instalación. Es el momento de conectar de nuevo la red principal de alimentación.

Otra reciente aplicación es la utilización de lámparas halógenas en las luminarias denominadas CARDAN de las que pode-

mos hacernos una idea observando las fotografías que aparecen a continuación.

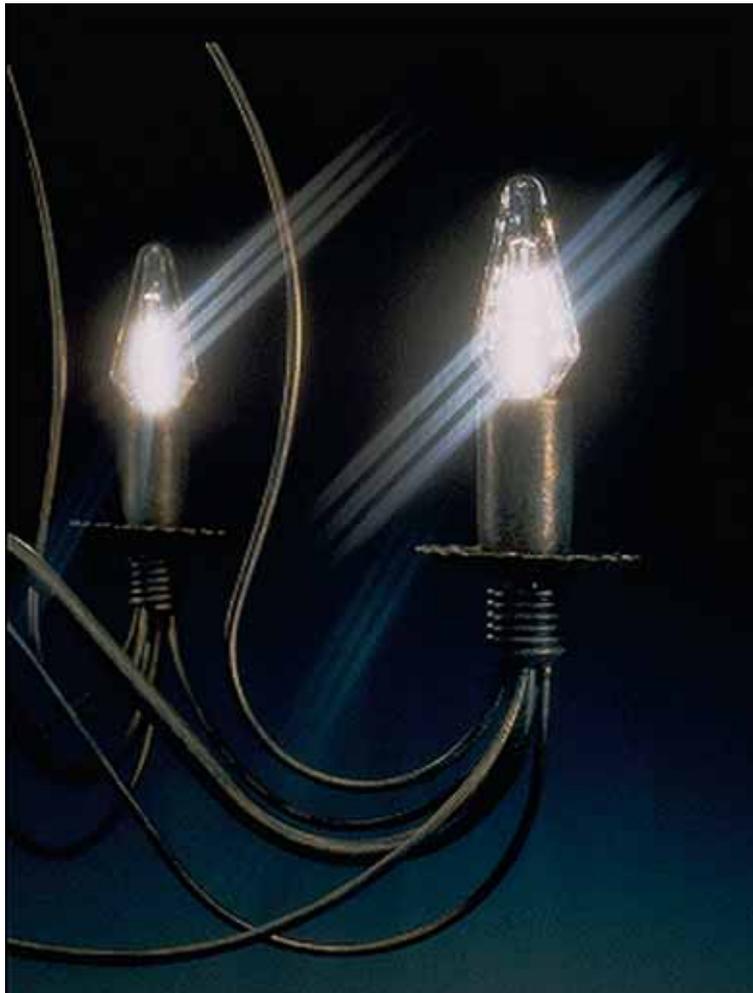


*luminarias Cardan*

Y para terminar este capítulo no podemos dejar de reseñar el aire psicodélico

que tienen algunos diseños:





## CARRILES ELECTRIFICADOS

Permiten variar a voluntad la situación de una serie de apliques de distintas longitudes o incluso de formas.

¿Cómo están constituidos estos carriles?

Generalizando, pues existen muchas marcas y no todas tienden a la estandarización, podemos definir una estructura de este tipo por los siguientes elementos:

### Carril, propiamente dicho.

Es una tira, de sección cuadrada o redondeada, formada por una envolvente, normalmente un perfil de aluminio estrusionado, que aloja en su interior otra, de plástico especial, y esta última lleva, muy íntimamente unida a ella, unos conductores de cobre rígido desnudo, de sección circular o rectangular de un valor aproximado a los 6 mm<sup>2</sup> si no son más.

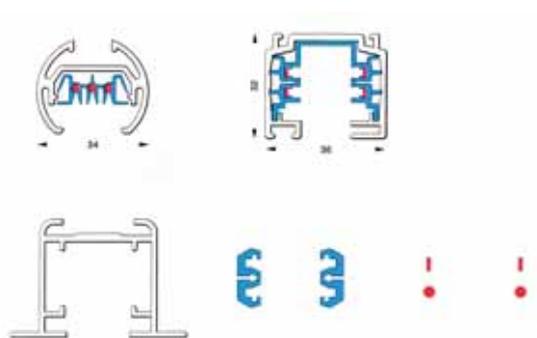
Si el carril está preparado para trabajar a baja tensión, 12 V lleva una sección mínima de 12 mm<sup>2</sup>.

El carril suele tener varias dimensiones y la máxima de tres o cuatro metros para, por un lado no tener necesidad de hacer muchos empalmes y por otro, a facilitar su transporte.

Puede mecanizarse, es decir, cortarse a la medida, siempre que se tenga el máximo cuidado y se sigan las instrucciones del fabricante.

Existen modelos que se pueden empotrar y que tienen un marco solidario para tapar los posibles deslices que se hayan cometido al cortar su alojamiento en la escayola o en el material elegido.

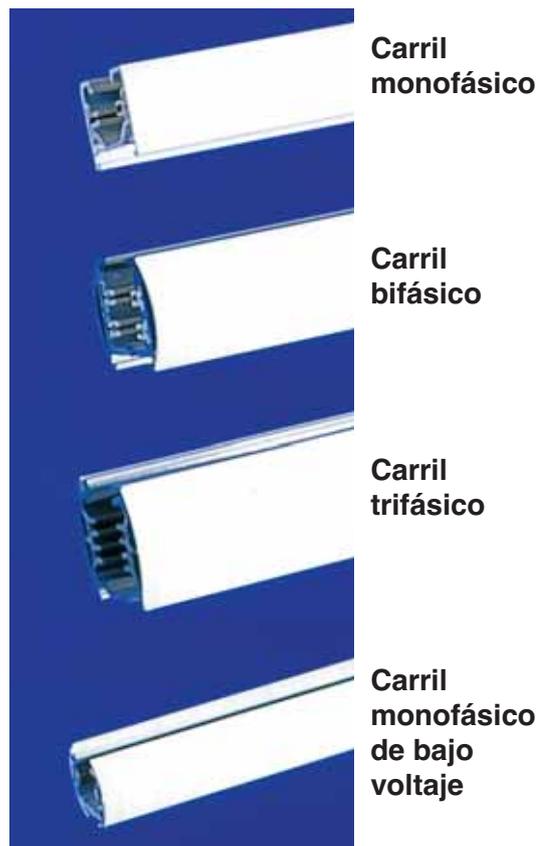
¿Cuántos conductores tiene el carril?



*Secciones y constitución de los carriles*

Depende de nuestras necesidades:

Existen carriles de un circuito, de dos y de tres que se corresponden a un encendido, a dos o a tres.



**Carril monofásico**

**Carril bifásico**

**Carril trifásico**

**Carril monofásico de bajo voltaje**

En los carriles se introduce el conector del aplique y luego se le gira, o se acciona un mecanismo o se aprieta un botón, para que llegue a hacer un buen contacto.

También existen conectores que no llevan aplique pero que sirven para obtener una toma auxiliar para otros menesteres no lumínicos, por ej. alimentar un equipo de sonido.

#### Fijación del carril al techo.

Es lógico que exista esta necesidad y por ello hemos de pensar qué sistema nos conviene más, si unas piezas que se fijan directamente al techo y luego, mediante giro, se sujetan al carril, o por el contrario podemos utilizar unos distanciadores formados por un tubo y que son conocidos como tijas, que se rematan, en su parte superior, junto al techo, con una especie de embudo llamado florón, admitiendo incluso el paso del cable que va a alimentar el conjunto.

Algunos fabricantes facilitan entre sus accesorios diversos tipos de estas fijaciones.

En general lo que persiguen es facilitar una unión sólida y duradera para sus estructuras de perfiles.

También tenemos la opción de utilizar una sirga, cable de acero muy resistente, que permite colocar a la altura deseada el sistema, pasando incluso desapercibida.

Todos estos sistemas tienen sus ventajas e inconvenientes, pero hemos de elegir uno de ellos.

Conviene mencionar que en algún caso las irregularidades del techo pueden crear tensiones en el montaje siendo capaces de arrancar las fijaciones.

Por ello es conveniente dejar para el final el apriete de la totalidad de los elementos que intervienen en el montaje.

#### Uniones conductoras.

Hemos comentado que los carriles no tienen una longitud infinita y por ello hay que unir uno con otro y para garantizarnos la continuidad de la línea esas uniones de-

berán ser conductoras.

#### Uniones aislantes.

Tienen dos misiones: Por una lado garantizar la continuidad del carril, y por otro independizar circuitos, si es se desea hacerlo.

Pueden ser rígidas o flexibles.

#### Conexión en T, conexión en X, conexión 90°

Son distintas posibilidades de conexión.

#### Alimentadores.

También es lógico que al carril haya que darle tensión y por ello es un elemento clave.

Los fabricantes proporcionan una pieza para este menester que permite, de una forma racional y con garantías, la interconexión de la línea de alimentación con el interior del carril.

La alimentación puede hacerse en un extremo o intercalarla, aprovechando uniones aislantes.

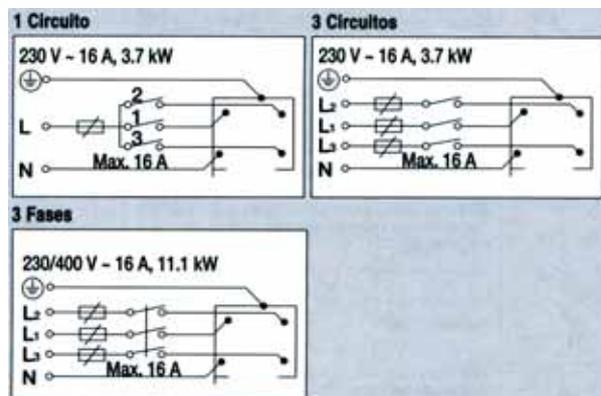
#### Tapas

Existen varios modelos:

Tenemos las de los extremos del carril para cuidar la estética.

También podemos tapar el propio carril a lo largo, sobre todo en los espacios no ocupados por ninguna toma ni ningún aplique. (en la página siguiente se muestran todos los componentes descritos)

#### ¿Qué potencia máxima puede gestionar un carril?

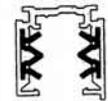


	REFERENCIA	ACABADO
CARRIL TRIFASICO LONGITUD 1 M.	3.411-1 3.411-3	BLANCO NEGRO
CARRIL TRIFASICO LONGITUD 3 M.	3.413-1 3.413-3	BLANCO NEGRO
ALIMENTACION CENTRAL	3.427-1 3.427-3	BLANCO NEGRO
CONEXION EN «T» DCHA.	3.428-1 3.428-3	BLANCO NEGRO
CONEXION EN «T» IZDA.	3.429-1 3.429-3	BLANCO NEGRO
CONEXION FLEXIBLE	3.431-1 3.431-3	BLANCO NEGRO
UNION LINEAL SIN ELECTRIF.	3.432-1 3.432-3	BLANCO NEGRO
ADAPTADOR MECANICO	3.433-1 3.433-3	BLANCO NEGRO
KIT DE SUSPENSION 2.000 m.m.	3.486-1 3.486-3	BLANCO NEGRO

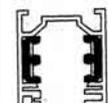
	REFERENCIA	ACABADO
CARRIL TRIFASICO LONGITUD 2 M.	3.412-1 3.412-3	BLANCO NEGRO
ALIMENTACION DCHA.	3.421-1 3.421-3	BLANCO NEGRO
ALIMENTACION IZDA.	3.424-1 3.424-3	BLANCO NEGRO
CONEXION 90° INTERNA.	3.423-1 3.423-3	BLANCO NEGRO
CONEXION 90° EXTERNA.	3.425-1 3.425-3	BLANCO NEGRO
CONEXION EN «X».	3.430-1 3.430-3	BLANCO NEGRO
UNION LINEAL ELECTRIF.	3.422-1 3.422-3	BLANCO NEGRO
ADAPTADOR UNIVERSAL «B».	3.490-1 3.490-3	BLANCO NEGRO
TAPA FINAL	3.420-1 3.420-3	BLANCO NEGRO
BRIDA	3.426-1 3.426-1	BLANCO NEGRO

ADAPTADOR CON TRANSFORMADOR 12 v. 50 w. Y JACK ILLUMINI		
	203B-1	BLANCO
	203B-3	NEGRO
	203B-4	CROMO
	203B-5	DORADO
	203B-8	TITANIO
	216-1	BLANCO
	216-3	NEGRO
ADAPTADOR CON TRANSFORMADOR ELECTRONICO 12 v. 50 w.		

Nokia/RZB/Philips



Erco/Staff

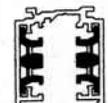


COMPATIBLE CON / SUITABLE WITH

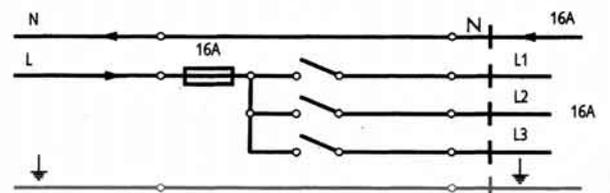
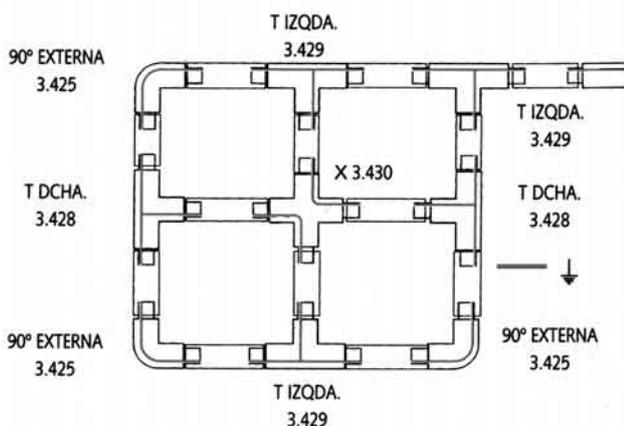
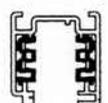
Eutrac



Hoffmeister



iGuzzini



Desglose de componentes de los carriles

¿Cómo se dimensiona un carril?

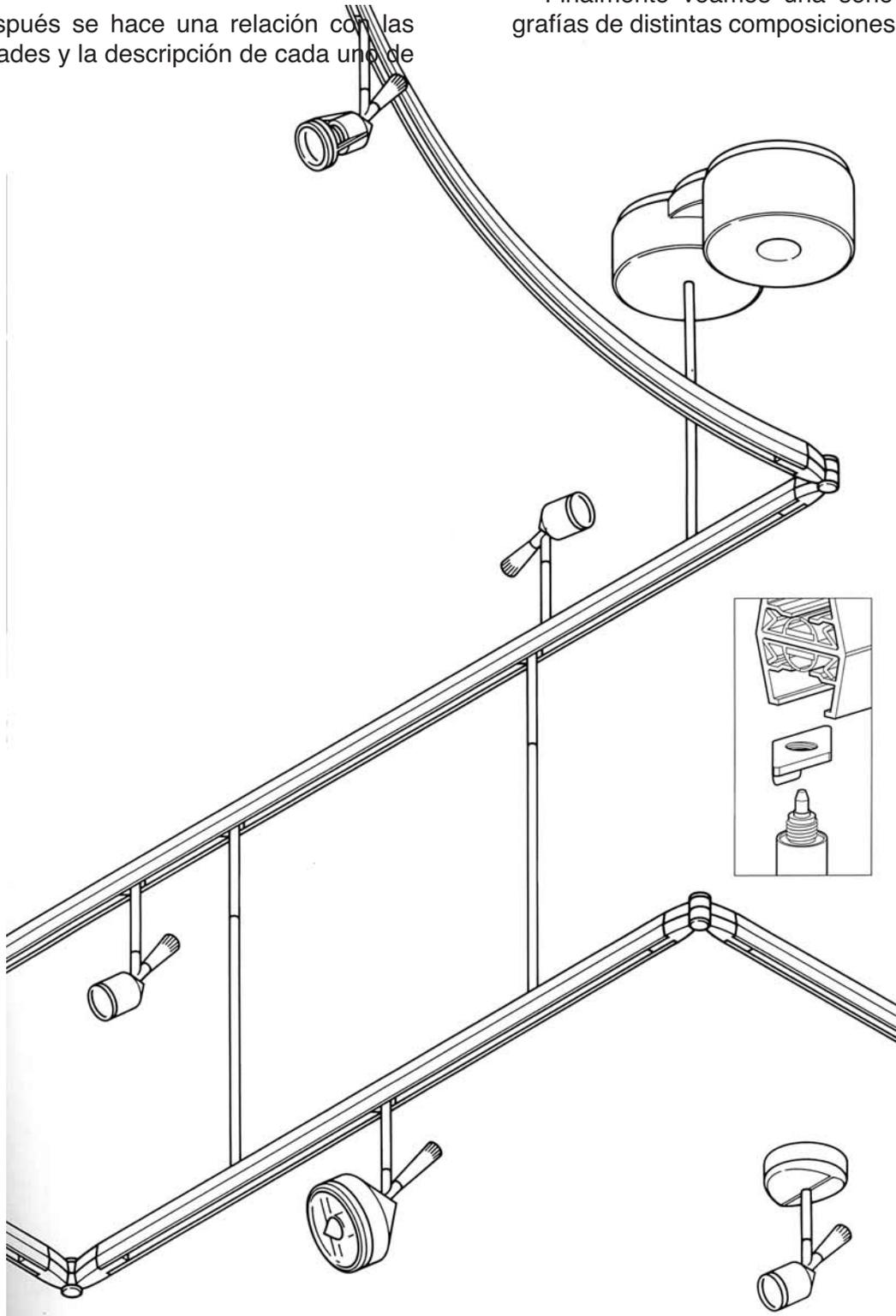
Conviene hacer un dibujo, aunque sea elemental, de las necesidades y luego ir colocando en él los elementos que por lógica se van a necesitar.

Después se hace una relación con las cantidades y la descripción de cada uno de

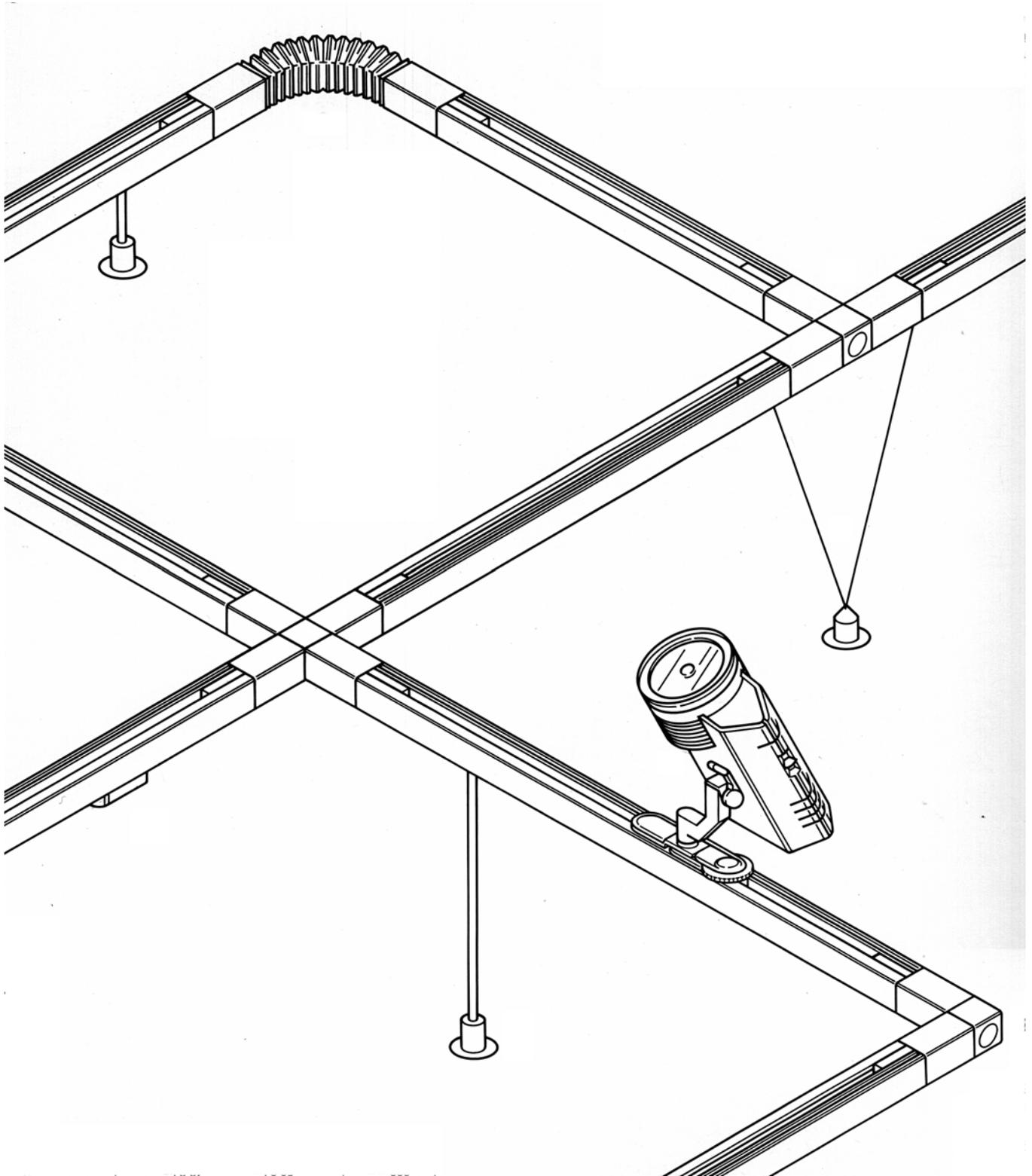
los componentes.

Normalmente el proveedor es el que pone las referencias por estar más familiarizado con ellas.

Finalmente veamos una serie de fotografías de distintas composiciones de carril.



Modelos de carriles



Modelos de carriles



## LA REGULACIÓN DE LA LUZ

Constituye una ventaja importante para la incandescencia y incandescencia halógena, de la que no gozan otras fuentes de luz.

La regulación propiamente dicha, la verdadera, pues luego veremos que hay otras formas más simples de regular, pasa por aplicaciones electrónicas en su más pura expresión y de la misma forma que al principio se habla de electricidad para los no iniciados, nos toca ahora hablar aquí de electrónica.

### Elementos de electrónica.

Vamos a mencionar cómo son ahora aquellos componentes que a todos los ciudadanos de cierta edad les resultan familiares por haberlos tenido cerca, en un aparato de radio, por ejemplo.

Los primeros receptores de radio tenían válvulas y el nombre de estas refleja un poco lo que son y lo que hacen.

La analogía hidráulica, de la que hemos abusado al principio nos sirve en este caso para explicar que una válvula es como un grifo.

O sea que deja o no deja pasar el agua, según actuemos sobre él.

Recordemos los antiguos aparatos de radio tenían varias válvulas, una llamada diodo detector, otra, diodo rectificador, y el resto eran válvulas amplificadoras, unas de baja frecuencia, otras de frecuencia intermedia y otras de alta frecuencia.

Ahora los aparatos de radio llevan los mismos elementos pero ya no son válvulas, son semiconductores, más pequeños, más sólidos pero hacen lo mismo y funcionan, normalmente, con pilas.

También sabemos que se pueden conectar a la red, cuando tienen cierto tamaño.

La reducción de su volumen y principios físicos de funcionamiento, ha obligado también a cambiar el nombre de los componentes internos:

A la válvula diodo rectificador se le llama ahora diodo semiconductor o diodo simplemente y al resto de las válvulas se les llama transistores.

Por eso, para simplificar, a los aparatos de radio se les llama transistores.

Hemos de recordar siempre que la misión que cumplen los semiconductores en los equipos de audio y vídeo no es la misma que tienen que realizar en los aparatos que podemos llamar industriales por una razón muy sencilla y es que las tareas de detección o de amplificación no suelen darse habitualmente en los mecanismos de control industrial, que más bien precisan de componentes que permitan el paso o lo impidan.

Por otra parte la frecuencia a la que trabajan aquellos es mucho más alta que a la que se enfrentan estos.

Por eso en los reguladores o dimmer (del verbo to dimmer, enturbiar) existen componentes que tienen otra misión que se puede explicar de una forma relativamente fácil.

Unos modelos incorporan un conjunto diac, triac.

Otros funcionan utilizando tiristores.

Y otros llevan transistores.

**Además de resistencias, condensadores y un potenciómetro y diodos.**

Con calma iremos explicando qué es cada uno de estos extraños componentes.

**Breve explicación de los componentes más significativos y de los que intervienen en un regulador.**

**DIODO**

Se trata de un elemento semiconductor destinado a realizar una rectificación y generar corriente continua.

**TIRISTOR**

Elemento semiconductor destinado a realizar una función interruptora o una rectificación controlada para ser generador de corrientes pulsantes.

**TRIAC**

Se trata de un elemento semiconductor destinado a realizar una función interruptora o una rectificación controlada pero para ser utilizado en corriente alterna.

**DIAC**

Elemento semiconductor empleado para el disparo del TRIAC

**TRANSISTOR**

Elemento semiconductor que tiene la propiedad de poder gobernar a voluntad la intensidad de corriente que circula entre dos de sus tres terminales, gracias a una pequeña corriente, aplicada al tercer terminal. Funciona con corriente continua.

**RESISTENCIA**

Elemento que permite controlar el valor de la intensidad de un circuito.

**CONDENSADOR**

Elemento capaz de almacenar una carga eléctrica, convirtiéndose en una pila por un corto periodo de tiempo, dependiente de su valor.

**POTENCIOMETRO**

Resistencia variable.

**ANECDOTARIO**

Vamos a evadirnos un poco, contando una curiosa y reciente historia sobre electrónica.

Los actores:

- A. Una plegadora de chapa, moderna, con control numérico que, de golpe, deja de funcionar.
- B. El dueño de la empresa donde está la máquina.
- C. Al teléfono, un técnico de la empresa vendedora.
- D. El director comercial de la empresa donde ha dejado de funcionar la plegadora, que es ingeniero, que estudió electrónica en su día y que en la empresa actual además de vender hace de comodín y en ese momento está al otro lado del hilo

telefónico en plan mecánico de avión de combate diciendo:

"Si, funciona"

"No, no está encendido"

El ingeniero que estudió electrónica, hace mil años, y que curiosamente le gustaba, está en las nubes, pensando en otros problemas que acaba de aparcar a golpe de "ven inmediatamente y ponte al teléfono porque tu entiendes de esto y lo tenemos que solucionar.

La producción debe continuar"...

Observa que muchos pilotos led,s que antes se encendían, ahora no lo hacen.

Después de medir tensiones de secundarios de transformadores, llegó la respuesta: un puente rectificador de toda la ali-

mentación del circuito electrónico se había ido al otro barrio.

Curiosamente y como la mayoría de las veces, no destacaba por su tamaño: 25 X 25 mm.

Cogió el destornillador, lo sacó de su alojamiento, subió al coche y se fue a comprar dos.

Para adquirirlos tuvo que echar mano a sus recuerdos dormidos porque las referencias no coincidían.

Volvió, colocó el puente y a funcionar...

Y el ingeniero regresó con los otros problemas que había interrumpido..., pero meditando.

¿Por qué contamos esto?

Volvamos a lo nuestro:

La regulación de la luz significa un logro importante porque permite adaptar el nivel ambiental al estado anímico o a las distintas actividades que se desarrollan.

No sólo en nuestra vivienda sino que su utilización se hace extensiva a muchos ambientes, por ejemplo un salón de conferencias donde se proyectan sobre una pantalla diapositivas y a la vez conviene fijarse en el orador para no caer en la tentación de "evadirse" con Morfeo.

Tampoco conviene perder de vista otros aspectos que tienen que ver con la regulación y con el agujero en la capa de ozono, o dicho con palabras más definitorias, con la Eficiencia Energética, o sea con el ahorro.

Parece ser que el consumo, en el apartado de iluminación, llega a significar, aproximadamente, el 17/20% del consumo total y en el sector terciario, es decir, en oficinas, aulas, locales comerciales y hospitales esta cifra puede llegar al 40-50%.

Estamos, en consecuencia, dentro de una dinámica que anima a la utilización de sistemas de regulación que favorezcan el confort y además permitan el ahorro, es de-

Muy sencillo:

La electrónica te puede llegar a despistar pero cualquier maniobra que incorpore esta tecnología, por complicada que sea, siempre lleva los mismos elementos constituyentes, es decir, una fuente de alimentación, con parte rectificadora y luego según la función puede haber una parte de lógica, una parte de control y otra de potencia.

Si de entrada observamos que ningún led funciona y lo tienen que hacer en muy baja tensión, significa que la avería está donde se descubrió y se soluciona con 500 ptas., ahora 3 Euros.

Conclusión moralizante:

**No hay que rendirse, sólo pensar.**

cir que la ausencia de luz que se obtiene con ellos no esté grabando los bolsillos de quienes los utilizan.



*La regulación progresiva es posible en sólo una parte de las actuales fuentes de luz y esto es muy importante saberlo a priori.*

*En este apartado que estamos tratando se regulan la dos, incandescencia y halógenas.*

*También es importante conocer el comportamiento en los dos casos extremos, encendido y apagado, de las que pueden ser reguladas. Por eso vamos a comentarlo.*

Comportamiento eléctrico de las distintas fuentes de luz en el arranque y en el apagado.

Una lámpara incandescente, al ser encendida, tiene el filamento frío y además presenta una característica física que se da en todas las resistencias, en un sentido u

otro, y es que tienden a modificar su valor con la temperatura.

En este caso, podemos considerar que el tungsteno tiene un coeficiente de temperatura positivo CTP.

Por este motivo, al encender, la corriente de arranque llega a alcanzar 15 veces la intensidad nominal durante un tiempo muy pequeño, 10 milisegundos, aproximadamente.

Este puede ser el motivo de que las bombillas se suelen fundir al encenderlas.

Y cuando el filamento alcanza la temperatura normal de funcionamiento, la corriente es proporcional a la potencia que se indica en el membrete.

Pues bien, en función de su carácter predominante, resistivo, inductivo o capacitivo, las fuentes de luz tienen un comportamiento diferente en el encendido y en el apagado, provocándose en estos dos momentos una sobreintensidad o una sobretensión cuya duración es variable.

Si la fuente de luz tiene carácter inducti-

vo, por ejemplo el **transformador magnético** de las halógenas, existirá una tensión extra en el momento de cierre del circuito y otra en la apertura.

Si por el contrario, tiene carácter capacitivo **como el transformador electrónico de las halógenas que en su circuitería interna incluye varios condensadores para filtrar y evitar problemas de compatibilidad electromagnética**, existirá una extracorrente de cierre.

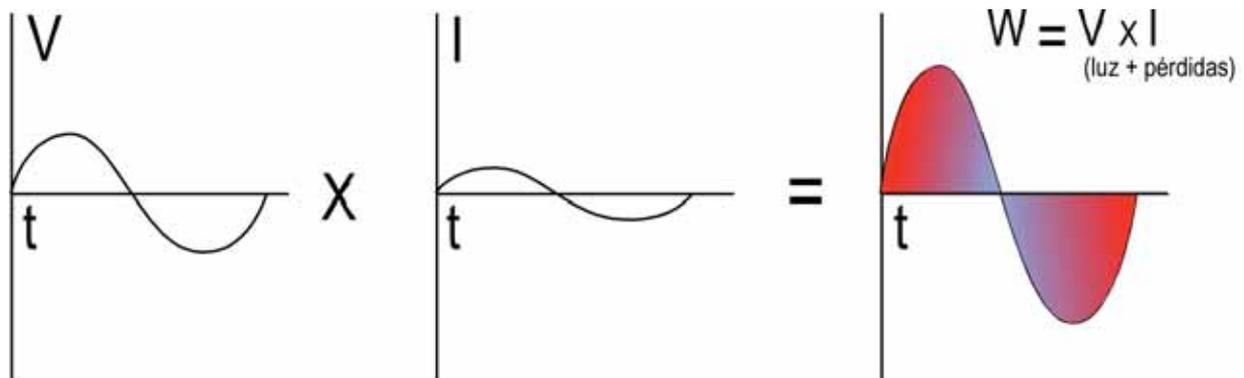
Recordemos que según la fórmula:

$$R_C = 1/2Cw,$$

la reactancia capacitiva es inversamente proporcional a la capacidad de un condensador y que la intensidad, según sea el valor de aquella, puede llegar a ser elevada  $I=V \cdot Cw = V \cdot C \cdot 2 \cdot 3, 1416 \cdot 50$ .

### LA REGULACIÓN DE LA LUZ INCANDESCENTE.

En una bombilla entran en juego las siguientes magnitudes: **tensión e intensidad y su producto, la potencia**. Podemos representar las tres de la forma que ya conocemos:



Comportamiento de las tres alternancias

Démonos cuenta de que para variar la luz emitida por la misma fuente incandescente, consecuencia directa de la potencia consumida, hemos de actuar sobre la forma de onda, reduciéndola en amplitud.

¿Cómo?

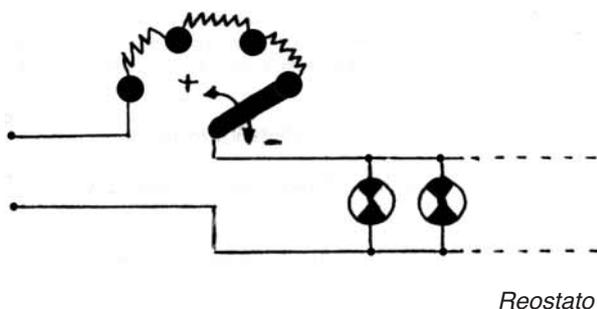
¡Muy fácil!: incluyendo resistencias en su circuito lo conseguimos porque así redu-

cimos la intensidad.

Eso se hacía a principios de siglo, en la atenuación del alumbrado general de un teatro, antes de iniciarse la función.

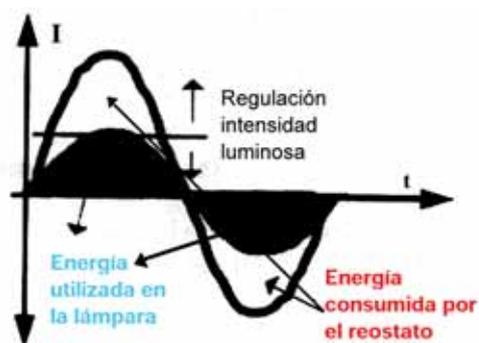
En aquella época no existía la electrónica, pero sí el ingenio, y recurrían al reostato, serie de resistencias conectadas a unos plots de latón que una maneta aislada

permitía incorporarlas o excluirlas del circuito mediante su accionamiento con la mano, tal como se aprecia en el dibujo.



Reostato

Hoy no nos sirve porque, tal como se aprecia en las curvas, todo el “no consumo” de la oscuridad, sigue existiendo por haberse trasladado al reostato.

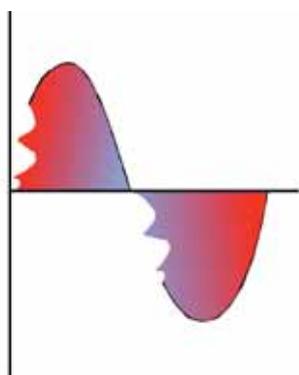


Reostato

¿Cómo?

Necesitamos regular pero ahorrando, ¿Cómo?

La técnica electrónica consigue hacer la regulación mucho más racional, permitiendo el descenso no sólo de la luz sino también del consumo.



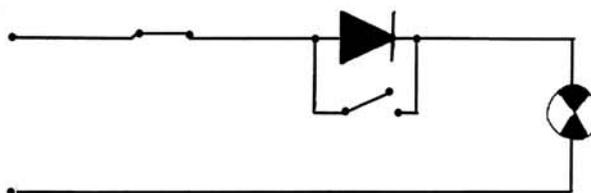
Mordida

¿De qué forma se puede lograr esto?

Todo consiste en reducir la figura de la curva “mordiéndola”, tal como se aprecia en la figura anterior (“mordida”).

¡Eso no es tan sencillo, pero podemos aproximarnos!

Como ejemplo pongamos el regulador electrónico más elemental.



Diodo en serie

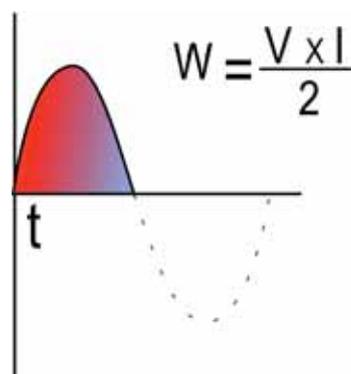
Se trata del regulador más simple que podemos construir.

Consiste en intercalar en el circuito de la lámpara un diodo semiconductor de una capacidad apropiada para resistir la intensidad que va a pasar por él (existen muchos tamaños).

Gracias a su incorporación conseguimos reducir a la mitad la luminosidad de la lámpara (observaremos un ligero parpadeo al principio hasta que se estabilice la temperatura del sistema) y también conseguimos reducir el consumo a la mitad.

¿Por qué?

Porque hemos suprimido una semionda, véase la figura:



Curva con diodo

Y en consecuencia la luz que se emitía antes la hemos reducido a la mitad, cosa que es evidente.

Por eso el diodo se utiliza mucho en los radiadores de calor, para que con una sola placa tengamos dos potencias.

Como es incuestionable que un diodo no admite más estados que apagado, encendido total y encendido a la mitad, hemos de localizar otros circuitos **que nos permitan la regulación progresiva de la luz.**

¿De qué forma podemos lograr esto?

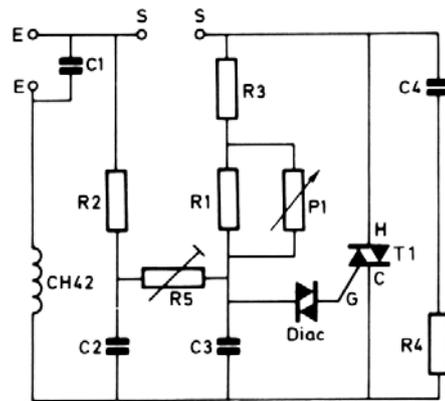
### REGULADOR QUE UTILIZA EL CONJUNTO TRIAC-DIAC

El nombre de triac es el acrónimo de "TRIode for Alterning Current", semiconductor diseñado para trabajar como interruptor controlado en sistemas de corriente alterna, es decir, en las dos alternancias. Su funcionamiento se basa en que trabajando a 100Hz doble de la frecuencia de la red, el triac cortará en todo su margen ( $0^\circ$  a  $180^\circ$  trigonométricos), tanto en la semionda positiva como en la negativa.



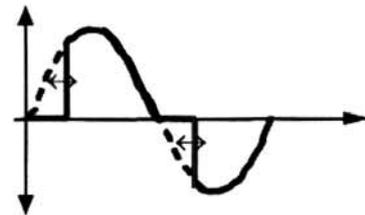
*Esta aclaración es muy importante ya que se venden en el mercado reguladores, muy baratos, incluidos ya en el aplique o lámpara de pie que basan su funcionamiento en un tiristor, componente que sólo actúa en una semionda, dando lugar a posibles parpadeos por existir un vacío (la otra semionda) y en consecuencia esa ausencia de luz puede llegar a ser captada por el ojo y por la lámpara que resiste peor esos breves, pero continuados cortes.*

Veamos cómo es un circuito de estas características:



Regulador sofisticado

Con este circuito conseguimos:



*En  $0^\circ$  trigonométricos no habría recorte de la onda senoidal y tendríamos la máxima potencia, pero al desplazarnos hacia los  $180^\circ$  iríamos reduciéndola.*

### Vamos a explicarlo con más detalle:

La señal que se aplica a la puerta (llamada GATE en el argot electrónico), para hacer pasar al TRIAC del estado de bloqueo al de conducción, la produce un impulso de corta duración proporcionado por otro componente llamado DIAC (DIode for Alterning Current). Este impulso es realmente una tensión superior al valor de ruptura.

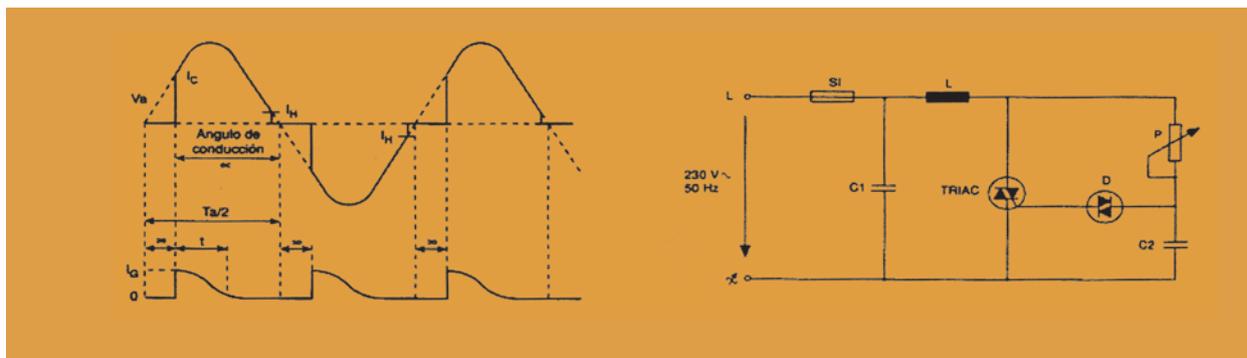
El momento de esa apertura la produce el usuario al actuar sobre un potenciómetro.

A este potenciómetro se le suele confundir con el reostato, mencionado al principio de este apartado y no tiene nada que ver ya que es un componente pasivo de un valor próximo a los  $10K\Omega$  y ¡1W!, de disipación.

Como se aprecia en la figura, la forma de onda que genera el TRIAC es muy recortada y, en consecuencia, al pasar casi instantáneamente desde cero a su valor nominal, la corriente de carga puede provo-

car distintos grados de interferencias electromagnéticas que pueden afectar a otros receptores conectados a la misma red.

Estamos hablando de la CEM o de las EMI.



Ángulo de conducción

Las normas antiparasitaje del CISPR (Comité Internacional Special des Perturbations Radioélectriques) son muy estrictas y no permiten la comercialización de aparatos que no estén fabricados conforme a dichas normas, obligando a todos los reguladores a llevar un filtro antiparasitario formado por una bobina de ferrita de cierto volumen y un condensador para cumplir las normas de compatibilidad electromagnética que persiguen que el regulador sea capaz, dentro de los límites permitidos, de no perturbar otros circuitos y, a la vez, no ser perturbados por terceros. Este filtro puede manifestarse con un ligero calentamiento y una vibración casi imperceptible para el usuario y también por un cierto peso del regulador, que es una prueba fehaciente de que lo incorpora.

**Atención, existen reguladores "de batalla" que no llevan más filtro que una pequeñísima bobina y a veces ni la llevan.**

El TRIAC debe tener mayor capacidad que la potencia del regulador para actuar con eficiencia y no calentarse en exceso.

Los reguladores de cierta categoría suelen disponer de un pequeño potenciómetro interno, ajustable mediante destornillador,

para poder variar la tensión de salida y así lograr que la fuente de luz, llevada al mínimo, no se apague.

Suelen fabricarse para la tensión que será la definitiva en el 2003: 230 V +6%-10% y para la frecuencia de 50Hz exclusivamente, no pudiéndose utilizar otra que la marcada.

La potencia máxima y mínima hay que estimarla con un margen de tolerancia del 20%. La temperatura ambiente máxima admisible será de 25°C y si suponemos que va a ser mayor será bueno reducir la potencia en un 2% por cada °C que supere los 25°C. Asimismo hay que conocer la potencia mínima, que la suele dar el fabricante, ya que el TRIAC necesita una corriente mínima para funcionar correctamente y de no respetarla existirán parpadeos en la lámpara y el componente se puede dañar.

Existen infinidad de modelos de reguladores para incorporarse a cualquier aplique y ambiente. Su accionamiento también es múltiple, desde el potenciómetro giratorio, pasando por el de movimiento lineal, pulsador externo, sensor táctil, mando a distancia con infrarrojos, vía radio, etc.

También existen modelos que su entrada en funcionamiento lo hacen mediante

escalones suaves, dando lugar a una mejor acomodación de la visión.

**FUENTES DE LUZ QUE PUEDEN SER REGULADAS CON EL CIRCUITO TRIAC-DIAC.**

- Incandescencia, en general.
- Halógenas a tensión de red.
- Halógenas con transformador ferromagnético.

Se ha comentado anteriormente que según el carácter de la fuente de iluminación, bien resistivo, inductivo o capacitivo, habrá que diseñar el dispositivo de conexión en cuanto a capacidad del contacto, espacio para extinción del arco, etc. Y, por supuesto, habrá que considerar estos efectos en el propio regulador.

**Muy importante**

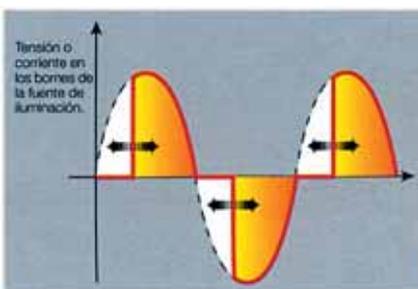
Cuando la fuente de luz tiene carácter inductivo, p.e., el transformador magnético de las halógenas, se debe utilizar un regulador que corte al principio de la fase, también denominado dispositivo de corte ascendente. O que conduce al final de la fase.

Esto es lo que define al regulador de corte por TRIAC, ya que esta forma de actuar **no crea sobretensiones** en los bornes de la fuente de iluminación por ser la corriente y la tensión nula al final del periodo.

El símbolo que define este tipo de regulador es:



La representación gráfica volvemos a ponerla y es:



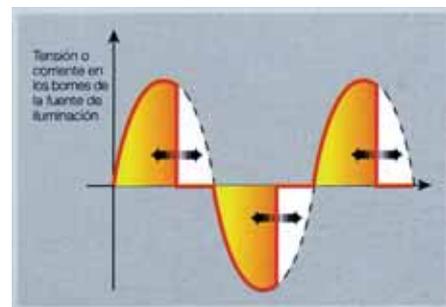
*regulación por recorte ascendente*

Si por el contrario la fuente tiene un carácter fuertemente capacitivo, como por ejemplo una transformador electrónico para halógenas de baja tensión, se deberá utilizar un regulador distinto al anterior, que corte al final de la fase o dicho de otra forma que conduzca desde el principio de la fase. Este regulador utiliza el transistor de efecto de campo MOS-FET, ya que esta forma de conducción **no crea sobreintensidad** en los bornes de fuente de iluminación al ser la corriente y la tensión nulas al principio del periodo, adaptándose por ello perfectamente al carácter capacitivo.

El símbolo que define este tipo de regulador es:



La representación gráfica es nueva:



*regulación por recorte descendente*

NOTA: En el caso de fuente con carácter resistivo (p.e. una bombilla clásica), se pueden utilizar los dos sistemas pero, normalmente, se emplea el de corte por triac ya que esta tecnología es más barata.

## LAS FOTOMETRÍAS DE LOS AROS Y APLIQUES HALÓGENOS

Generalmente las lámparas halógenas se utilizan como luz de acento, es decir, para resaltar alguna zona en concreto. Es lo que suele denominarse iluminación localizada.

Además de resaltar lo más interesante lo que también conseguimos es eliminar la monotonía de la iluminación general, tal como manifestábamos al hablar, al principio, de estos aspectos.

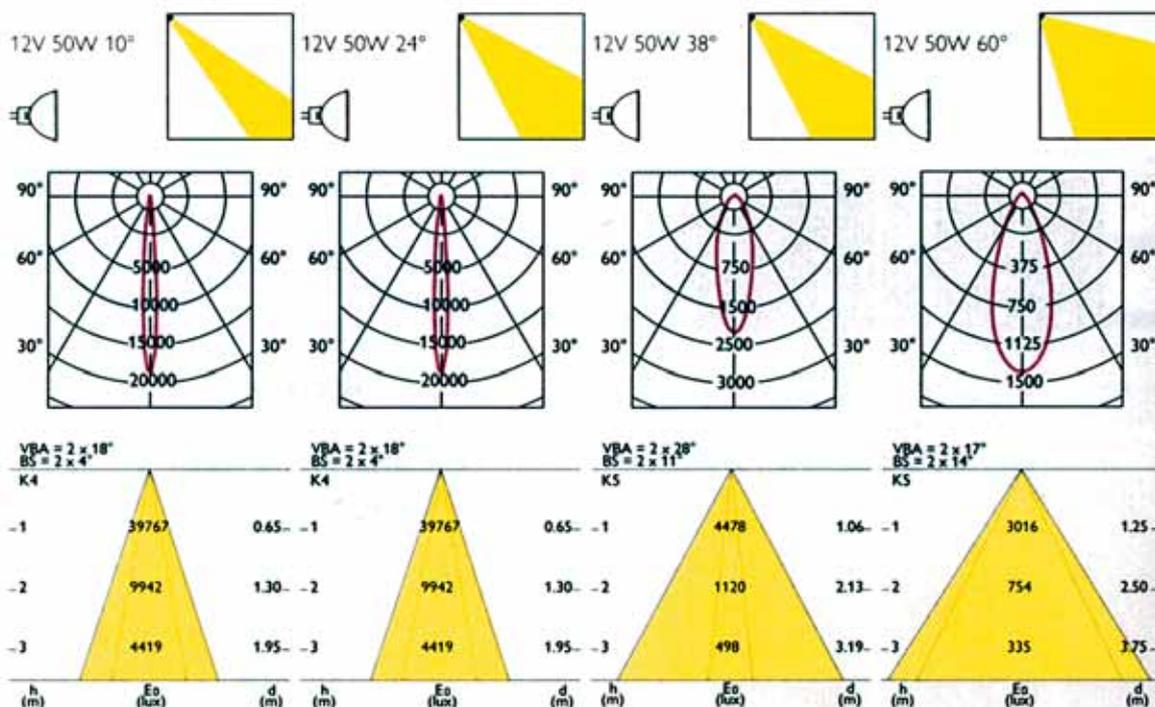
Los aros halógenos también se pueden utilizar en una iluminación general, eligien-

do modelos de lámparas con la máxima apertura de haz, pero no suele ser recomendable por la alta luminancia (deslumbramiento) que se llega a alcanzar.

Siguiendo este criterio, los fabricantes se limitan exclusivamente a representar la curva fotométrica de cada aplique y al lado un gráfico que detalla los distintos niveles de iluminación en función de la altura.

Tal como el que sigue:

¿Qué significan cada una de las figuras



Fotometrías aros halógenos

que se aprecian?

Vamos a explicarlo:

Lo primero que vemos es la apertura del haz, según la dicroica utilizada.

Después aparecen los diagramas polares

en candelas por 1.000 lúmenes (cd/1.000 lm) del flujo nominal de la lámpara.

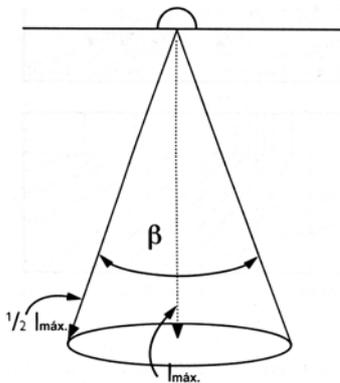
A continuación está el diagrama de haz que ofrece al usuario información sobre las características del haz de luz producido por la combinación de luminaria y lámpara.

El diagrama ofrece el ángulo de haz visual (VBA), el ángulo de dispersión del haz ( $1/2 I_{máx.}$ ) y la definición del contorno expresada por el valor K. Además facilita al usuario información sobre el diámetro de la mancha de luz y sobre el diámetro del área cuyos límites tienen una intensidad luminosa igual al 50% del valor máximo. Estos diámetros se ofrecen para una serie de distancias verticales por debajo de la luminaria. La iluminancia en el centro del haz ( $E_0$ ) se facilita para las mismas distancias verticales por debajo de la luminaria.

El ángulo de haz visual VBA especifica el ángulo con el que es claramente visible el contorno del haz.

A diferencia del ángulo de dispersión del haz, el ángulo VBA refleja lo que se percibe al mirar a la mancha de luz visual.

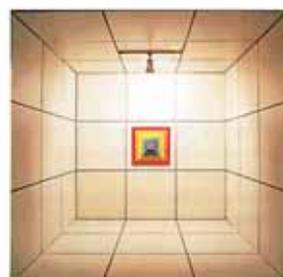
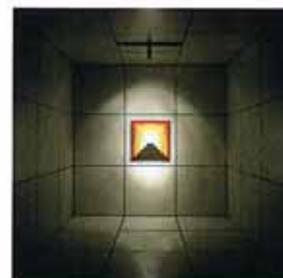
El ángulo de dispersión del haz ( $1/2 I_{máx.}$ ) refleja el ángulo en el que la intensidad luminosa desciende al 50% de su valor máximo, no manifestando la apariencia visual de la mancha de luz.



Dispersión del haz

**Identificación del contorno según las cinco categorías de haces K**

Con el fin de no alargarnos más en este apartado, vamos a representar las cinco categorías.



categorías de haces

## NIVELES DE ILUMINACIÓN NATURALES

Para terminar y puesto que no hemos utilizado en esta segunda parte el recurso de LA VUELTA ATRÁS, vamos a echar mano del mismo para reflejar los niveles de iluminación naturales que no se pusieron en las primeras páginas donde se explicaba el concepto de iluminancia.



*¡Adios amigos...*



*hasta la próxima!*