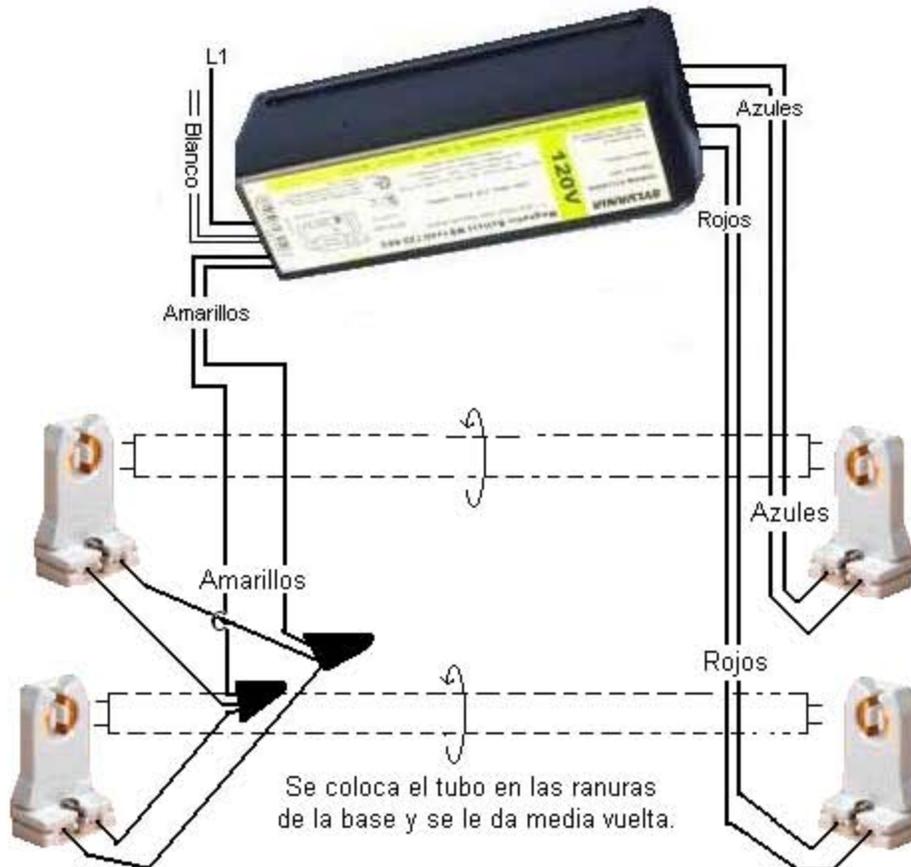
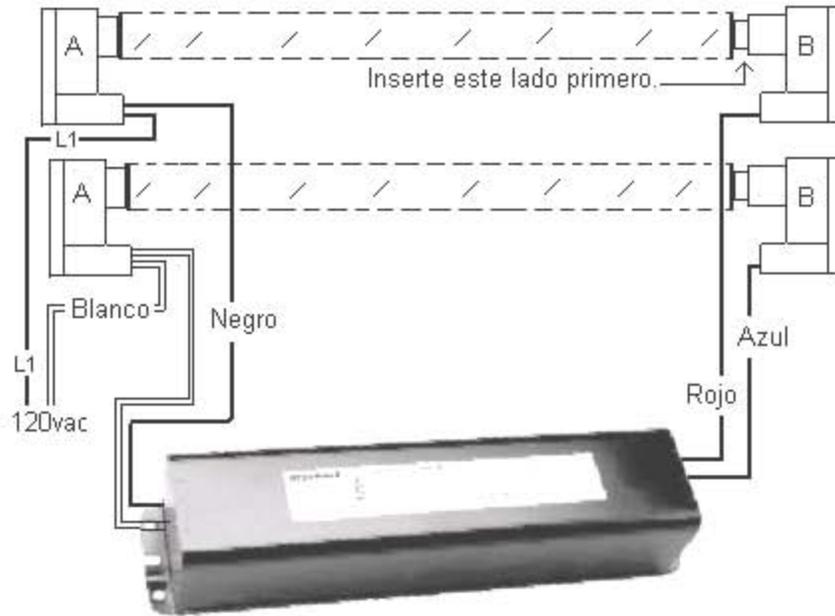
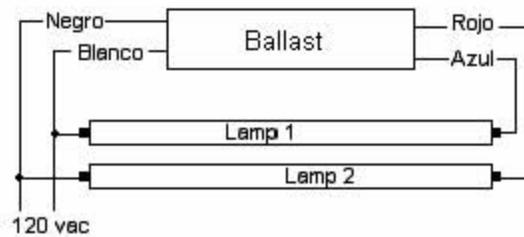


### Esquemático para tubos F 40/RS

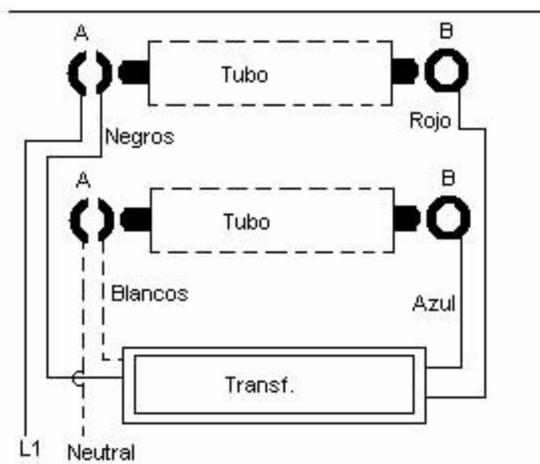


- En el “ballast” el orden de los conductores puede variar, pero siempre encontraremos los mismos pares de colores, dos azules, dos rojos, dos amarillos, neutral y línea
- El “ballast” con etiqueta amarilla es para 120 vac.
- El “ballast” con etiqueta roja es para 240/277 vac.
- Este “ballast” es el mismo para el tubo en forma de U.
- Debe estar listado bajo 
- Los transformadores usados en interiores, deberán ser listados (clase P), esto quiere decir que tienen protección térmica. NEC. 470-73(e)
- Observe que el “ballast” a usarse, este libre de PCB.

**Transformador para dos tubos F 75 de 96" cátodo frío.**



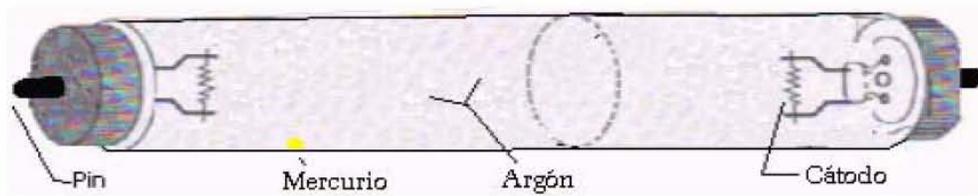
Esta conexión se llama "INTERLOCK"



Fíjese, la base (A) tiene el punto de contacto dividido en dos secciones. Estas secciones solamente tendrán continuidad cuando el "pin" del tubo entre y haga contacto con ambas.

Podemos determinar que si sacamos un tubo, el circuito se abre y no habrá voltaje alimentando el transformador.

### El tubo de cátodo frío.



Este tubo fluorescente típicamente se compra de 96 pulgadas, aunque viene en otras medidas. Es muy común el de 65w, 75w y el de 100w, D/L ó C/W.

Los filamentos no funcionan como calefactores, son simplemente dos cátodos con la polarización adecuada para lograr que un voltaje alto (750/800 voltios) producidos por el transformador salten de un extremo al otro del tubo. La chispa momentánea producida por el alto voltaje ocasiona la vaporización del mercurio y el calentamiento del gas argón.

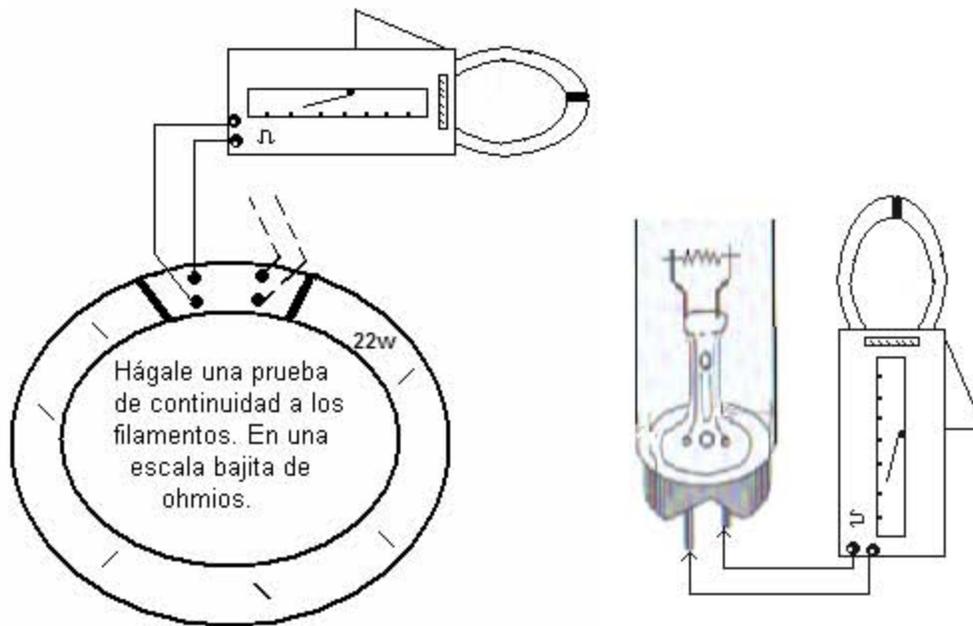
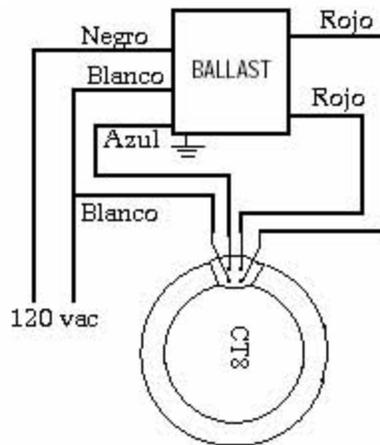
No requieren sistema de precalentamiento, razón por la cual se conocen como tubos de cátodo frío.

Notas:

- La razón poderosa para conectar el transformador en un sistema “interlock”, es el alto voltaje producido en su interior.
- En algunas ocasiones notaremos que al remplazar un transformador de una marca por otra, uno de los dos tubos fluorescentes brilla con más intensidad, simplemente intercambie los conductores rojo y azul para que las corrientes viajen en la dirección correcta.
- Debe estar listado bajo. 
- Los transformadores usados en el interior, deberán ser listados (clase P), esto quiere decir que tienen protección térmica interna. NEC. 470-73(e)
- Observe que el “ballast” a usarse, este libre de PCB.
- Conecte el metal del “ballast” y el metal de las luminarias a tierra.

Sea precavido con estas luminarias, funcionan con alto voltaje.

### Luminaria de un tubo "Rapid start"



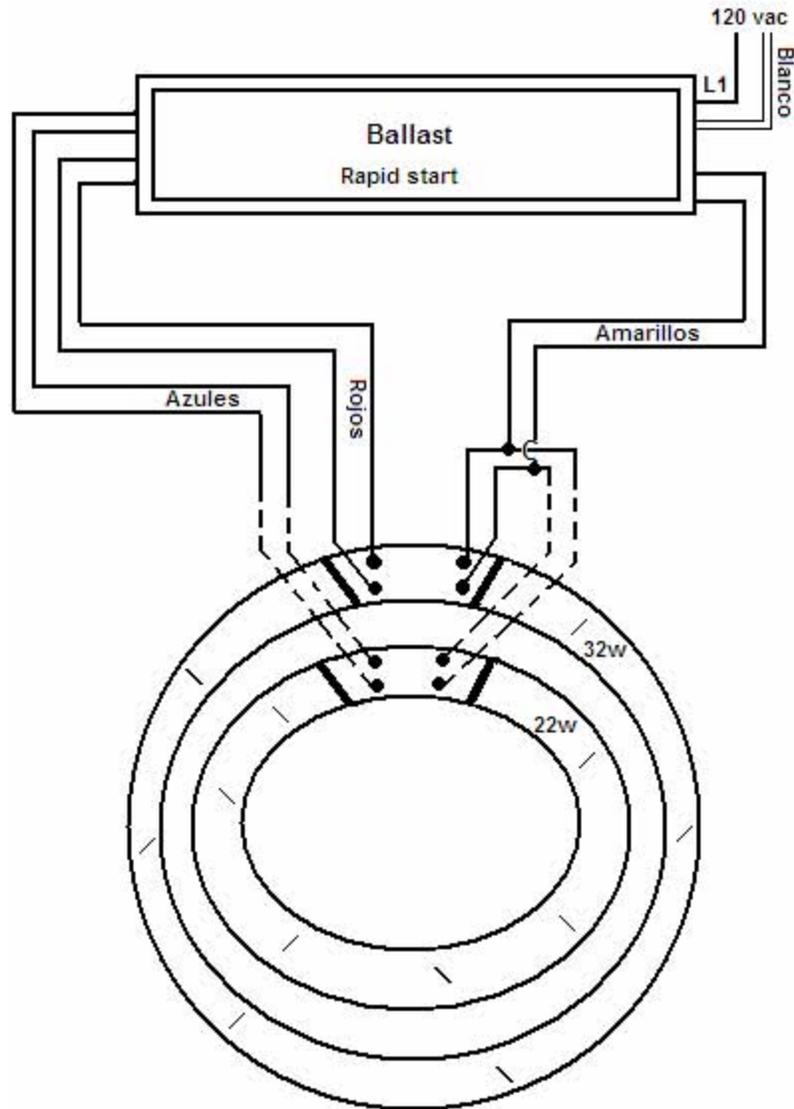
Realice una prueba de continuidad en los dos filamentos cuando la lámpara sea de precalentamiento.

Muchas fallas se deben principalmente a filamentos defectuosos.

El tubo de cátodo frío, no lee continuidad porque no tiene filamentos calefactores.

### Luminaria circular de dos tubos.

Este arreglo es de uso común y consta de dos tubos para encendido rápido, uno de 22w y otro de 32w.



Es importante conectarlas al conductor verde de la instalación, porque algunas utilizan una pantalla metálica que orienta el flujo de los electrones a través del circuito eléctrico.

**Calculo de iluminación.**

El propósito de la mayor parte de las instalaciones de alumbrado es procurar la visibilidad y obtener una iluminación que permita leer, trabajar, o conseguir efectos decorativos; siendo el ojo humano el instrumento que evalúa las sensaciones de luz. La visión debe ser cómoda y los objetos deben recibir una iluminación tal que permita su observación con mayor o menor detalle sin fatiga ni esfuerzo.

El manual de OSHA, Ilumination Intensities in Footcandles, nos refiere al American National Standard, for Industrial Lighting, donde se recomiendan las siguientes intensidades de iluminación en footcandles.

ÁREA	(FOOT CANDLES) P <sup>2</sup>
Comedor	20
Baños, pasillos	30 - 50
Dormitorios	70
Salón de clases	Leer 70 - 100 Dibujar
Oficinas	Tarea fácil 70 - 100 dificultosa
Talleres	Tarea fácil 100 - 200 Dificultosa
Factor mantenimiento	Regular .75 Bueno .80
1 Footcandle = 1 Lúmen-pie <sup>2</sup> = 10.76 Lux.	
1 Lux = 1 Lúmen - m <sup>2</sup>	
Footcandle = Pie- bujía ó candela	

El factor de mantenimiento es el grado de atención que se les da a las luminarias.

Ejemplos:

Se cambian los tubos o bombillas, de acuerdo a las horas de uso que dice el fabricante. Se limpian los tubos, los plásticos y los reflectores periódicamente. Se mantiene un balance de voltaje adecuado (5% máximo) en el circuito.

Electricidad Moderna

**Valores de iluminación en lúmenes x m<sup>2</sup>**

Vivienda	Baño	Iluminación general	100
	Dormitorio	Iluminación general	200
	Cocina	Iluminación general	100
		Iluminación sobre el plano de trabajo	200
	Sala	Iluminación general	100
		Iluminación localizada	200

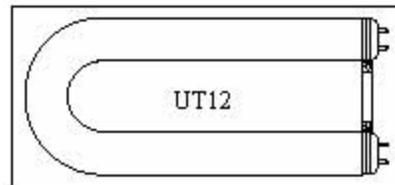
Escuelas	Salones comunes	300
	Biblioteca	400
	Gimnasios	300
	Pasillos	200
	Vestuarios y baños	100

Garajes y estaciones de servicio	Iluminación general		100
	Gomería		200
	Estacionamiento		50
	Bóvedas		250
	Salón de ventas		400
	Almacenaje		100
	Accesos		150
	Surtidores (Expendio)		200
	Reparaciones	Iluminación general	200
		Áreas críticas	400
		Lavado	200

Lúmenes por metro cuadrado.

Fuente: Revista Candela.

**Lúmenes de algunas lámparas.**



<b>LÚMENES ESTIMADOS DE ALGUNOS TUBOS FLUORESCENTES.</b>					
Watts de consumo	Tipo de tubo	Lúmenes totales	Lúmenes por Watts	Vida en horas	Largo en pulgadas
22	C-T8	895	41	12,000	8.25
32	C-T8	1,850	58	12,000	8.25
20	T12	1,300	65	9,000	24
40	T12	3,160	79	12,000	48
40	U-T12	3,160	79	12,000	22.5
75	T12	6,100	81	12,000	96

**LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO**

WATTS	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS	BASE
100	4,400	24,000	44	MOGUL
175	8,500		49	
250	12,775		51	
400	23,000		58	
1000	63,000		63	



**LAMPARAS DE HALOGENO "H.Q.I."**

Watts	Lumens	Horas de uso	L x W
70	5,200	10,000	74
70	5,500	10,000	79
70	5,000	10,000	71
150	12,000	10,000	80
150	12,500	10,000	83
150	11,000	10,000	73
150	11,250	10,000	75
250	19,000	10,000	76
400	33,000	10,000	83



**Calculo simple de iluminación.**

Una ecuación simple para calcular iluminación en un local es...

Sistema americano:  $L = \frac{AxPB}{.75}$       Sistema métrico:  $Lumens = \frac{Luxes \cdot x \cdot \text{área}(m^2)}{.75}$

Fórmula de lumen	L		L = Lúmenes
A = Área en pie <sup>2</sup>	A	PB	PB= Pie-bujía

La fórmula es (L = A x PB ÷ .75), donde (L) son lúmenes, (A) es el área en pies cuadrados, (PB) pies bujías y .75 es el factor de mantenimiento.

Un local destinado como oficina de tareas rutinarias simples, mide 30 pies de ancho por 40 pies de largo. Según American National Standard, for Industrial Lighting, se recomiendan 70 PB pie<sup>2</sup>. (Pag. 184)

1. Área = ancho x largo = 30 x 40 = 1,200 pie<sup>2</sup>.
2. Lúmenes = área x PB ÷ .75 = 1,200 x 70 ÷ .75 = 112,000.
3. Los lúmenes totales son 112,000 para iluminar esta área.

Debemos saber de antemano, que tipo de luminaria será instalado en el local. En éste caso se recomendó una luminaria para plafón acústico, con dos tubos fluorescentes tipo UT12, 40W D/L. Según la tabla LÚMENES ESTIMADOS DE ALGUNOS TUBOS FLUORESCENTES, PÁG. 186, este tubo produce 3,160 lúmenes.

Ahora tomamos los lúmenes totales del local 112,000 y los dividimos entre la cantidad de lúmenes por tubo 3,160, para obtener la cantidad de tubos necesarios.

Tubos totales = 112,000 ÷ 3,160 = 36 tubos UT12, 40W D/L.

Como cada luminaria consta de dos tubos, dividimos los tubos totales (36) entre dos, para saber cuantas luminarias debemos comprar.

Luminarias = 36 ÷ 2 = 18 luminarias de dos tubos UT12, 40W D/L.

Este es un diseño simplificado sin entrar en detalles cromáticos, grado de reflexión, condiciones ambientales y otros aspectos complejos que se toman en consideración.

Factor de mantenimiento: (.75 regular) (.80 bueno)

### Lámparas de sodio



Las fuentes luminosas que se emplean en la actualidad comprenden una variedad considerable de lámparas que funcionan según distintos principios, tienen diferentes aplicaciones y necesitan o no de equipos auxiliares para su operación.

En las lámparas de Sodio de Alta Presión, la luz se obtiene por la emisión producida por el choque de los electrones libres, contra los átomos del vapor contenido en el tubo de descarga. En este proceso, los choques producen la excitación de los electrones de los átomos del vapor, que pasan a ocupar orbitas de mayor energía. Cuando dichos electrones retornan a su órbita natural, se produce la emisión de fotones y en consecuencia ocurre una emisión de luz. La descarga se produce en un elemento interno de óxido de aluminio sinterizado. Contiene vapor de sodio a una presión cercana a 0,98 bar, además de otros materiales como mercurio, y xenón. El elemento interno está rodeado por un recipiente de protección que sirve para estabilizar la temperatura de servicio, y en algunos casos tiene un polvo de recubrimiento para mejorar su espectro luminoso.

Estas lámparas admiten cualquier posición de funcionamiento y en el encendido absorben hasta 1,5 veces la intensidad nominal, alcanzando su flujo luminoso máximo a los 5 - 6 minutos de producido el mismo, y requiriendo un tiempo de enfriamiento para efectuar el reencendido. Su eficacia luminosa está comprendida entre los 90 y los 130 lúmenes por watts, no siendo prácticamente afectada por las variaciones en la temperatura ambiente, y alcanzando una vida útil superior a las 20.000 horas. En general, las lámparas de sodio a alta presión se aplican en alumbrado público, naves industriales, estacionamientos, grandes áreas, fachadas, parques, depósitos industriales y otros.

La función del equipo auxiliar para una lámpara de sodio a alta presión es la misma que la de los demás tipos de lámparas de alta intensidad de descarga gaseosa. De esta manera, debe proveer la tensión de circuito abierto necesaria para el encendido, debe controlar la intensidad de manera que la potencia de la lámpara ni sobrepase el límite superior admitido, ni sea tan baja que el flujo luminoso quede por debajo del valor mínimo económicamente aceptable; y además debe proveer una corriente de trabajo aceptable. Estas fuentes de luz tienen una característica de resistencia negativa, ya que la tensión de arco disminuye con el aumento de la corriente, y por lo tanto requieren una impedancia limitadora (balastro) para lograr una operación estable al alimentarse desde una fuente voltaje A-C.

### Lámparas de vapor de mercurio halogenado (MH)



Con el tiempo este campo de aplicación se ha ampliado notablemente, abarcando el alumbrado de áreas deportivas, la iluminación de vidrieras, de alumbrado público e industrial, y toda otra aplicación que requiera una excelente calidad de luz.

En estas lámparas, la descarga se produce en un tubo de cuarzo o cerámico con halógenos metálicos. El elemento interno está rodeado por un recipiente de protección que sirve para estabilizar la temperatura de servicio, y en algunos casos tiene un polvo de recubrimiento para corregir su espectro luminoso. Como su arco de descarga es muy corto, ofrecen una fuente de luz muy puntual, lo que brinda una gran facilidad para dirigir la luz donde se necesita.

Las lámparas de tipo americano son marcadamente diferentes a las lámparas de tipo europeo, por lo que los equipos asociados también resultan distintos. Además existen muchas sub variantes. Conceptualmente, el equipo auxiliar necesario resulta muy semejante al de Sodio Alta Presión, pero en muchos casos se requiere una mayor amplitud de pulso, pues son de más difícil arranque.

Como las lámparas de Mercurio Halogenado son algo inestables, especialmente al fin de su vida útil, pueden entrar en rectificación y la elevada corriente resultante puede destruir el balastro; por lo que es conveniente que el mismo cuente con un protector térmico interno. En algunos casos, las luminarias deben estar provistas de un vidrio de suficiente espesor para suprimir su elevada radiación ultravioleta.

Algunas lámparas tienen una posición de funcionamiento restringida y en general son más delicadas y costosas que las Sodio Alta Presión y de menor vida útil: 6.000 horas. Habitualmente en el encendido absorben hasta 2 veces la intensidad nominal y necesitan alrededor de 4 minutos para que las sustancias de llenado se vaporicen completamente y entren en el régimen máximo de emisión luminosa. Asimismo requieren un tiempo de enfriamiento para el reencendido.

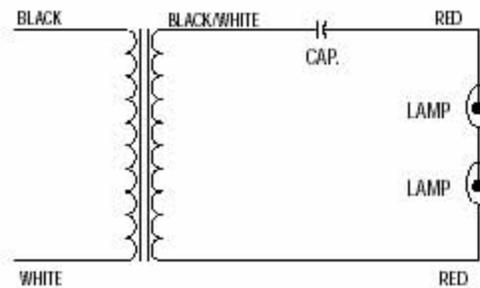
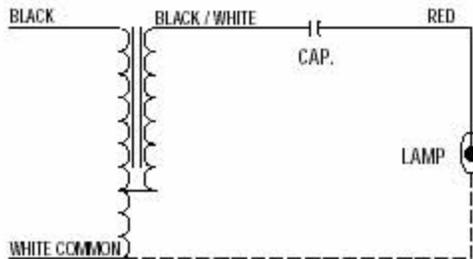
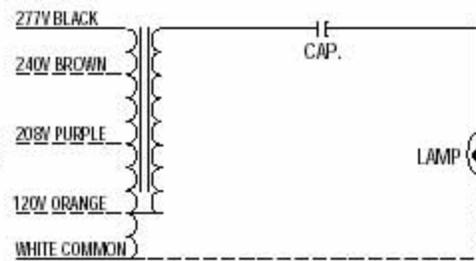
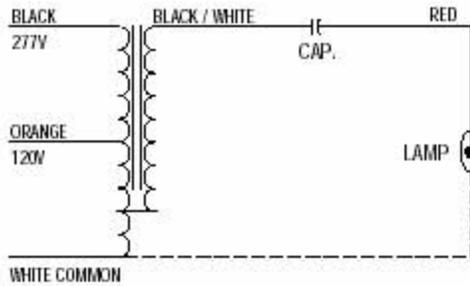
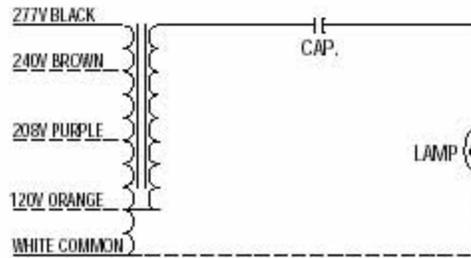
Tienen una alta eficacia luminosa, entre 70 y 90 lúmenes por watts, y se distinguen por su luz de amplio espectro con muy buena reproducción cromática.

# Electricidad Moderna

Diagramas típicos para luminarias.



**Foto celdas:** Vea la página 390



**Términos usados en iluminación.**

- **Luz**  
Es la radiación luminosa emitida por la excitación de un cuerpo en forma de energía visible. Esta radiación al producirse dentro de la zona del espectro visible, nos permite ver los objetos y distinguir los colores.
  
- **Fuentes luminosas**  
La excitación en algunos cuerpos luminosos puede ser de origen térmico (calor) como el Sol, o de origen luminiscente, como los rayos de una tormenta o los de las luciérnagas. Existen pues dos grandes familias de fuentes luminosas: la incandescencia y la luminiscencia.
  
- **Lámparas**  
Son fuentes luminosas de funcionamiento eléctrico. Las lámparas con filamento o las halógenas producen luz por incandescencia. El diodo (LCD), la produce por fotoluminiscencia. Existen, además, lámparas de luz mixta, esto es, producen luz por incandescencia y luminiscencia y fotoluminiscencia, como son las fluorescentes.
  
- **El espectro**  
La mezcla de todos los colores que componen la luz que emite una fuente luminosa constituye su espectro. El Sol y las lámparas incandescentes producen un espectro continuo. El de las lámparas de descarga es discontinuo.
  
- **Espectro visible**  
Es el situado desde el ultravioleta al infrarrojo, comprendido entre los 400nm, y 700nm, de longitud de onda. Constituyen la luz azul, la luz verde, la luz amarilla y la luz roja.

### **Términos usados en iluminación.**

- **Longitud de onda.**  
Es la distancia entre las dos crestas contiguas de una onda medida en nanómetros (nm)
  
- **Temperaturas del color.**  
Es la temperatura en grados kelvin a la cual un cuerpo de color negro debe ser calentado para que emita luz estable con un color determinado. Dicho en otras palabras, es la expresión numérica en grados Kelvin del espectro de una luz. La luz amarilla o la rojiza (caliente) tienen una temperatura de color de unos 3000 grados Kelvin. La luz azul (fría) tiene una temperatura de color de unos 10,000 grados Kelvin. La luz del sol tiene una temperatura de color de unos 5,000 grados Kelvin en el cenit (al medio día) y de unos 2,000 grados Kelvin cuando está en el horizonte.
  
- **Reproducción cromática.**  
Es la capacidad que tiene una fuente luminosa de reproducir los distintos colores de un objeto iluminado con referencia a la luz solar. Es una escala de 0 a 100. El valor máximo lo constituye la luz solar a las 12.00 del mediodía.
  
- **Eficiencia**  
Es la relación existente entre el flujo luminoso y la potencia absorbida. Se expresa en lúmenes / vatio.

Esta variable pone de manifiesto la capacidad que tiene una luminaria para emitir luz visible, para los seres humanos.

Nuestra capacidad para percibir la luz no es la misma para todo el espectro. Vemos mucho más la luz amarilla y verde que las demás. Por eso un vatio de luz amarilla nos parece que emite mucha más luz que 1 vatio de luz azul o roja. Por lo tanto se puede llegar a la conclusión de que una lámpara con más capacidad, puede aparentar menos eficiencia.

**Términos usados en iluminación.**

- **Flujo luminoso y eficiencia.**  
Es aquella parte proporcional de energía que la lámpara consume que es convertida en luz visible medida en lúmenes. Las lámparas incandescentes tienen una eficiencia muy baja, ya que convierten la mayor parte de la energía en calor. El límite técnico para la radiación de la luz verde es de 680 (lm / w) El de la luz blanca es de 225 (lm / w)
  
- **Illuminancia**  
Es el flujo que recibe una superficie determinada situada a una cierta distancia de la fuente. Se mide en luxes. Estos son el resultado de la relación entre la intensidad luminosa y la distancia al cuadrado ( $lm / d^2$ ) Se puede medir con la ayuda de un luxómetro.
  
- **Lux**  
Es la incidencia perpendicular de un lumen en una superficie de 1 metro cuadrado. Un lux equivale a 0.0929 lúmenes. (1/10.76)
  
- **Lumen**  
Es la cantidad de luz visible que emite una lámpara en todas las direcciones. Un lumen equivale a 10.76 luxes.
  
- **Vida útil**  
Es la duración del 80% de las lámparas al 80% de su flujo luminoso.
  
- **Vida media**  
Es la duración media de un determinado tipo de lámparas.

**Balastos electrónicos.**

