

Historia de la iluminación.

Los investigadores suponían que la luz era emitida por los objetos y que al llegar al ojo del observador les permitía verlos. Los griegos y los egipcios se involucraron en la solución de estos problemas sin encontrar respuestas lógicas.

Posteriormente en la Europa del Siglo XV al XVII, con los avances realizados por la ciencia y la tecnología, surgieron muchos matemáticos que produjeron importantes trabajos sobre los fenómenos luminosos.



Fue Newton quien formuló la primera hipótesis seria sobre la naturaleza de la luz conocida como teoría corpuscular. Newton, expuso que las fuentes luminosas emiten partículas muy livianas que se desplazan a gran velocidad y en línea recta.

Esta teoría además de exponer la propagación de la luz por medio de partículas, también sienta el principio de que los rayos se desplazan en forma rectilínea. Newton explicó que la variación de intensidad de la fuente luminosa es proporcional a la cantidad de partículas que emite en determinado tiempo.



En el año de 1690, cuando todavía no se admitía la teoría corpuscular de la propagación de la luz, un físico, matemático y astrónomo holandés llamado **Christian Huygens** expuso una teoría nueva sobre este fenómeno.

Presentó la hipótesis de que la luz es un fenómeno ondulatorio, de naturaleza semejante a la del sonido. Según su teoría, la velocidad de la luz disminuye al entrar en el agua, que es lo contrario de lo que se deduce de la teoría corpuscular



Un físico escocés conocido como **Maxwell**, dedicado al estudio del electromagnetismo, demostró: Que un circuito eléctrico oscilante, radiaba ondas electromagnéticas. Resultó ser que estas ondas eran prácticamente iguales en velocidad a las de la luz. Ante esta comprobación Maxwell expresó su idea de que la luz podría ser de naturaleza electromagnética.



En 1905 **Einstein** comprobó, que la energía de un haz luminoso está distribuida en una onda electromagnética y se mueve en **paquetes** de electrones a los que llamó **fotones**. Podríamos decir que la luz es una energía radiante contenida en infinitos paquetes de electrones llamados fotones que irradian luz y se desplazan por el espacio.

La velocidad de la luz.

Los científicos e investigadores pensaron que la luz se propagaba instantáneamente. Aunque otros colegas contemporáneos opinaban que la luz viajaba a una velocidad determinada.

Descartes fue uno de los científicos que afirmaron tal creencia, también Galileo trató de medir la velocidad de la luz, sin conseguirlo.

Hay tres métodos que permitieron calcular aproximadamente la velocidad de la luz; el primero se fundamentó en observaciones astronómicas, el segundo en la superficie terrestre tomando distancias bastantes grandes y el tercero es prácticamente un experimento de laboratorio.

En 1670, el astrónomo danés Olaf Roemer pudo calcular la velocidad de la luz observando un eclipse. En su observación, la luz recorrió una distancia de 299.000.000 Km, que es el diámetro de la órbita terrestre y el fenómeno tomó 996 segundos para desaparecer.

Partiendo de esta observación, la velocidad de la luz es igual a:

$$\begin{aligned} \text{Diámetro de la Órbita terrestre } 299,000,000 \text{ Km} \div \text{ tiempo } 996 \text{ segundos} \\ = 300,200 \text{ Km/seg.} \end{aligned}$$

En 1849, el físico francés Fizeau, logró medir la velocidad de la luz. Envío un rayo de luz, por entre los dientes de una rueda dentada que giraba a gran velocidad, de modo que se reflejara en un espejo y regresara hacia la rueda. La relación de velocidad entre el camino recorrido por la luz en su ida y vuelta y las revoluciones de la rueda dentada, resultó en una velocidad calculada de 313,274 Km./seg.

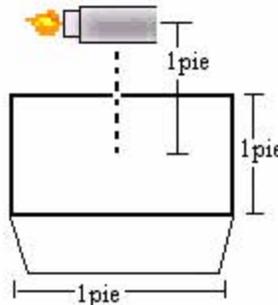
Un científico de apellido Foucault, encontró en 1850, un método para medir la velocidad de la luz en espacios reducidos. La idea consiste en enviar un haz de luz sobre un espejo giratorio haciéndole atravesar una lámina de vidrio semitransparente y semirrefleтора. Un espejo fijo devuelve el rayo y atraviesa luego la lámina observándose la mancha luminosa en una pantalla. Este método demostró que la velocidad de la luz en este experimento es: 295,680 Km./seg.

En general todas las mediciones realizadas obtuvieron resultados entre 295.000 Km/seg y 313.300 Km/seg. Se toma como velocidad de la luz **300,000 Km/seg.** como un promedio conveniente para los cálculos matemáticos.

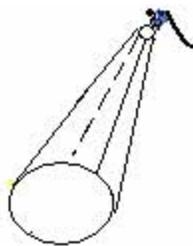
Términos usados en iluminación.



Candlepower o Bujía: Es la unidad usada para medir fuerza o intensidad luminosa. Es la luz producida por una vela de 7/8 de diámetro en posición horizontal. Esta unidad se utiliza para medir las distintas luminarias o fuentes de luz.



Foot Candle: Pie Bujía: Unidad usada para medir la **intensidad de la iluminación**. Se puede decir que un pie bujía es la iluminación que produce una luz de una bujía, sobre un pie cuadrado de superficie colocada a un pie de distancia. Esto es una constante, para calcular iluminación.



Lumen: El lumen es la unidad para medir la **cantidad de flujo luminoso**. La energía de un haz luminoso está distribuida en una onda electromagnética y se mueve en paquetes de electrones llamados fotones los cuales viajan desde la fuente luminosa hasta el área que queremos alumbrar.

Lumen es la cantidad de luz visible que emite una lámpara en todas las direcciones. Un lumen equivale a 10.76 luxes.

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)

Reflexión: Devolución de radiación por una superficie sin cambio de frecuencia de los componentes monocromáticos que la integran.

Refracción: Cambio en la dirección de propagación de la radiación, determinado por un cambio en la velocidad de propagación al pasar por un medio ópticamente no uniforme o al pasar de un medio, a otro de diferente densidad.

Métodos de iluminación.

El propósito de las instalaciones de alumbrado es procurar la visibilidad y obtener una iluminación que permita trabajar con comodidad, siendo el ojo humano el instrumento que evalúa las sensaciones de la luz. La visión debe ser clara y los objetos deben recibir una iluminación tal que permita su observación con mayor o menor detalle sin fatiga ni esfuerzo. Los dispositivos de alumbrado se clasifican de acuerdo con la cantidad de flujo luminoso que se dirigen hacia arriba y hacia abajo del plano horizontal que pasa por el centro de las lámparas. El flujo luminoso total producido por bombillas o tubos, se considera como el caudal luminoso. La única diferencia entre la propagación de la luz y las ondas sonoras es que el sonido no se propaga en el vacío, mientras la luz sí lo hace. La luz es una forma de energía radiante, la cual se propaga en el espacio desde alguna fuente luminosa disponible.

Hay diferentes fuentes de luz:

1) Las naturales son:

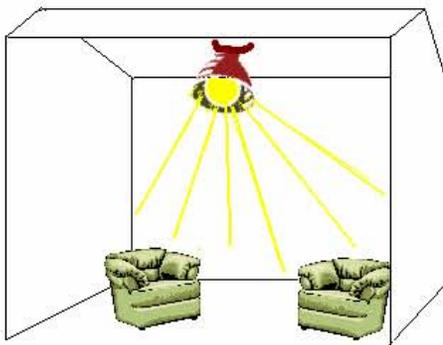
El sol, la luna, las estrellas...

2) Las artificiales son:

Velas, bombillas, lámparas...

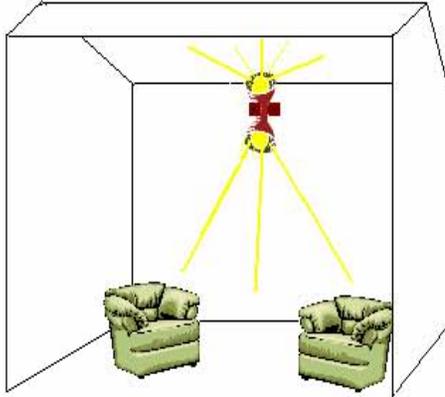
También hay diferentes métodos de alumbrar un área, dependiendo de la ubicación de la fuente luminosa.

1) Método directo: La Luz viaja desde la fuente luminosa, directo sobre el plano de trabajo.



Cuando las lámparas dirigen la mayor parte de su luz directamente sobre los objetos, el brillo que emiten, podría ser un problema. El brillo se puede reducir al instalar las lámparas en cavidades cubiertas con cristales difusores opacos.

2) Método semi indirecto: Un 30 a 40% de la luz se lanza hacia el techo y el restante se dirige hacia el plano de trabajo.

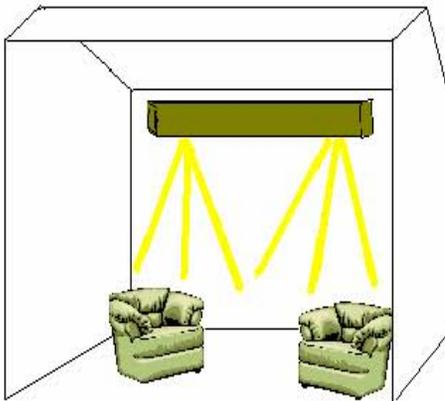


Brillo: El brillo de un objeto se mide con la cantidad de luz que se desprende desde su superficie hacia el observador; el objeto que presenta brillo puede ser luminoso por sí mismo, como un foco o puede ser un objeto traslúcido como un globo de vidrio o una superficie reflectora como una pared.

La unidad que se emplea para medir el brillo es el "Lambert".

Esto es, el brillo de una superficie que emite o refleja un lumen por cm^2 .

3) Método indirecto: En este sistema de iluminación la fuente que produce la luz, permanece oculta.



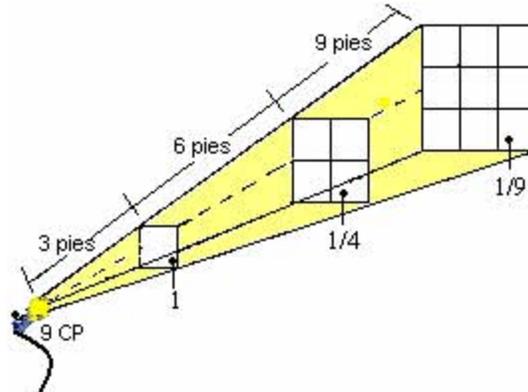
Parte de la luz que emiten las lámparas es absorbida por las superficies reflectoras de las paredes y techos. Ofrecen mejores y más cómodas condiciones de visibilidad sin deslumbramiento. Es aconsejable que el techo sea de color blanco mate o muy claro, igualmente se recomienda una franja sobre las paredes debajo del techo, color blanco o muy claro. (Estos son datos de arquitectura)

La luz difusa proveniente de muchas direcciones desde múltiples fuentes, así como de superficies reflectivas, produce iluminación casi uniforme con poca sombra. La luz directa de otro modo produce variaciones en la luminosidad y sombras, las cuales son necesarias para la percepción de formas y texturas. Ambos tipos de luz se complementan una a otra y puede ser conveniente su combinación dependiendo de la forma y uso del espacio.

El color percibido en un objeto es el resultado de su capacidad para modificar reflejar ó absorber el color de la luz que recibe.

Fuerza luminosa.

Las ondas electromagnéticas como las de la luz, según se alejan de la fuente luminosa, se **esparcen** en el espacio **perdiendo fuerza** a través de la distancia. Esta observación trajo como un hecho cierto, que en un sistema de iluminación, la fuerza luminosa es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.



Si tomamos como cierta la constante de que la luz reflejada por una fuente (Vela de 7/8) sobre un pie cuadrado de superficie a un pie de distancia es un pie bujía y decimos que la fuerza luminosa disminuye en proporción al cuadrado de la distancia, entonces podemos expresar todo esto en la siguiente ecuación matemática.

Pie bujía = Fuerza luminosa ÷ distancia al cuadrado.

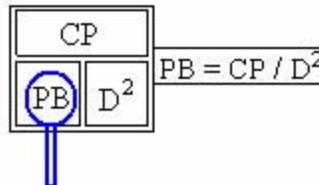
En el dibujo que estamos viendo, una fuente de 9 CP a 3 pies de distancia, produce 1 PB de intensidad luminosa.

Cuando la fuente de luz se aleja 6 pies de distancia, entonces:

$PB = CP \div D^2$	*PB = Pie bujía
$PB = 9 \div (6 \times 6)$	*CP = Candlepower.
$PB = 1 / 4$	*D ² = Distancia al cuadrado.

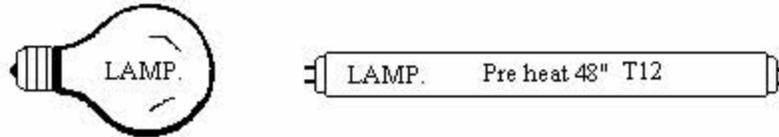
La misma fuente de luz a 9 pies de distancia:

$PB = CP \div D^2$
 $PB = 9 \div (9 \times 9)$
 $PB = 1/9$



Lámparas y luminarias.

Usualmente usamos estos nombres indiscriminadamente, sin embargo lámpara se refiere a una bombilla o un tubo fluorescente.



Luminaria se refiere al conjunto de varias bombillas o tubos fluorescentes formando un solo arreglo.

El término internacional para un arreglo de iluminación es "luminaire" y se define como una unidad de iluminación completa que consiste en un conjunto de lámparas para distribuir la luz.



Luminarias

Leer: NEC. Artículo 410 -1.

Este artículo cubre los arreglos de iluminación, "lampholders", lámparas de filamento incandescentes, lámparas de arco, lámparas de descarga- eléctrica, la instalación eléctrica y equipo que forman parte de tales lámparas, adornos, e instalaciones de iluminación.

Cuando compramos una lámpara, ya sea bombilla o tubo fluorescente es conveniente tomar nota de estos datos:

- Voltaje de funcionamiento.
- Consumo eléctrico. "Watts"
- Lúmenes totales.
- Color de luz que produce.
- Tipo de base o rosca.

(Las bombillas tienen un voltaje de entrada específico, mientras los tubos fluorescentes dependen del tipo de transformador utilizado.) (Las bombillas típicas producen luz amarilla, mientras los tubos fluorescentes pueden producir luz de cualquier color, dependiendo de la mezcla del fósforo con otros elementos.)

Lámparas incandescentes.

Thomas Alva Edison.



Es considerado como uno de los más grandes inventores de todos los tiempos. Los inventos originales y las mejoras a otros inventos que patentó suman 1,093. Entre ellos destacan la invención del fonógrafo, **la lámpara eléctrica incandescente**, el micrófono, el cinematógrafo (la primera cámara de cine), el cine sonoro, el mimeógrafo, la maquina de escribir, un contador de votos, el audífono, la batería alcalina de almacenamiento (llamada batería Edison); el dictáfono y el fluoroscopio. En el campo de la electricidad descubrió la emisión de electrones por los metales incandescentes. También se interesó, en el dínamo y los motores. Thomas Alva Edison nació en Milán, Ohio, el 11 de febrero de 1847 y al cumplir siete años se mudó con su familia a Port Huron, en el estado de Michigan. Allí, Edison asistió a la escuela de donde fue expulsado tres meses después pues, según su instructor, era un niño retrasado. (En realidad, tenía problemas de audición)

En 1868 la lectura del libro de Investigaciones experimentales en electricidad del científico Michael Faraday (1791-1867) cambió el curso de sus intereses. Después del fonógrafo Edison dedicó su atención a la lámpara incandescente. Esta ya había sido inventada por el químico británico Sir Joseph Wilson Swan (1828-1914) en 1878. Edison, por su parte, inauguró su primera serie de lámparas el 21 de octubre de 1879. La perfección del alumbrado eléctrico se debía a que había conectado una serie de bombillas en circuito paralelo, de manera que, si una fallaba, el resto del circuito continuaba funcionando. En 1880 Edison se asoció con el magnate financiero JP Morgan para fundar la Edison General Electric y, en 1882, basada en los principios modernos de generación y distribución, con especificaciones hechas por él, se ponía en funcionamiento la primera planta eléctrica en la calle Pearl, de Nueva York. Poco tiempo después se suscitó una gran polémica con un antiguo ayudante suyo, Nicolás Tesla, quien luego de sostener una pugna con Edison sobre la superioridad de un sistema de generación y distribución basado en la Corriente Alternada, abandona su laboratorio y vende sus patentes a otro magnate, George Westinghouse y crean la Westinghouse Electric como competidora de la Edison General Electric.

En 1887 Edison mudó su laboratorio a West Orange, New Jersey.

Este extraordinario inventor, murió en West Orange el 18 de octubre de 1931.

Fuente: Internet.

Formas y medidas de las lámparas.



En las bombillas y tubos fluorescentes su diámetro se mide en octavos de pulgadas.

La forma de la lámpara se identifica por medio de una letra.

Una bombilla P 15 tiene forma de pera y su diámetro es de 15/8 de pulgada.



Tubos fluorescentes.

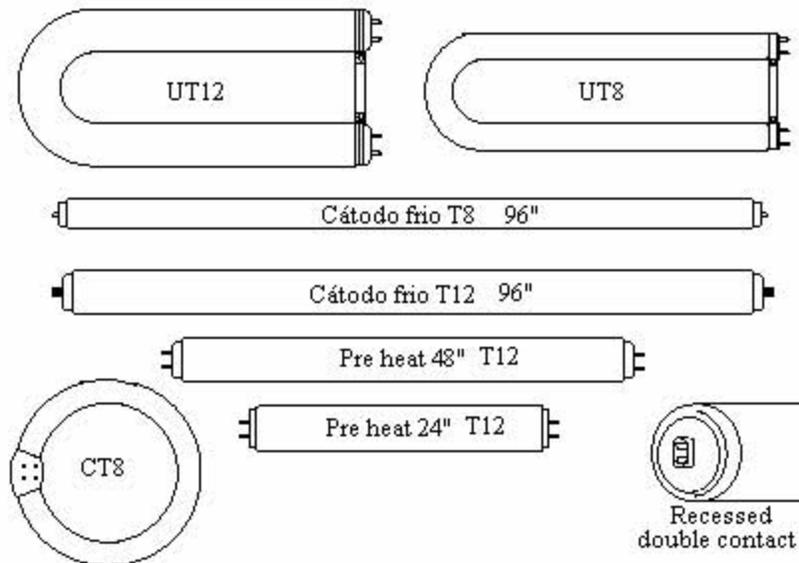
El diámetro en los tubos fluorescentes se mide en octavos de pulgadas.

La forma de la lámpara se identifica por medio de una letra.

UT12 = Forma de U tubular 12/8 de pulgada.

T 12 = Forma tubular 12/8 de pulgada.

CT 8 = Forma circular tubular 8/8 de pulgada.

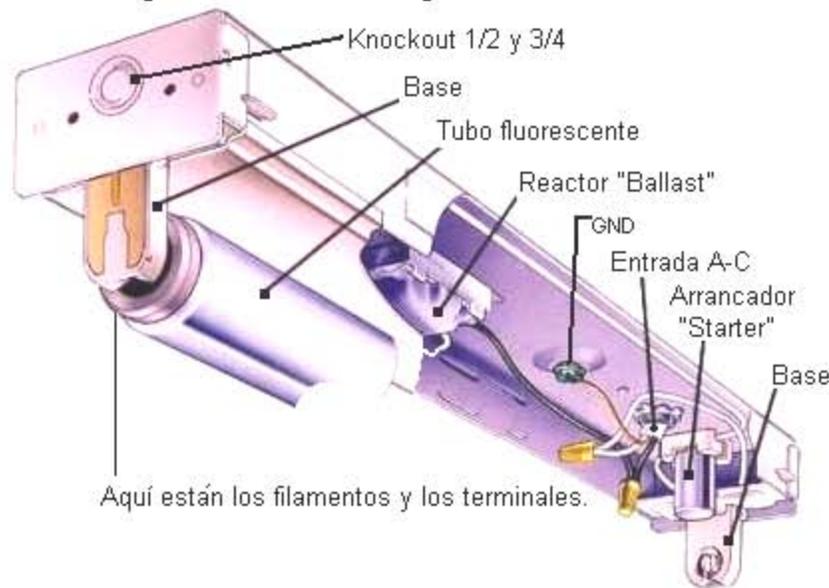


El tubo fluorescente comienza con una envoltura de vidrio a la cual se le agrega en su interior, una capa de fósforo pegada a las paredes. Usa también dos tapas, una en cada extremo, conteniendo estas, los filamentos o elementos calefactores. Se introduce una gota de mercurio y luego se rellena con gas argón, ya que el interior del tubo se encuentra al vacío.* El gas argón cuando se calienta reacciona convirtiéndose en un conductor de electricidad.

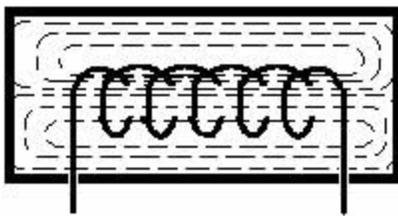
Vacío*: (Una presión menor a la presión atmosférica al nivel del mar (14.7Lb/pulg.²))



Componentes de una lámpara fluorescente común.

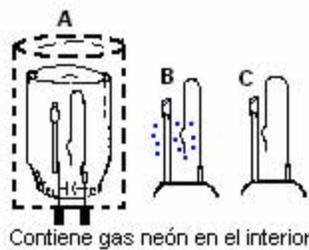


Este tipo de luminaria, además del tubo fluorescente que vimos anteriormente, usa un reactor (Ballast) y un arrancador (Starter) para lograr el encendido del fósforo.



Cuando se alimenta una bobina con voltaje inmediatamente la corriente fluye en su interior creándose un campo magnético en toda su extensión. Como resultado de la inducción magnética se crea un alto voltaje en los terminales de la bobina, que durará el tiempo

que los electrones tardan en recorrer toda la bobina. (Fracciones de segundos) Luego de este trauma, la bobina continuará funcionando como limitadora de corriente ya que contiene reactancia inductiva (X_L) y esta misma reactancia se opone al paso de la corriente a través del embobinado.



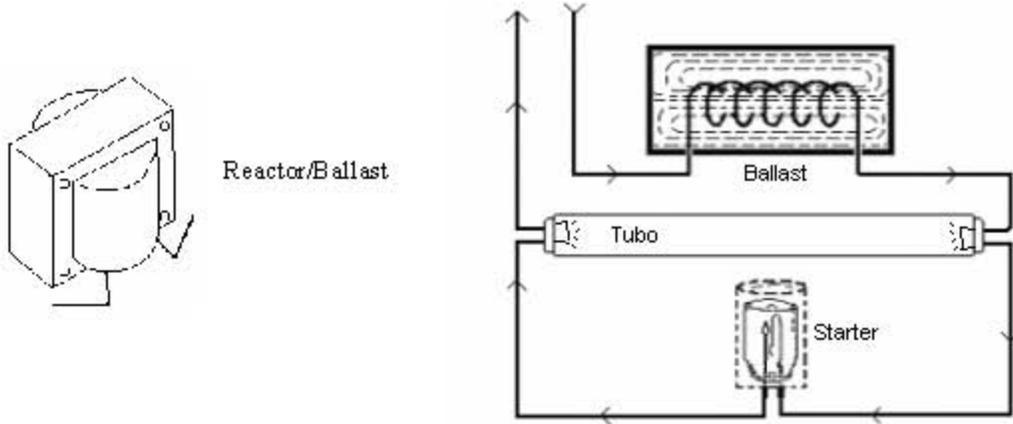
Contiene gas neón en el interior

- El arrancador, es un dispositivo auxiliar normalmente abierto (A)
- Cuando una corriente alta llega a sus terminales, se crea un arco eléctrico entre ambos contactos (B)
- En este momento se calientan y se cierran, completando el circuito para que los electrones fluyan (C)

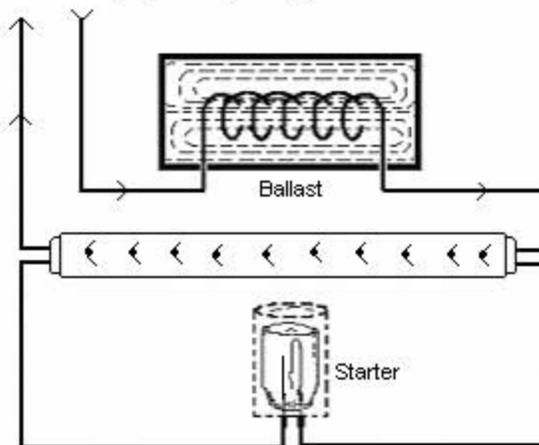
Una vez la corriente merma y fluye normalmente en el reactor, los contactos se enfrían y regresan a su posición normalmente abiertos (A) Ahora en esta posición, están preparados para el próximo encendido de la lámpara fluorescente.

Encendido del tubo fluorescente.

Al encender el interruptor, se origina un voltaje alto en el reactor que circula por el conductor eléctrico, pasa por el filamento y llega hasta los contactos del arrancador, formando un arco eléctrico entre ambos contactos.

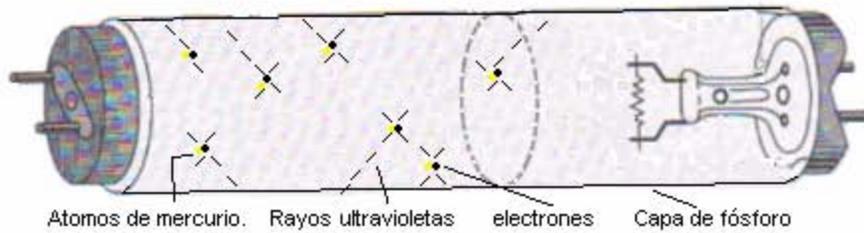


- Una vez los contactos se calientan se cierran y proveen el camino para que la corriente complete el circuito.
- Como en este momento hay un circuito completo, los dos filamentos se encienden.
- El calor generado por los filamentos, vaporiza el mercurio y calienta el gas argón convirtiéndolo en conductor de electricidad.
- Mientras esto ocurría, el alto voltaje del reactor bajó y los contactos del arrancador se enfriaron y se abrieron.
- Recuerde, que el gas argón se convirtió en conductor de electricidad y ahora la corriente esta circulando a través del interior del tubo.



Una vez la lámpara esta encendida el arrancador no tiene ninguna función de utilidad, hasta el próximo intento de encenderla

Encendido, continuación.



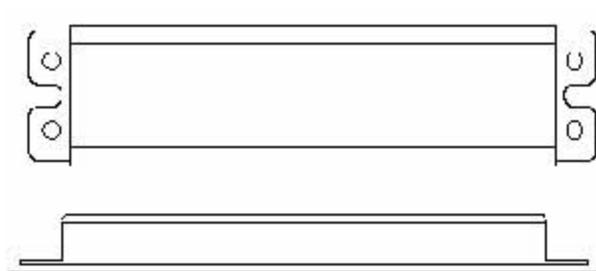
- ✓ Los electrones al viajar a través del gas argón, chocan con los átomos de mercurio vaporizado y se desprenden rayos ultravioletas de este choque.
- ✓ Los rayos ultravioletas impactan la capa de fósforo pegada en el cristal y la encienden, dando lugar esto a la fluorescencia.

De la combinación de fósforos, depende el tipo de luz producida por la lámpara.

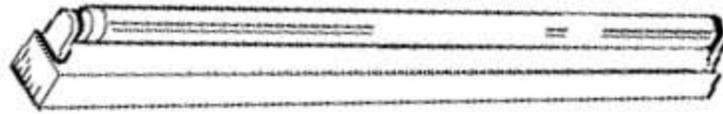
Este sistema de encendido se llama **“Pre heat”** porque tiene que haber precalentamiento en los dos filamentos de la lámpara



Circuito electrónico de un “ballast” moderno.



Eficiencia de las lámparas fluorescentes.



Las lámparas fluorescentes poseen una eficiencia y una vida útil mayor que las bombillas incandescentes. Es importante aclarar que un tubo fluorescente de 40 w no consume menos energía que una bombilla incandescente de la misma potencia. Lo que realmente ocurre es, que el tubo fluorescente produce más flujo luminoso, por cada Watts de consumo.

Tienen una excelente adaptabilidad para alumbrado de interiores, (siendo su única limitación la altura de instalación no mayor de 19.5 pies), una elevada eficacia luminosa, excelente reproducción cromática y además se dispone de una amplia gama comercial, tanto de lámparas como de luminarias.

En el caso de las lámparas fluorescentes, la vida útil promedio es de 7.500 horas, para una depreciación luminosa del 20 % con 8 ciclos de encendidos diarios. En general se puede observar en los extremos del tubo una mancha oscura debido a que el material emisor se pega a las paredes del tubo.

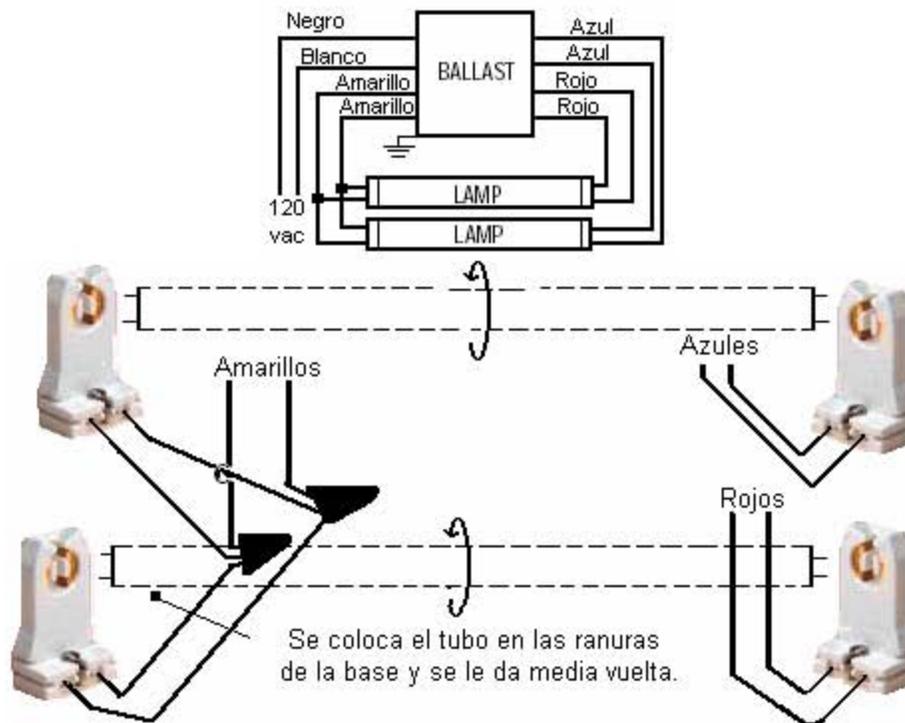
Es importante para el flujo luminoso la temperatura ambiente, cuyo rango ideal es entre los 68 °F y los 86 °F. Por debajo o por encima de esos valores el flujo luminoso disminuye notablemente.

Usualmente, impreso en el tubo fluorescente, hay la siguiente información:

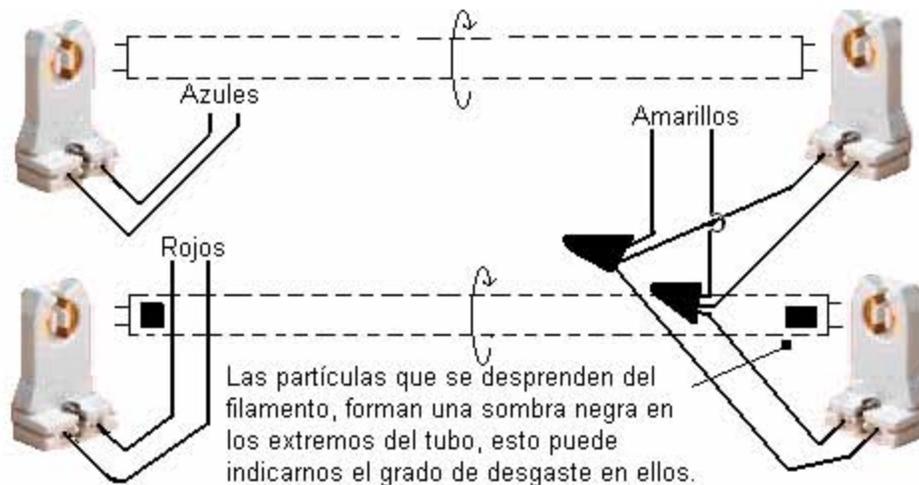
Ejemplo: Silvania® F 40 / T9 / D / RS

- La marca del fabricante.
- F = Fluorescente
- 40 = Los watts de consumo
- T9 = Tubular 9/8 de pulgada.
- D = Daylight, luz blanca.
- (C) = Cool white, luz amarilla.
- RS = Rapid start, encendido rápido.

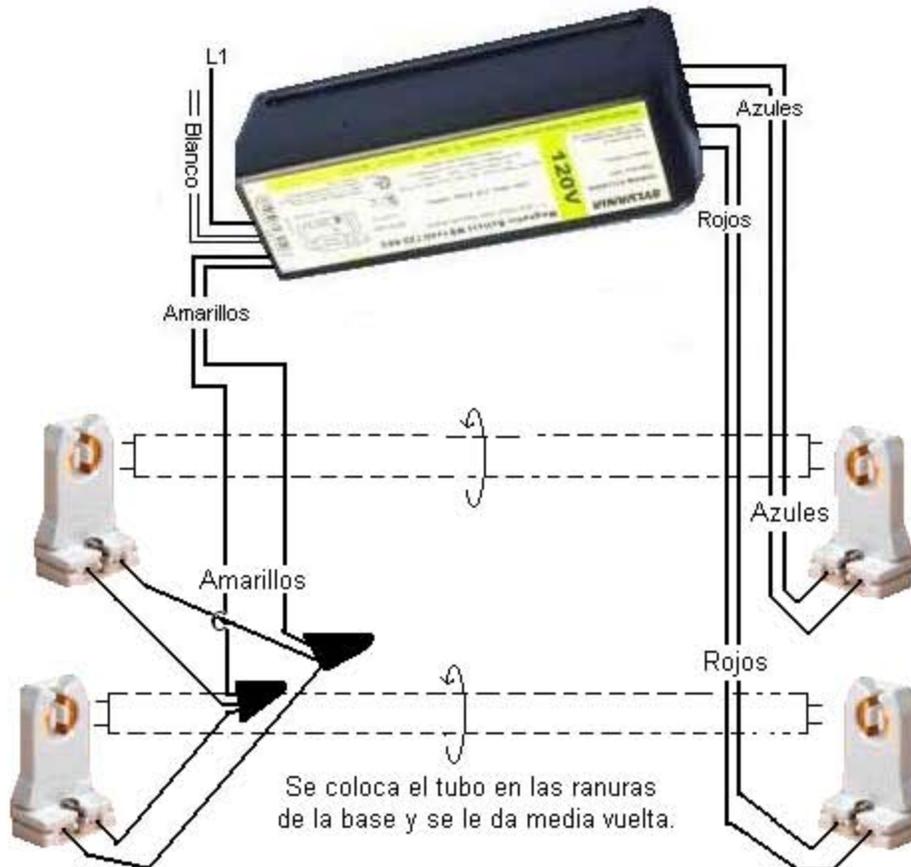
Transformador para dos tubos F 40 / RS.



Puede colocar los conductores amarillos del transformador al lado derecho o al lado izquierdo, no importa, funcionará igual. Los conductores amarillos son el "starting" y una vez los tubos se iluminen estos dos conductores dejarán de tener función alguna en el circuito, hasta la próxima vez que se intente encender la luminaria. Una vez encendida, desconecte los amarillos con sumo cuidado y observe el resultado. ¿Se apagó o sigue encendida?

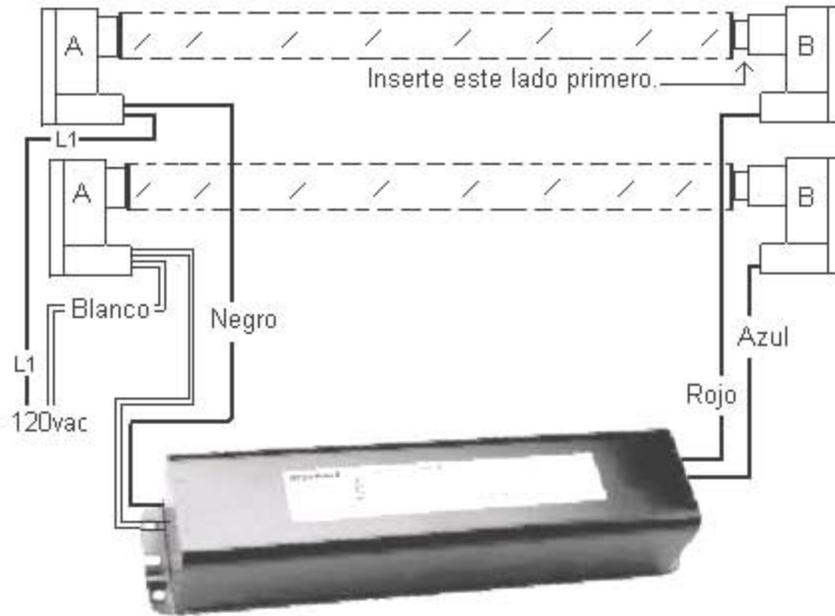
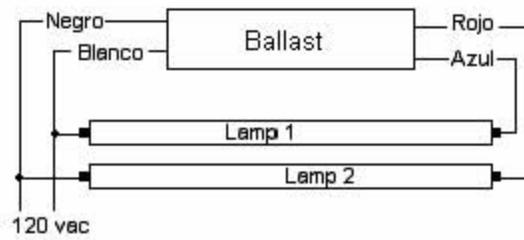


Esquemático para tubos F 40/RS

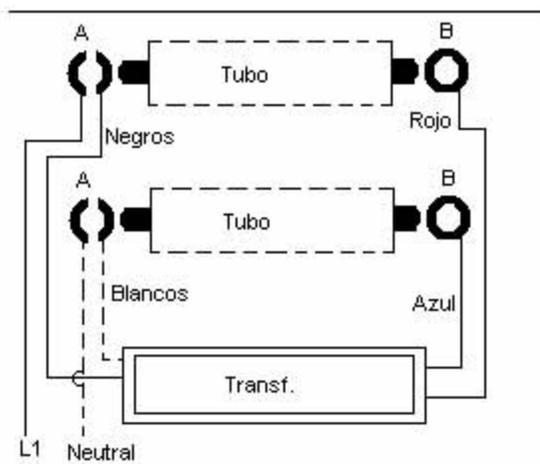


- En el “ballast” el orden de los conductores puede variar, pero siempre encontraremos los mismos pares de colores, dos azules, dos rojos, dos amarillos, neutral y línea
- El “ballast” con etiqueta amarilla es para 120 vac.
- El “ballast” con etiqueta roja es para 240/277 vac.
- Este “ballast” es el 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.



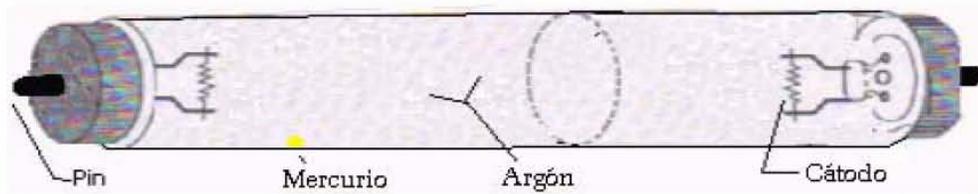
Esta conexión se llama "INTERLOCK"



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.

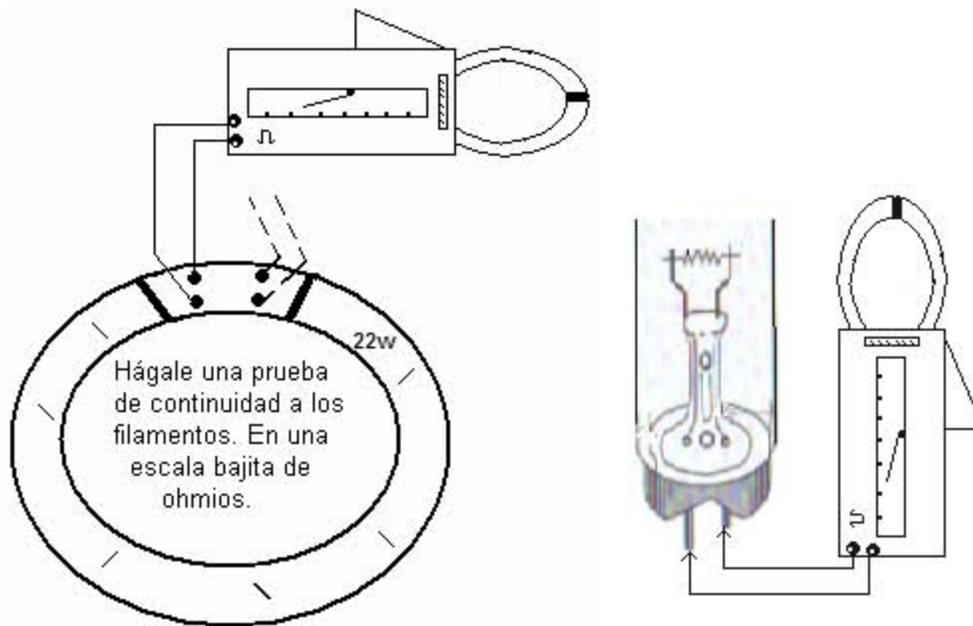
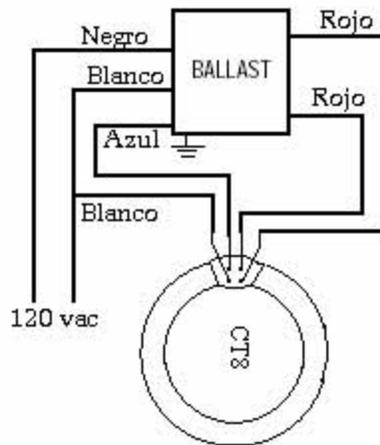
No requieren sistema de precalentamiento, razón por la cual se conocen como tubos de cátodo frío.

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"



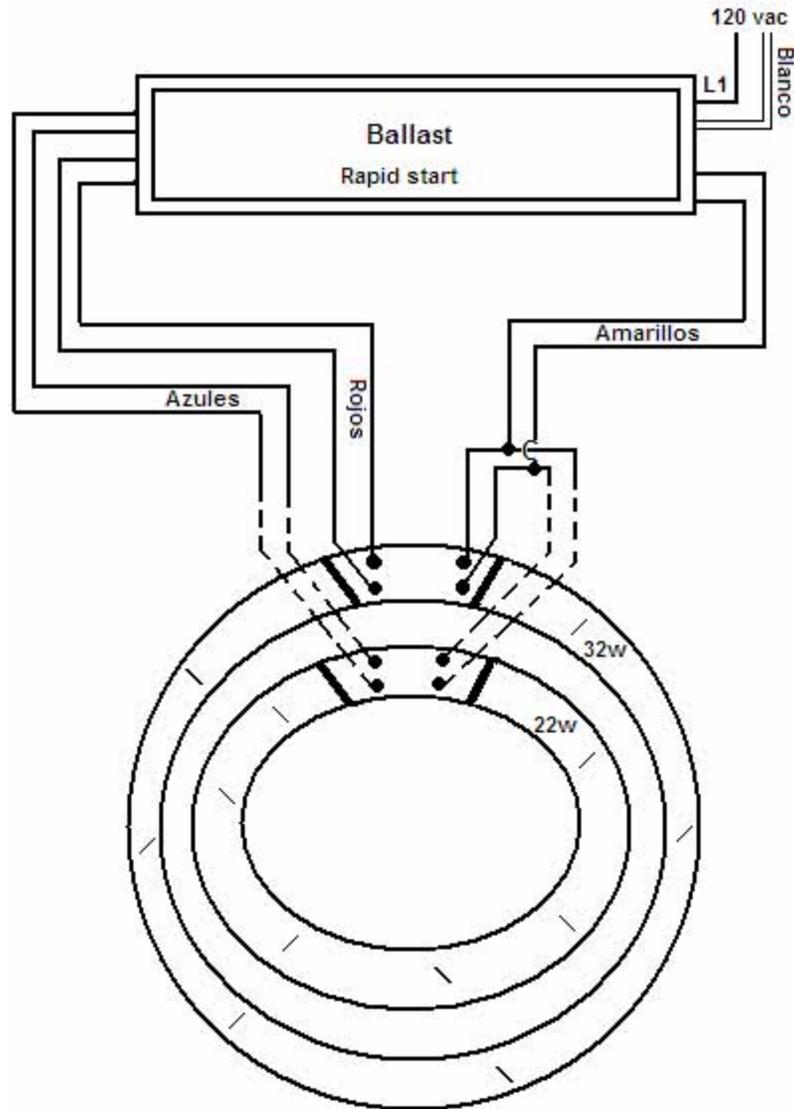
Realice una prueba de continuidad en los dos filamentos cuando la lámpara sea de precalentamiento.

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 ²
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 ² = 10.76 Lux.	
1 Lux = 1 Lúmen - m ²	
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 m²

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

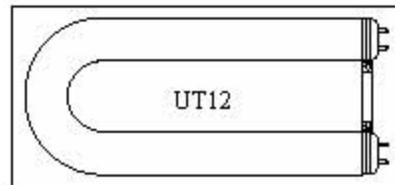
Escuelas	Salones comunes	300
	Biblioteca	400
	Gimnasios	300
	Pasillos	200
	Vestuarios y baños	100

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.



LÚMENES ESTIMADOS DE ALGUNOS TUBOS FLUORESCENTES.					
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 ²	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 pie². (Pag. 184)

1. Área = ancho x largo = 30 x 40 = 1,200 pie².
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 halogenuros 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.

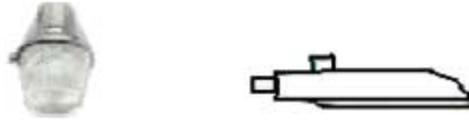
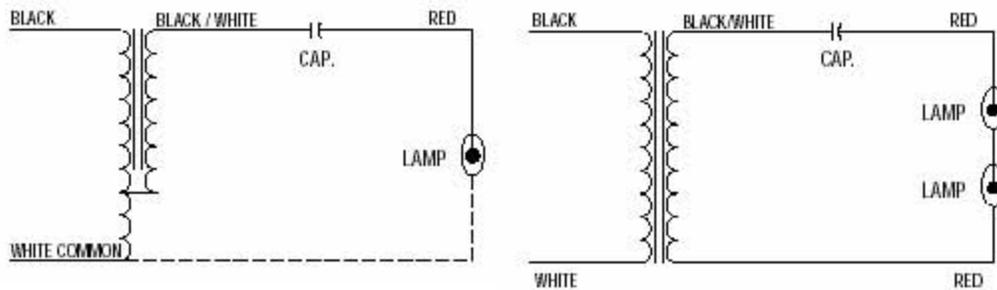
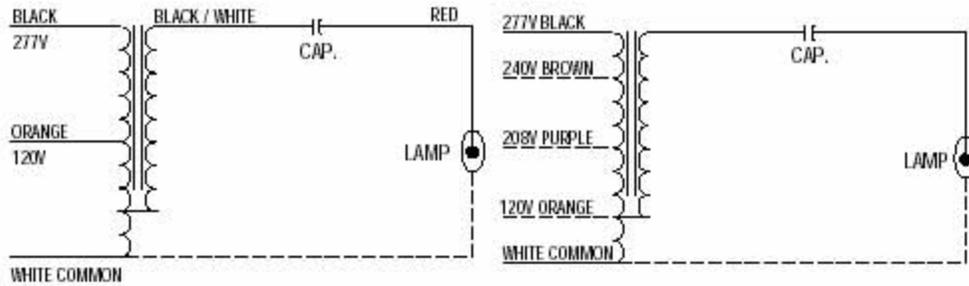


Foto celdas: Vea la página 390



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.

