

## **FUENTES DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.**

### **LÁMPARAS:**

Las distintas fuentes de luz están analizadas de acuerdo a las siguientes características:

EFICIENCIA LUMINOSA

DURACIÓN O VIDA

POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO

COLOR.

### **EFICIENCIA LUMINOSA**

Es la relación entre la cantidad de luz generada por la lámpara y la potencia consumida para producirla. Se expresa en lúmenes por vatio, (lm/w).

La eficiencia luminosa efectiva, debería considerar simultáneamente:

- La “efectividad” de ese flujo luminoso, multiplicando la emisión de la radiación luminosa en cada banda por el factor de sensibilidad del ojo para esa radiación.
- E integrar al consumo de energía, el consumido por los eventuales equipo auxiliares.

### **DURACIÓN O VIDA**

Es imposible predecir la duración de una lámpara individual, este tiempo debe calcularse considerando una muestra significativa de lámparas.

Se define como vida promedio de una lámpara, a la cantidad de horas a las que deja de funcionar un 50% de las lámparas de un grupo suficientemente grande en condiciones normales de trabajo.

## DEPRECIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO

Según el número de horas de funcionamiento que lleva una lámpara esta va sufriendo una reducción en su emisión luminosa. Esta reducción se llama depreciación del flujo luminoso de una fuente o lámpara.

Esta depreciación debe ser tomada en cuenta al calcular el valor de iluminancia de una instalación “en servicio”.

Vida nominal y depreciación luminosa para distintos tipos de lámparas. (Fuente: Narendran et al., 2000)			
Fuente de luz	Vida nominal	% depreciación luminosa al 50% de la vida nominal	% depreciación luminosa al 100% de la vida nominal
Incandescente	1.000	88	83
Incandescente halogenada	2.000	98	97
Fluorescente T8	20.000	85	75
Mercurio	24.000	75	65
Mercurio halogenado	15.000	74	68
Sodio de alta presión	24.000	90	72

## VIDA ECONÓMICA


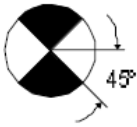

Resulta de vincular los conceptos de vida promedio y de depreciación del flujo luminoso.

Las fuentes de luz pueden continuar funcionando con una reducción importante en el flujo luminoso pero manteniendo constante su consumo.

El concepto de vida económica intenta definir cuál es el porcentaje tolerable de disminución de flujo. Dado que incluye factores económicos, este concepto puede incluir también el costo de los trabajos de mantenimiento asociados al remplazo de las lámparas.

## POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Algunas lámparas presentan restricciones con relación a la posición de funcionamiento para evitar una reducción de la vida útil.

Ejemplos indicativos de posiciones posibles de funcionamiento para lámparas.	
<i>Diagrama</i>	<i>Posición de funcionamiento</i>
	Cualquier posición
	Horizontal, inclinada hacia arriba o abajo hasta 45°
	Vertical, inclinada hasta 30° hacia derecha o izquierda.

## TEMPERATURA COLOR E INDICE DE RECONOCIMIENTO DE COLORES.

Las características de color que se recibe de una superficie están determinadas por el conjunto de las longitudes de onda reflejadas por la misma, del total del espectro de la luz incidente. El número, distribución de intensidad relativa de las líneas o bandas espectrales presentes en la zona visible del espectro, determinan la capacidad de reproducción de color de esa fuente.

Las lámparas de descarga presentan en general un espectro de bandas no continuo. Las lámparas basadas en la incandescencia, por el contrario, generan un espectro continuo, de emisión.

Se definió entonces para éstas el concepto de temperatura de color correlacionada, esto es la temperatura de color de un radiador térmico más parecida a la fuente de descarga analizada.

Esto se refiere exclusivamente a la apariencia de color y no a la forma en que bajo esa luz es percibida una gama de colores, ya que el color de una superficie, está determinada por la reflexión selectiva que realice esta superficie de las longitudes de onda pertenecientes al espectro de luz incidente.

En 1965 la CIE (Comisión Internacional d'Eclairage), desarrolló un método para evaluar comparativamente la capacidad de reproducir los colores de distintas fuentes de luz en base al examen de 8 a 14 colores de discriminación crítica.

El procedimiento consiste en evaluar comparativamente el porcentaje de aciertos en la discriminación de los colores de la fuente en estudio en relación con un radiador térmico de la misma temperatura de color correlacionada. La evaluación es global sobre el total de los tonos evaluados. La calificación es una escala de 0 a 100.

## **LÁMPARAS INCANDESCENTES**

El método más antiguo de generar luz, y el más extendido aún hoy, consiste en calentar un sólido hasta su punto de incandescencia. Esto puede lograrse por la combustión del propio material, o empleando algún tipo de combustible sólido, líquido o gaseoso.

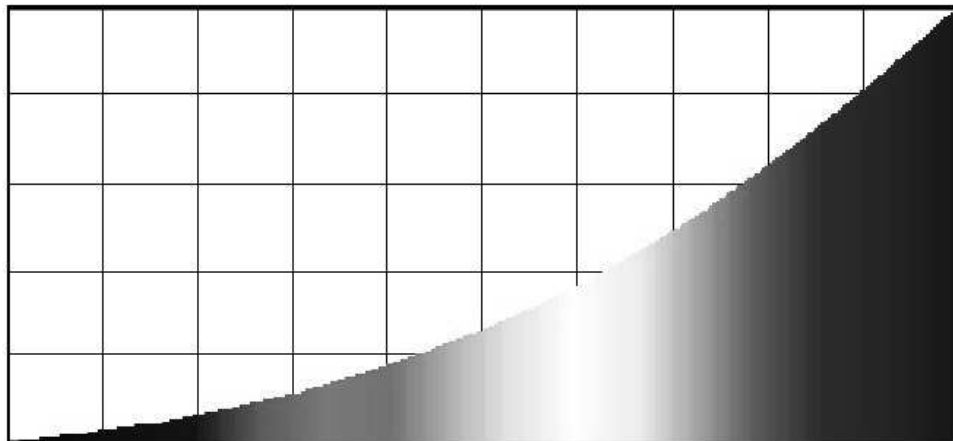
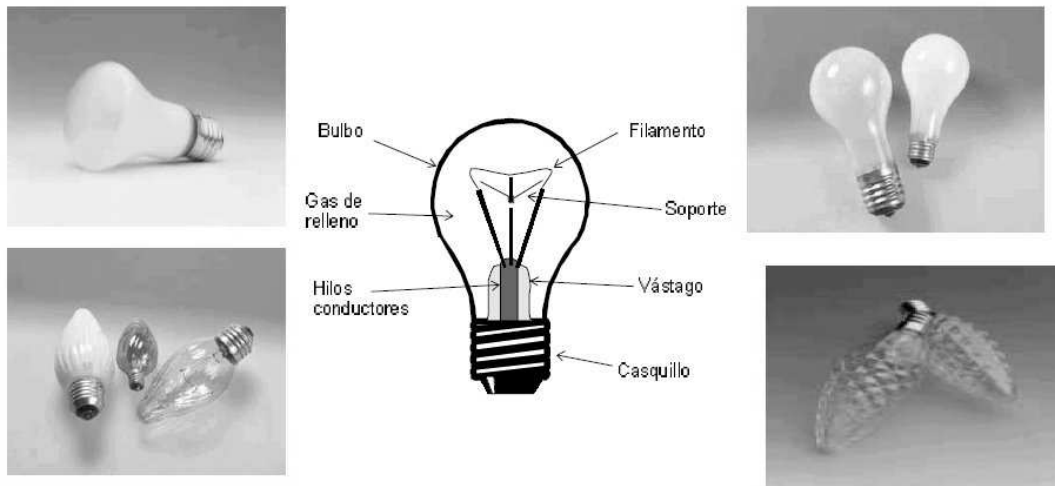
La lámpara eléctrica se genera a partir de la resistencia relativamente elevada que algunos metales oponen al pasaje de la corriente. Si realizamos el calentamiento paulatino de un cuerpo sólido de los 525 C la emisión de radiación ingresa dentro del margen visible (780 a 380 nm aprox.), y comienza a ser percibida como una luz de color rojo oscuro. Si se continúa aumentando la temperatura, la emisión seguirá una escala de tonalidades más luminosas pasando sucesivamente, del rojo oscuro al rojo, luego al naranja y al amarillo, cada vez con mayor caudal luminoso.

Es decir a la escala creciente de temperatura, se corresponde un crecimiento de la tensión hacia la zona azul del espectro. A medida que se aumenta la temperatura absoluta del cuerpo, y que las longitudes de onda de la radiación así generada caen dentro del campo de sensibilidad del ojo, se obtienen niveles crecientes de energía luminosa.

El máximo teórico sería elevar la temperatura del cuerpo hasta los 5221 K que coincide con el punto de máxima sensibilidad del ojo. Pero a esta temperatura los cuerpos pierden su forma física y solo existen para fines prácticos, 5 elementos que tengan un punto de fusión superior a 3000 K. A temperaturas cercanas a estos valores es muy grande la emisión de electrones y en consecuencia la reducción de la duración del elemento.

La creación de las variedades de lámparas halógenas incandescentes tiende a atenuar este efecto, aumentando su vida con temperaturas más altas.

La duración de estas lámparas es en consecuencia, muy sensible a la variación de la tensión de funcionamiento, con la que guarde dentro de ciertos límites una relación lineal, que permite predecir con bastante precisión la duración final de una lámpara mediante un ensayo acelerado con sobre tensión controlada.



*Espectro de emisión visible de una lámpara incandescente*

**HALOGENADAS:** Son un perfeccionamiento de las lámparas incandescentes. En las lámparas incandescentes la temperatura de trabajo del filamento está limitada por la disipación del mismo que aumenta con la temperatura. La incorporación de halógenos en el gas de llenado permite la captación de los electrones del tungsteno que se combinan con los halógenos para formar un vapor de halogenuros de tungsteno que permanecen en torno del filamento sin pegarse a la ampolla. Al acercarse a las elevadas temperaturas del filamento se produce una nueva disociación adhiriéndose el tungsteno nuevamente al filamento y liberándose el halógeno. Este ciclo de regeneración se produce a elevadas temperaturas, pero la deposición de tungsteno se realiza de forma aleatoria por lo cual es posible alargar la vida de la lámpara pero no solucionar completamente la reducción del diámetro del filamento.

Debido a la mayor temperatura del filamento, la envolvente no puede realizarse en vidrio normal sino en cuarzo que presenta un punto de fusión más elevado.



**LÁMPARAS REFLECTORAS DICROICAS:** La capa reflectora de estas lámparas está formada por una superposición de delgadas capas de materiales con distinto índice de refracción. Por un proceso que se explica por el Principio de Interferencia, la luz es reflejada y amplificada en un porcentaje elevado, mientras el calor es transferido hacia la parte posterior del reflector.

Esto permite eliminar gran parte (65%) de la radiación térmica asociada a la luminosa y lograr en consecuencia un “haz frío” nombre que también se designa a este tipo de lámparas.



**OTROS TIPOS DE LÁMPARAS INCANDESCENTES:** Tratamiento de la ampolla.

La envoltente de algunas lámparas presentan asociados tratamientos que modifican su distribución de luz.

**SATINADO:** mediante ácido fluorhídrico se consigue en el interior un deslustrado con terminación ligeramente difusora.

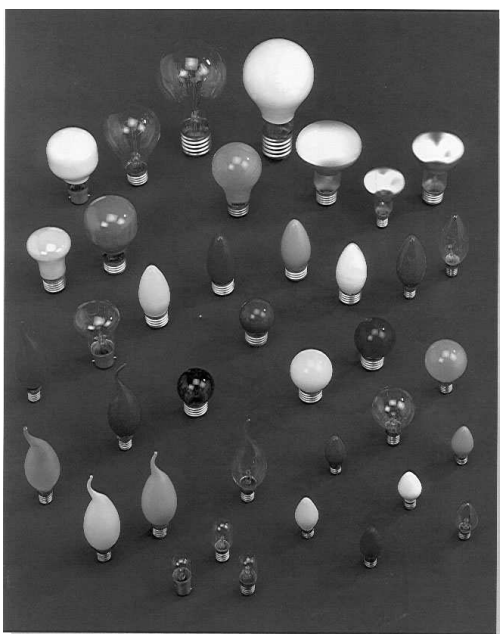
**DIFUSOR:** Con algo más de pérdida que en el caso anterior, es posible lograr una capa interior de muy alto nivel de difusión en base a deposición de una fina capa de sílice y dióxido de titanio.

**SEMIREFLECTORA:** Ambos tratamientos combinados (satinado y difusión) logran la obtención de estas características en las llamadas "lámparas de lectura" (superlux).

**COLOREADO:** Mediante lacas transparentes coloreadas de alta temperatura o con pinturas de terminación difusa puede obtenerse el coloreado de la luz emergente.

**REFLECTORAS:** La lámpara tiene un recubrimiento interior parcial en base a una deposición de aluminio que genera una capa de muy alto factor de reflexión. El perfil de la ampolla se diseña de acuerdo a la posición del filamento para obtener haces emergentes con distinta apertura.

Constructivamente la ampolla puede realizarse en vidrio prensado PAR, resistente al shock térmico.

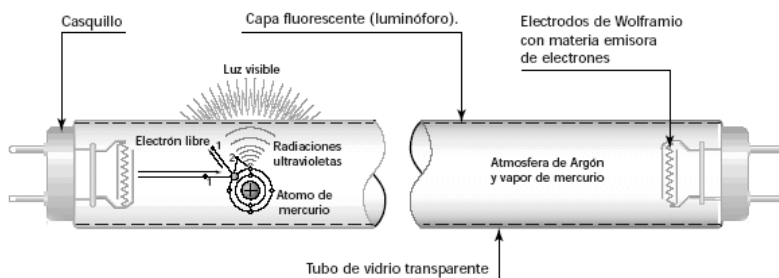


## LÁMPARAS DE DESCARGA EN BAJA PRESIÓN.

### PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.

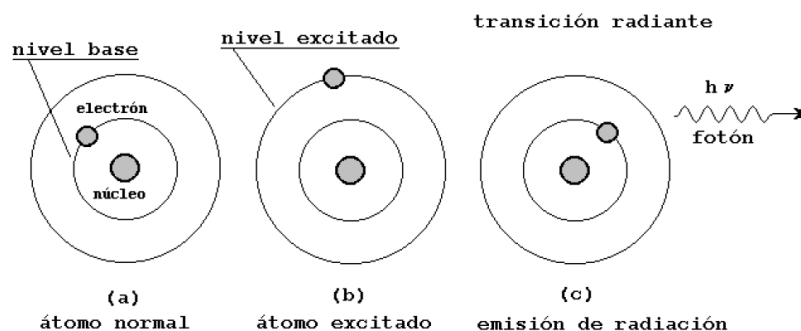
Se basa en el efecto generado por una descarga de electrones en una atmósfera gaseosa. En forma natural se produce en nuestra atmósfera en caso de los relámpagos y rayos.

En un tubo cerrado que contiene un gas de relleno con electrones libres y un electrodo en cada extremo, se genera una diferencia de potencial entre los mismos, que habrá de generar un desplazamiento de los electrones libres hacia el polo positivo.



En su pasaje, puede ocurrir que este electrón choque con un átomo en equilibrio del gas y puede producir un cambio de estado en el mismo según tres modalidades:

- Que se produzca un cambio de dirección en el átomo del gas, (choque elástico).
- Que el electrón animado de gran velocidad arranque un electrón de la última capa del átomo (choque inelástico), generando la liberación de un nuevo electrón (proytil) e iones positivos.
- Que el electrón animado de una velocidad intermedia, entre las dos anteriores, al chocar con el átomo, desplace a un electrón de la última capa hacia una órbita mas exterior, con lo que el átomo queda en un estado inestable y con el exceso de energía que había tomado a consecuencia del choque.





En la tendencia a volver a situaciones estables, el átomo deberá liberarse del exceso de energía, lo que se hará en forma de radiación mientras que los electrones desplazados vuelven a su nivel de energía inicial. Parte de esta radiación puede producirse en el campo visible o en el ultravioleta.

Este principio es básicamente común a todas las lámparas de descarga.

Varían la presión del gas, los gases y metales de llenado.

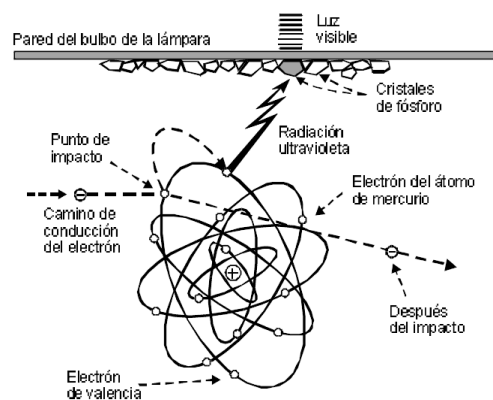
Las radiaciones producidas tienen longitudes de onda muy definidas y en consecuencia el espectro de la descarga no será continuo.

A causa del incremento en la liberación de electrones durante la descarga, se producirá un aumento incontrolado del pasaje de corriente desde un electrodo al otro que provocaría una situación equivalente a la de un cortocircuito. Para evitar esto, debe intercalarse en el circuito un elemento de control de la cantidad de corriente que circula dentro del tubo de descarga. Este elemento absorberá el exceso de corriente en el circuito, manteniendo los parámetros eléctricos (voltaje e intensidad) en los valores óptimos de funcionamiento.

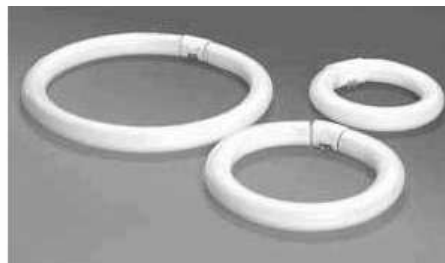
## TUBOS FLUORESCENTES:

La emisión principal de la descarga no cae dentro del margen visible por el efecto del recubrimiento interior de polvo fluorescente se logra.

Distintos compuestos utilizados en la composición de los mismos generan distintas tonalidades de luz. Con la mezcla adecuada de los mismos puede regularse la calidad de color y cantidad de luz generada.



*Conversión de radiación en la capa fluorescente*



Con balastos electromagnéticos la vida promedio de la lámpara es de aprox. 7.000 hs. Con balastos electrónicos de alta frecuencia esta duración puede extenderse a 11.000 hs.

La duración está fijada normalmente por la disipación de una sustancia emisiva que recubre los electrodos y que tiene como función facilitar la ionización del gas dando comienzo a la descarga. Esta condición vincula en consecuencia su duración ( y entonces la vida de la lámpara) al número de encendidos.

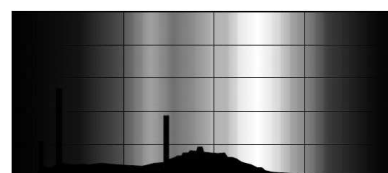
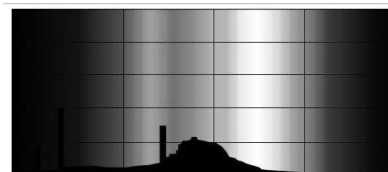
Como causa de la depreciación del flujo luminoso se agrega la paulatina disminución de la eficacia del efecto de fluorescencia y de la disminución del mercurio libre que queda atrapado en el polvo fluorescente.

La cantidad de luz que genera la lámpara es sensible a la temperatura. Con balastos electromagnéticos normales las lámparas tienen un límite menor de funcionamiento de 0 C, y con balastos electromagnéticos de alta frecuencia esta temperatura límite baja a -24 C.

La cantidad de luz se reduce de forma importante cuando aumenta la temperatura interior. El rendimiento más elevado se alcanza cuando el algún punto de la lámpara la temperatura no supera los 40 C, esta condición se obtiene cuando la temperatura ambiente de la lámpara no supera los 25 C.

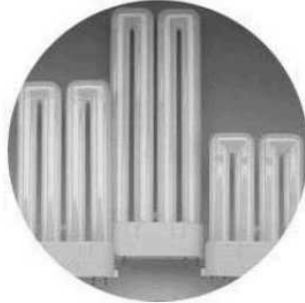
Este problema está relacionado con la cantidad de energía necesaria para realizar la producción de la radiación ultravioleta a distintos niveles de presión del vapor de mercurio interno.

Clasificación de lámparas fluorescentes de acuerdo a su índice de reproducción cromática (adaptada de CIE, 1986)	
<i>Grado de reproducción cromática</i>	<i>Índice de rendimiento de color</i>
1 A	> 90
1 B	80 a 90
2 A	70 a 79
2 B	60 a 69
3	40 a 59
4	20 a 39



*Espectros de emisión de lámparas fluorescentes de diferentes índices de rendimiento de color: 55 (arriba) y 72 (abajo).*

## FLUORESCENTES COMPACTAS:



Mantiene las ventajas principales de las lámparas fluorescentes:

Duración media o alta.

Alto rendimiento lumen/vatio

Reencendido instantáneo.

Variedad de tonalidades en el color de su luz.

Eliminación del efecto estroboscópico en circuitos monofásicos mediante el empleo de balastos electromagnéticos de alta frecuencia.

A estas condiciones se les agregan las de contar con dimensiones menores y la posibilidad en algunos casos, con equipo integrado, de permitir el recambio directo de lámparas incandescentes (casquillo E27).

## BAJA PRESIÓN EN SODIO

La baja presión de funcionamiento la asocia a las fluorescentes. La diferencia con ellas es que toda la emisión de la descarga cae en el margen visible, por lo cual aumenta el rendimiento del haz luminoso.

Básicamente consiste en un tubo de descarga de largo desarrollo con alvéolos donde se deposita el sodio en la condensación. En su interior además de sodio, existe una mezcla de argón y neón que tienen como función facilitar la descarga ionizando el gas y lograr la temperatura necesaria para gasificar el sodio. La emisión se estabiliza con la radiación en una banda prácticamente monocromática (589 nm). La posibilidad de discriminación de color bajo su luz es en consecuencia nula. Esta frecuencia de emisión que coincide prácticamente con el punto de máxima sensibilidad del ojo, le permite alcanzar el máximo de rendimiento energético, hasta el momento conseguido de 200 lum/vatio.

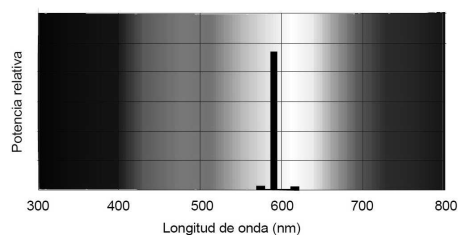
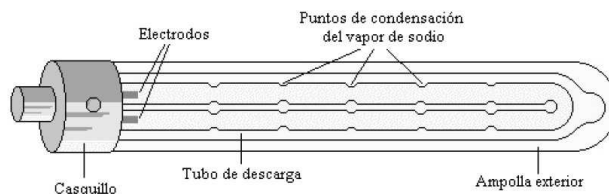
Para obtener este elevado rendimiento, la temperatura interior debe de ser mantenida en 260 C. El bulbo exterior lleva para ello un tratamiento reflectivo de la radiación infrarroja para evitar pérdidas.

Esta lámpara reúne características especiales para ser empleada como iluminación vial o de seguridad.

Alto rendimiento.

Debido a su luz monocromática no se produce refracción en caso de niebla permitiendo gran penetración.

Tiene reencendido instantáneo.



Distribución espectral de una lámpara de sodio de baja presión.

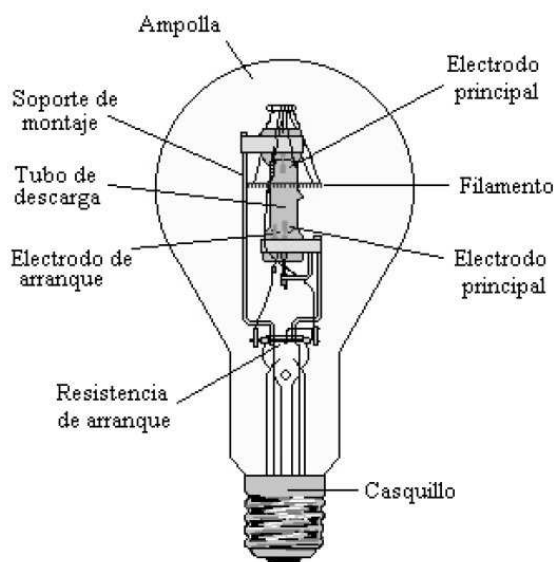
## LÁMPARAS DE DESCARGA EN ALTA PRESIÓN

Aumentando la presión del gas se ensanchan las bandas de emisión dando la posibilidad de obtención de un espectro más continuo.

Al aumentar las colisiones, existe un mayor rozamiento y en consecuencia mayores pérdidas térmicas. La salida de energía radiante por unidad de longitud es alta.

### DESCARGA EN VAPOR DE MERCURIO:

La fuente de generación es exclusivamente un pequeño tubo de descarga de cuarzo con un electrodo en cada extremo. Un electrodo auxiliar ubicado junto a uno de los principales es el encargado de facilitar la descarga y comenzar la ionización del gas.



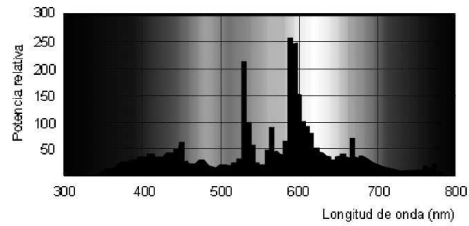
*Esquema de una lámpara de vapor de mercurio de alta presión.*

La construcción del tubo de descarga en cuarzo permite a la vez; soportar elevadas temperaturas y presiones de funcionamiento sin deformaciones, y ser permeable a la radiación ultravioleta que en las variedades con recubrimiento fluorescente es convertida en luz.

La radiación UV será así convertida en radiación visible en el recubrimiento de polvos fluorescentes interior o detenida por la envoltura exterior de la lámpara, gracias a agregados en la composición del vidrio de la ampolla.

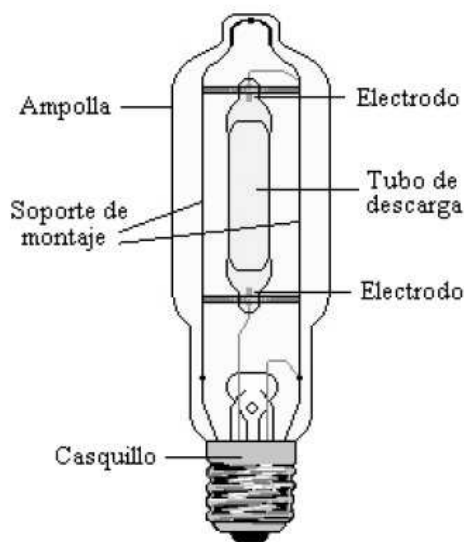
No sufren cambios significativos con las variaciones de temperatura y puede encender hasta en temperaturas de -24 C. Tiene tolerancia a las fluctuaciones de tensión.

La emisión normal tiene una predominancia de tonalidades en la gama de azul- verde-amarillo del espectro, que puede ser corregida con el polvo fluorescente agregando tonalidades de rojo. Las aplicaciones más frecuentes son en alumbrado público o industrial. Las variedades confort o de lujo, mediante la utilización de polvos fluorescentes especiales, obtienen un flujo luminoso mayor y características de color más aconsejables para uso interior y locales de uso público.



*Espectro de emisión de una lámpara de vapor de mercurio halogenado de tipo multilínea.*

### HALUROS METÁLICOS:



*Esquema de una lámpara de halogenuro metálico.*

El principio de generación trata de mejorar la coloración de la luz en base a la incorporación de otros metales y compuestos en los gases de llenado del tubo de descarga.

Se utilizan para ello halógenos, particularmente los yoduros que a las elevadas temperaturas de la descarga (3000 K), se disocian en una capa de halogenuros

metálicos cerca de la pared del tubo de descarga, e iones metálicos y halógenos en el centro de la descarga.

Estos iones centrales son los que emiten radiación pero son potencialmente agresivos para la envoltura de cuarzo del tubo de descarga, que es protegida por la capa de halogenuros que rodea interiormente las paredes del mismo.

Los componentes utilizados pueden operar sobre la base de la emisión en la gama del amarillo-verdoso-azulado o sobre la obtención de una emisión de espectro multilínea.

Por las características de las mezclas utilizadas, generalmente es necesario agregar en el circuito de estas lámparas ignitores electrónicos que generen los picos de tensión necesarios para el comienzo de la descarga.

Dado que las características de control provienen del principio de generación, no es necesario realizar la corrección con el polvo fluorescente. En consecuencia puede aprovecharse la posibilidad de obtención de un foco compacto que permite una mayor precisión en el desarrollo de los sistemas ópticos de control de haz de las luminarias. A su vez esto genera fuentes de luz de elevadísima luminancia que debe ser adecuadamente controlada.

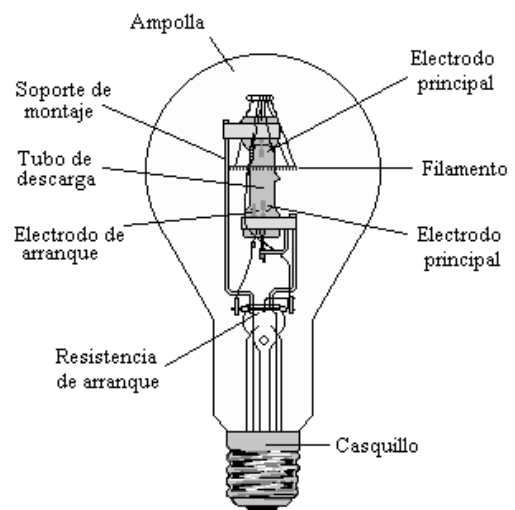
Las variantes de menor potencia más comunes (70 y 150 watt) que han tomado gran difusión, deben ser usadas con adecuados filtros de radiación UV, cuando son usados a corta distancia sobre materiales sujetos a variaciones debido al efecto de esta radiación (efecto de decoloración sobre pigmentos, o degradación sobre polímeros).

## LUZ MIXTA

Es una lámpara de transición entre las lámparas incandescentes (a las que sustituye con ventajas de rendimiento y duración) y las lámparas de descarga en vapor de mercurio con equipo auxiliar.

Un filamento incandescente asociado al circuito e instalado en serie con el tubo de descarga, actúa como limitador de la corriente en el tubo de descarga una vez que comienza la ionización del gas evitando así la necesidad de un equipo exterior.

El filamento consume las 2/3 de la energía consumida por la lámpara y funciona luego de la estabilización a una temperatura menor que en las lámparas incandescentes normales.



Esto permite aumentar su duración (6000 hs) y el contenido de tonos rojos en la emisión de luz resultante.

Son preferentemente utilizadas por esta condición en espacios interiores o exteriores donde no existan riesgos de vibraciones fuertes que puedan provocar el desprendimiento o rotura del filamento.

## LEDS

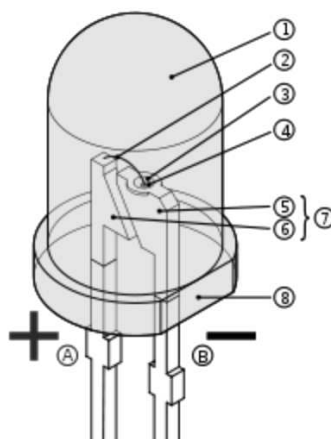
### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cuando Albert Einstein recibió el premio Nobel de física en 1921 no fue por su teoría de la relatividad, sino por un estudio aparentemente más modesto: el efecto fotoeléctrico. Einstein describió cómo algunos materiales, al ser sometidos a una corriente eléctrica, emiten luz.



Funcionamiento físico

La luz producida mediante el efecto fotoeléctrico tiene una frecuencia determinada (es decir, es de un sólo color), que depende del tipo de material. También existe el efecto contrario, que hace que los paneles fotovoltaicos produzcan electricidad al exponerlos a la luz. Los diodos LED se conocen desde los años 60. Son esos pilotos rojos y verdes que hay en todos los aparatos electrónicos. Dentro de la caperuza de plástico de un diodo LED hay un material semiconductor. Cuando se aplica una pequeña corriente eléctrica, emite luz, sin producir calor y con un color definido. El color puede ser incluso invisible para el ojo humano, como los LED infrarrojos que hay en el mando a distancia del televisor.



<b>A</b>	Ánodo
<b>B</b>	Cátodo
<b>1</b>	Lente/encapsulado epóxico
<b>2</b>	Contacto metálico
<b>3</b>	Cavidad reflectora
<b>4</b>	Terminación del semiconductor
<b>5</b>	Plaquetas
<b>6</b>	Plaquetas
<b>7</b>	
<b>8</b>	Borde plano

La intensidad y la tensión que soportan es baja del orden de 1,7 - 2 V y una intensidad máxima de 20mA



## **Una cuestión de color azul**

Si los diodos LED son tan antiguos, ¿por qué no se han popularizado antes? El problema es precisamente el color. Los diodos rojos y verdes eran muy fáciles y baratos de producir, pero los azules no. Todo cambió en 1993 cuando el investigador Shuji Nakamura descubrió un proceso más barato de fabricación con dos compuestos: Nitruro de Galio y nitruro de Indio, que son los que se utilizan en la actualidad.

Para conseguir luz blanca hay que mezclar en partes iguales luz roja, verde y azul. Se puede hacer el experimento de mirar de cerca una parte blanca de la pantalla del ordenador, y se comprobará que está compuesta de diminutos puntos de estos colores. Al alejarse, se ve el color blanco.

El descubrimiento de los LED azules abrió la puerta a la iluminación doméstica, pantallas de ordenador más ligeras y luces de discoteca más espectaculares, que pueden adoptar cualquier color y controlarse con un PC, y también a una avalancha de pilotos azules en electrodomésticos y coches "tuneados".

## **Ventajas de los diodos LED**

Los beneficios que trae esta tecnología para la iluminación son innumerables. Vamos a tratar de describir algunos de ellos.

- **Bajo consumo:** Una lámpara LED requiere menor potencia para producir la misma cantidad de luz. El beneficio es notable cuando se trata de luz de color. Una lámpara incandescente de 100 W con filtro rojo produce 1 W de luz roja (por ej. en un semáforo). Para generar la misma cantidad de luz roja, un LED sólo requiere 12 W.
- **Baja tensión:** Generalmente se alimentan a 24V de corriente continua, adaptándose perfectamente a la mayoría de las fuentes de alimentación de los equipos, y reduciendo al mínimo los posibles riesgos de electrocución.
- **Baja temperatura:** Por su alto rendimiento, el LED emite poco calor. Además, los procesos de su operación no requieren el calor, como las lámparas incandescentes y hasta cierto punto las de descarga, por lo cual opera a baja temperatura.
- **Mayor rapidez de respuesta:** El LED tiene una respuesta de funcionamiento mucho más rápida que el halógeno y el fluorescente, del orden de algunos microsegundos, ello lo hace ideal para funcionar con un estrobo (sistemas estroboscópicos), aumentando así las prestaciones de este último.
- **Sin fallos de iluminación:** Absorbe las posibles vibraciones a las que pueda estar sometido el equipo sin producir fallos ni variaciones de iluminación. Esto es debido a que el LED carece de filamento luminiscente evitando de esta manera las variaciones de luminosidad del mismo y su posible rotura.

- Mayor duración: La vida de un LED es muy larga en comparación con los demás sistemas de iluminación:

Vida media, horas		Pérdida de luminosidad		
LED	100.000	-20%	-30%	
Fluorescente	20.000	LED	45.000 h	100.000 h
Halógeno	4.000	Fluorescente	5.000 h	20.000 h
Incandescente común	1.000	Halógena	1.500 h	4.000 h

La depreciación luminosa es mínima en relación a las lámparas halógenas y las fluorescentes.

## APLICACIONES

Desde hace muchos años se emplean los LED como lámparas indicadoras, debido a su robustez mecánica, larga vida, pequeño tamaño y bajo consumo. Como fuente luminosa, su uso es relativamente reciente y es particularmente útil cuando se requieren luces de colores.

Se puede decir que el mercado de señalización está siendo transformado con la aparición de estas fuentes de luz, por ejemplo en los semáforos: rojo, amarillo y verde; como luces de autos: pueden reemplazar a las incandescentes tanto para luces de freno o de posición; en iluminación infrarroja: su larga vida y robustez permite usarlas para situaciones de seguridad, en conjunción con cámaras infrarrojas o detectores donde la visión nocturna es necesaria. El desarrollo de LEDs de color blanco de características adecuadas (mayor eficacia) puede aumentar las posibles aplicaciones de este tipo de fuente luminosa.

Día a día vemos nuevas aplicaciones de la tecnología de LED. Entre las aplicaciones más difundidas podemos señalar algunas en la figura siguiente:



SEMAFOROS



SEÑALES DE TRAFICO



PANELES DE INFORMACIÓN AL PASAJERO



BALIZAMIENTO



ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA



SEÑALIZACIÓN EN PISTAS DE ATERRIZAJE EN AEROPUERTOS



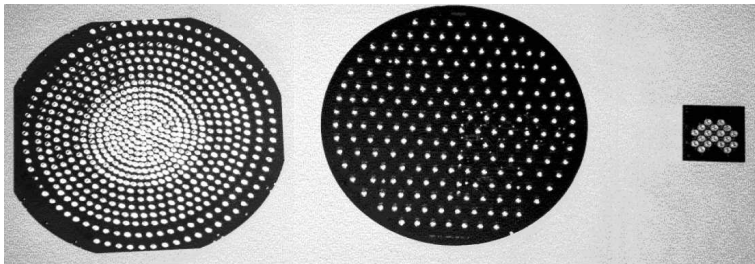
PANELES DE VIDEO COLOR



DEMARCAION DE CAMINOS

Considerando que los semáforos requieren luces de colores y que los LEDs generan luces de color directamente, esta aplicación fue una de las primeras para los LEDs. Asimismo, se ha visto varios avances tecnológicos para esta aplicación.

En el año 1993, para reemplazar una lámpara incandescente de 100W se necesitaban 700 LEDs de  $\varnothing$  5mm (Figura izquierda). Para el año 1996 ya se necesitaban solamente 200 LEDs del mismo tamaño (Figura centro). En la actualidad, esa cantidad se redujo a sólo 18 LEDs de alto flujo luminoso (Figura derecha, a la misma escala).



*Evolución en las lámpara para semáforos*



LED de alto rendimiento



## **BIBLIOGRAFIA:**

Publicación Cátedra de Acondicionamiento Lumínico Udelar 2002

Iluminación Eficiente, Capítulo 4 Beatriz M. O'Donnell, José D. Sandoval y Fernando Paukste

