

LUMINOTECNIA

Introducción

Dr. Ing. M. Vignolo

Ing. N. Rivero

¿Para qué iluminar?

La mayor parte de la información nos llega a través del sentido de la visión.

- Realización de tareas
- Seguridad de las personas y los bienes
- Poder realizar trabajos nocturnos
- Percepción del entorno y valoración el espacio

LA LUZ

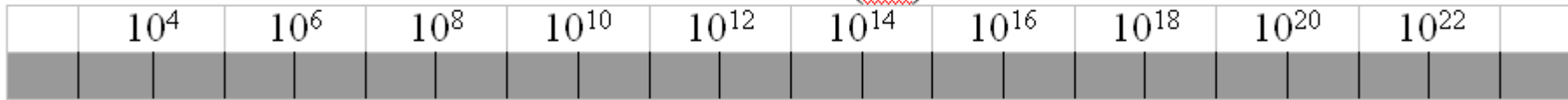
TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

- Los cuerpos luminosos emiten luz en la forma de energía radiante
- Esta energía radiante se propaga en forma de ondas electromagnéticas
- Las ondas electromagnéticas actúan sobre la retina estimulando una respuesta que produce la sensación visual

LA LUZ

TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA

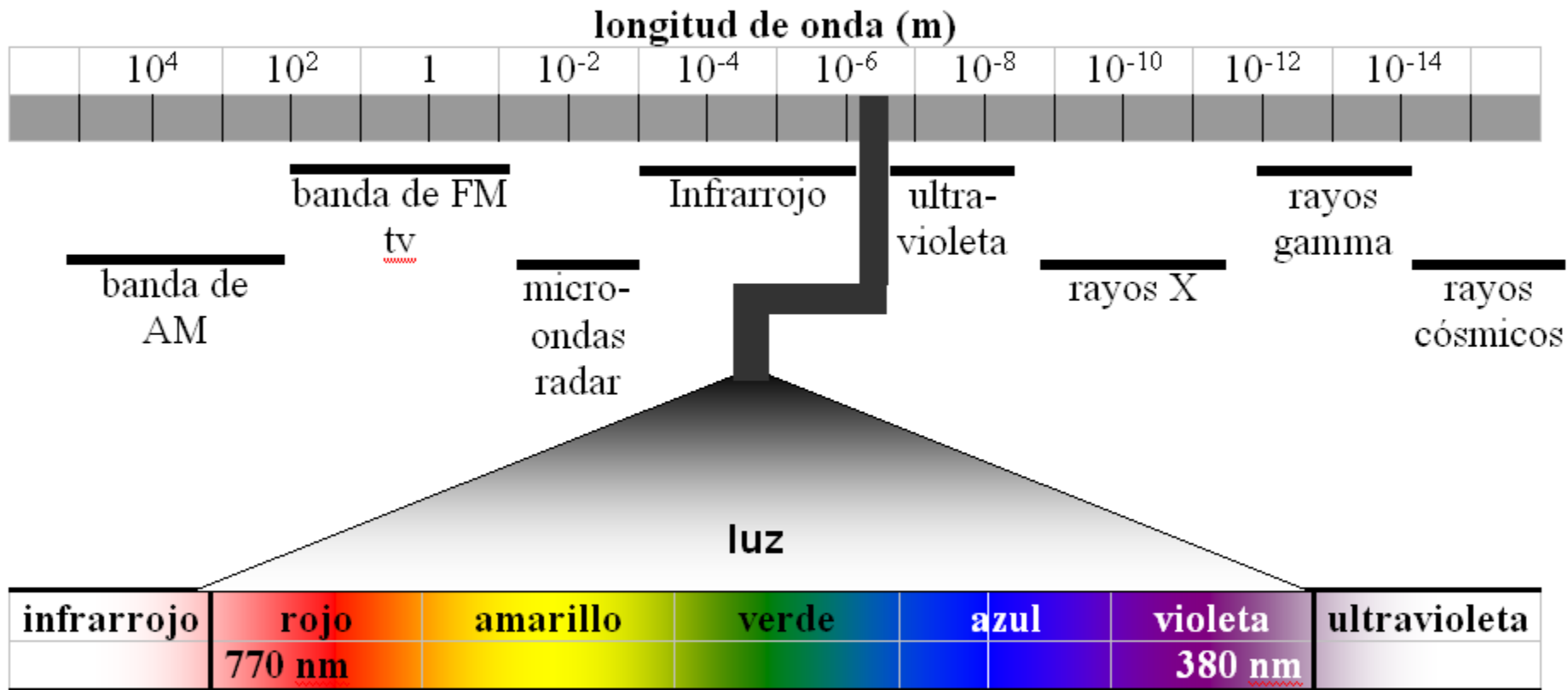
frecuencia (Hz)



Aumenta la frecuencia y disminuye la longitud de onda

LA LUZ

TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA



LA RADIACIÓN VISIBLE

- Es la energía radiante en la parte visible del espectro entre dos longitudes de onda:

> 380 nm (violeta)

< 780 nm (rojo)

LA RADIACIÓN UV

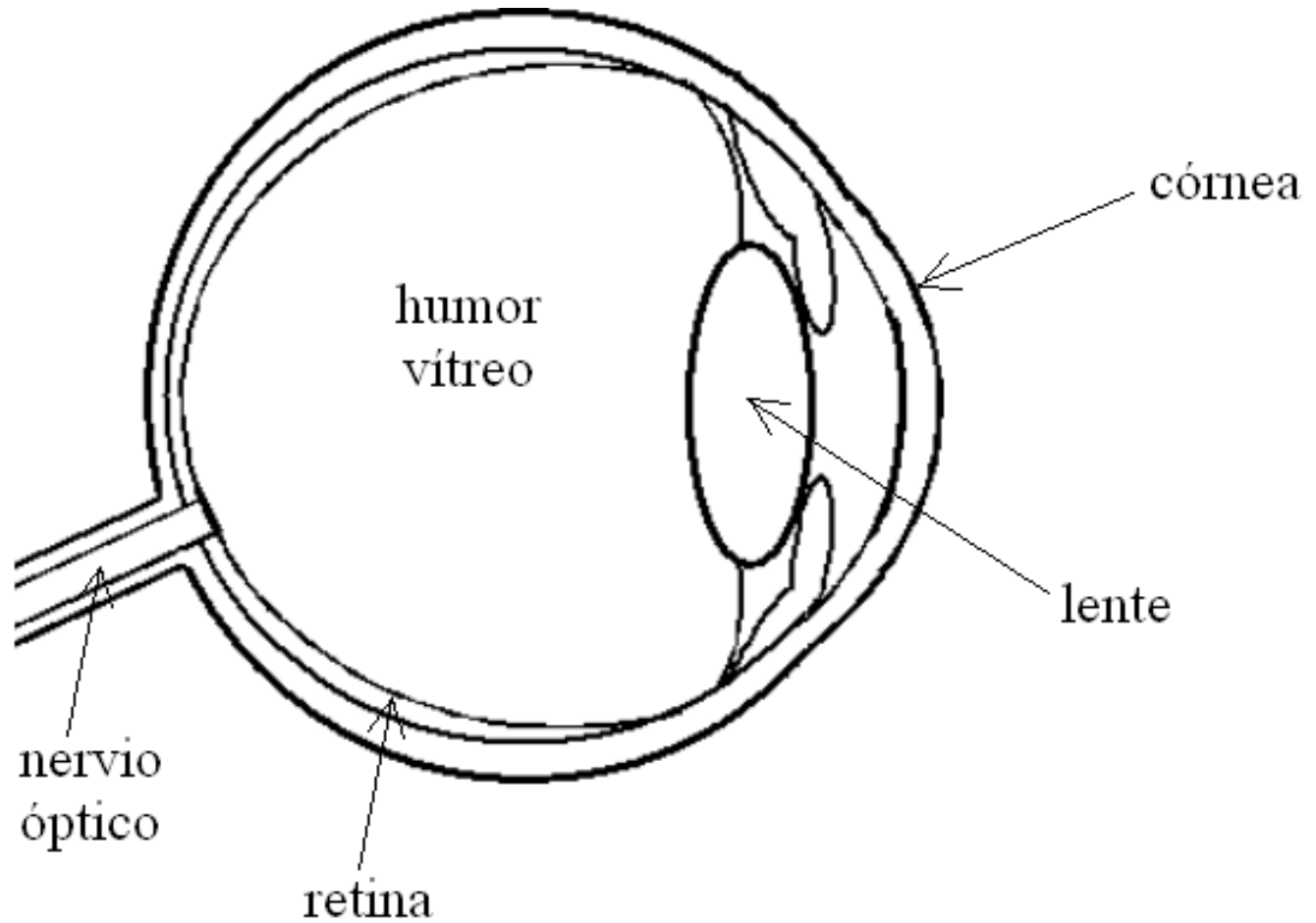
- Es aquella cuya longitud de onda es menor que la del violeta (400 nm)
 - UV-A: 315 nm a 400 nm
 - UV-B: 280 nm a 315 nm
 - UV-C: 100 nm a 280 nm

LA RADIACIÓN IR

- Es la energía radiante cuyas longitudes de onda son mayores a la del rojo

- IR-A: 780 nm a 1.4 μm
- IR-B: 1.4 μm a 3 μm
- IR-C: 3 μm a 1 mm

EL OJO



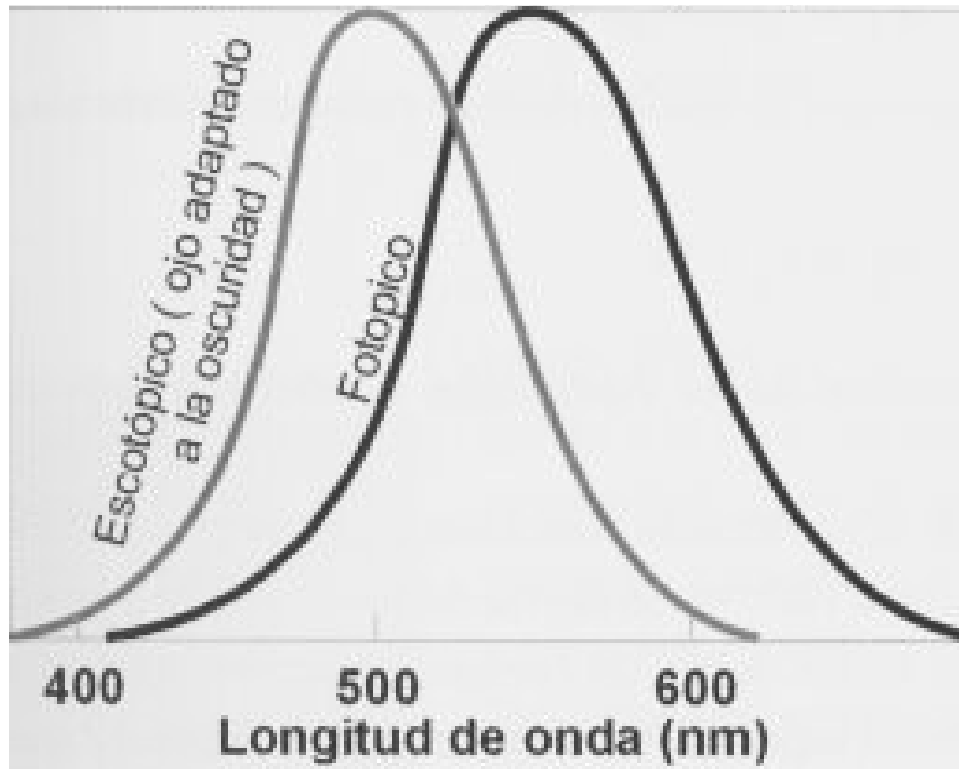
LA VISIÓN

- En la retina se encuentran los receptores
- Dos clases de receptores:
 - Bastones
 - Conos
- Los bastones son desde el punto de vista evolutivo el sistema visual más antiguo. Son muy sensibles a la luz y a los movimientos pero no distinguen el color. Dan lugar a la **visión escotópica**.

LA VISIÓN

- Los conos, se activan con niveles lumínicos altos y son los que permiten ver colores. Dan lugar a la **visión fotópica**.
- La visión **mesópica** corresponde a la situación intermedia entre la visión escotópica y fotópica.

LA SENSIBILIDAD DEL OJO



- Visión **fotópica**:
luminancia $> 10 \text{ cd/m}^2$
- Visión **escotópica**:
luminancia $< 0.01 \text{ cd/m}^2$
- Visión **mesópica**:
situación promedio

VISIÓN FOTÓPICA

- Sensibilidad máxima en 555 nm (verde-amarillo)
- La visión se produce completamente a través de los conos

VISIÓN ESCOTÓPICA

- La sensibilidad máxima está en los 507 nm (azul)
- La visión se produce casi exclusivamente a través de los bastones: se distinguen las formas pero no los colores

LA VISIÓN MESÓPICA

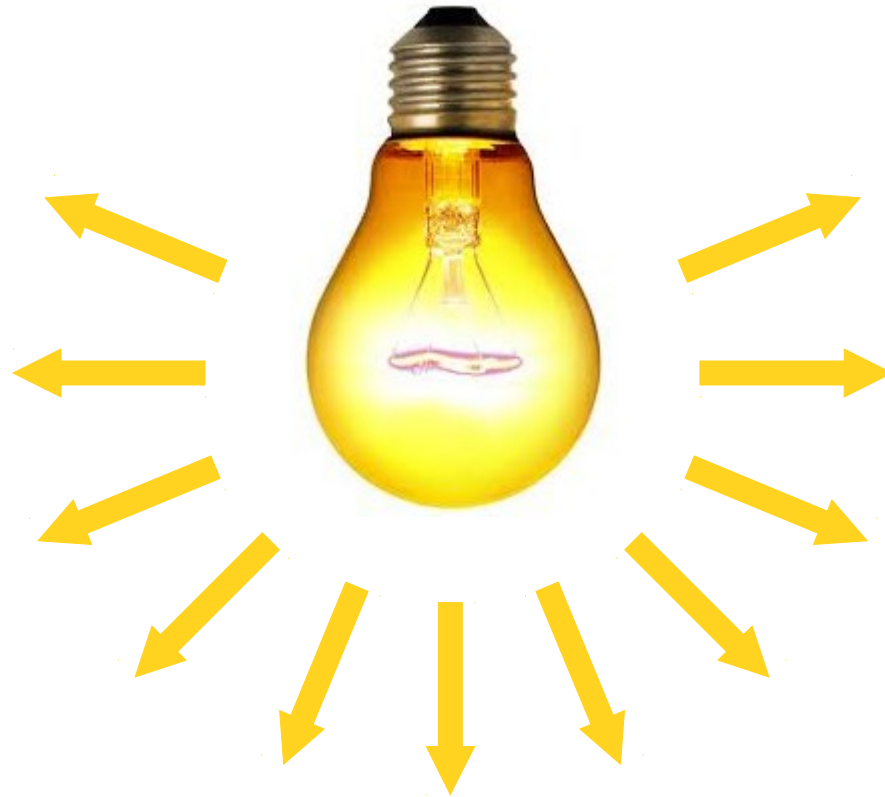
- Ambos fotoreceptores comparten la visión

FLUJO RADIANTE

DEF. : Es la energía emitida por un radiador (cuerpo radiante) en una unidad de tiempo.

- Se la conoce también como flujo energético
- Abarca la potencia total de la radiación electromagnética emitida en todas las direcciones y para todas las longitudes de onda (visibles o no)
- Se mide en Watt

FLUJO LUMINOSO

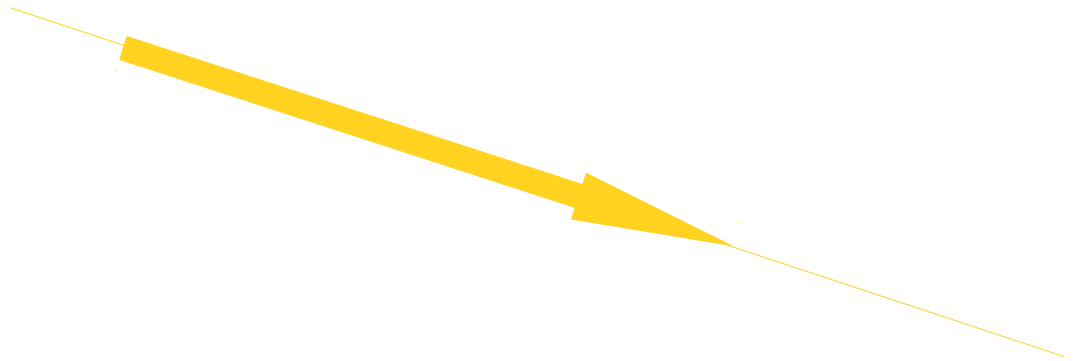


FLUJO LUMINOSO

DEF: **El Flujo Luminoso (F)** es la parte del flujo radiante en el espectro visible (380 a 780 nm).

- Un **Lumen (lm)** es el flujo luminoso de una radiación monocromática de $540 \cdot 10^{12}$ Hz (equivalente a $\lambda = 555$ nm) cuyo flujo radiante es de $(1/683)$ W
- Esto significa que un flujo radiante de 1 W proporcionaría un máximo de 683 lm si toda su radiación fuera monocromática en los 555 nm

INTENSIDAD LUMINOSA

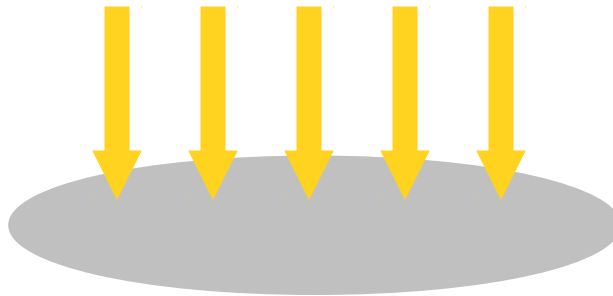


INTENSIDAD LUMINOSA

DEF. : **La Intensidad Luminosa (I)** es el flujo luminoso emitido en un pequeño cono que contiene una dirección dada dividido por el ángulo sólido del cono.

- $I = dF / d\Omega$
- **Candela:** $1 \text{ cd} = 1 \text{ lm/sr}$

ILUMINANCIA

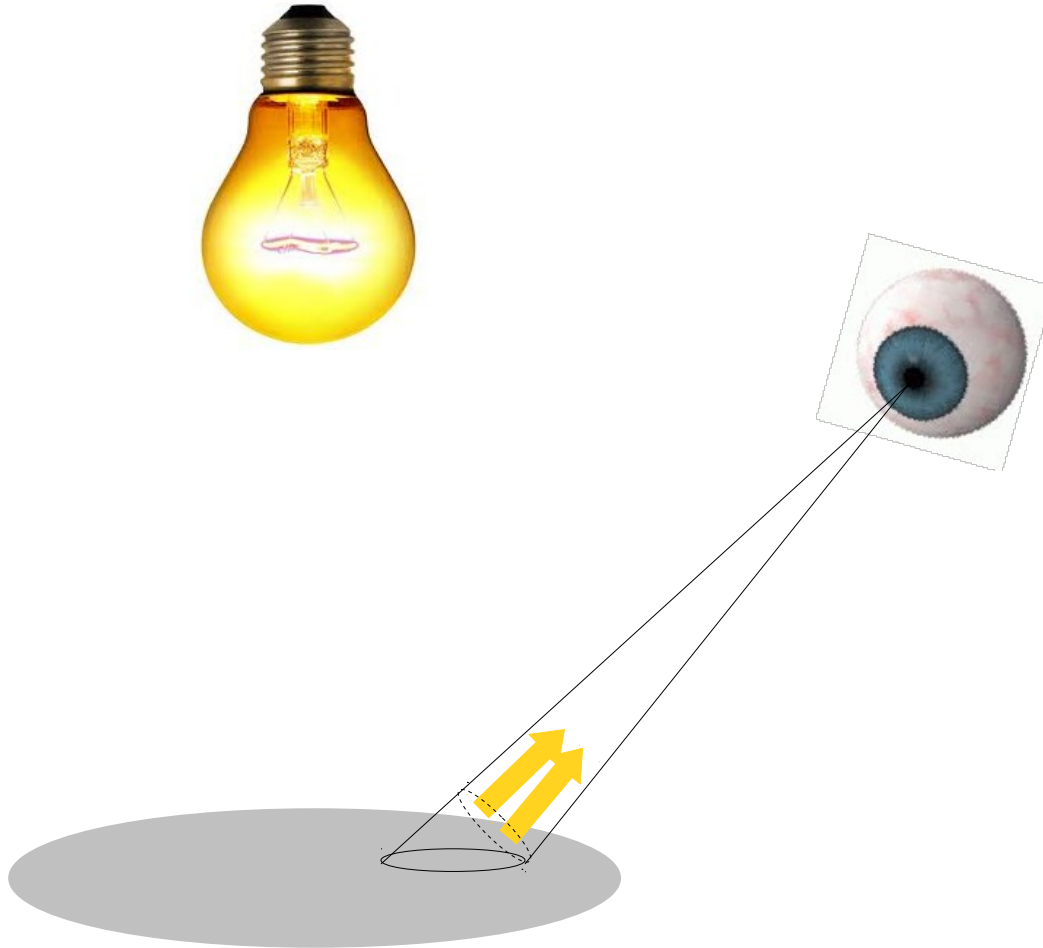


ILUMINANCIA

DEF. : **La Iluminancia (E)** se define como el flujo luminoso que incide sobre una unidad de superficie.

- Se mide en **Lux**: $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$
- $E = dF / dA$
- Se la llama también nivel de iluminación
- Es importante destacar que está referida siempre a un plano determinado
- Es independiente de las propiedades físicas de la superficie sobre la que se mide

LUMINANCIA



LUMINANCIA

DEF. : La **Luminancia** (L) de una fuente emisora en una dirección dada es igual a la intensidad luminosa en esa dirección, por unidad de área proyectada en esa misma dirección.

- $L_{(\alpha)} = dI_{(\alpha)} / dS'$

LUMINANCIA

- La luminancia caracteriza la fuente o superficie emisora en una dirección dada y es una **magnitud** de singular importancia pues es la **que aprecia el ojo**
- El concepto es aplicable a cualquier superficie que emite (*ej.: monitor*) o que refleja (*ej.: una ruta*) luz
- La luminancia está vinculada a la claridad (brillo) y se mide en **cd/m²**

FUENTES DE LUZ

DEFINICIONES

- **Lámpara:** Fuente artificial de luz
- **Vida útil (depreciación luminosa):** Duración en horas de encendido hasta que el flujo luminoso alcanza el 80 % del flujo inicial
- **Vida media (mortalidad):** Para una muestra representativa, tiempo de ensayo medido desde el encendido, en el que dejan de funcionar el 50 % de las lámparas

FUENTES DE LUZ

DEFINICIONES

- **Temperatura de color:** Temperatura absoluta a la que un cuerpo negro emitiría un flujo luminoso que provocara la misma impresión de color en el ojo que la fuente luminosa considerada
 - **Temperatura de color BAJA** => espectro con predominio de radiaciones rojas (sensación **cálida**)
 - **Temperatura de color ALTA** => espectro con predominio de radiaciones azules (sensación **fría**)

FUENTES DE LUZ

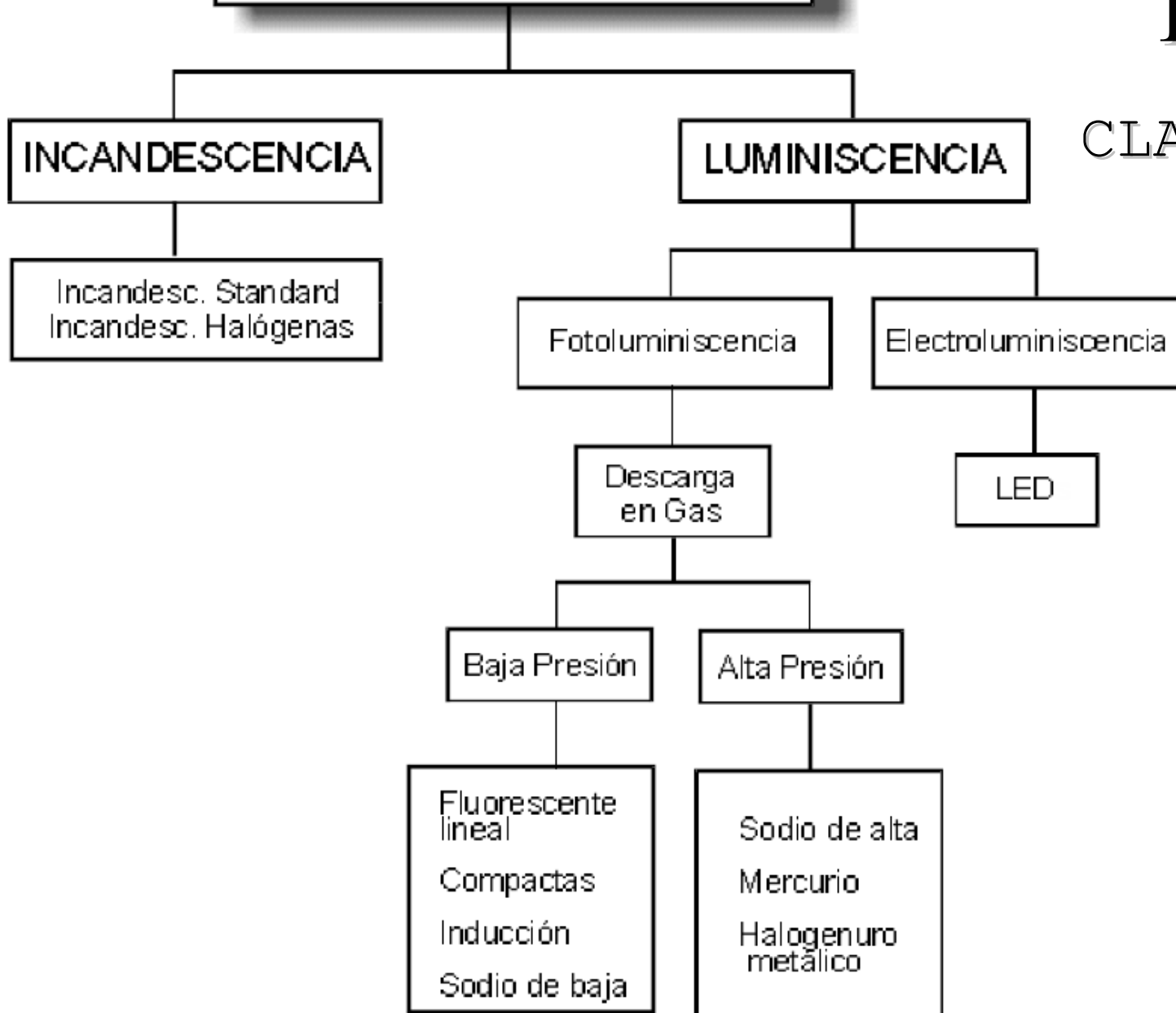
DEFINICIONES

- **Eficacia de una fuente luminosa:** Flujo luminoso total emitido por la fuente dividido por la potencia que la misma consume
- Unidad: lm/W

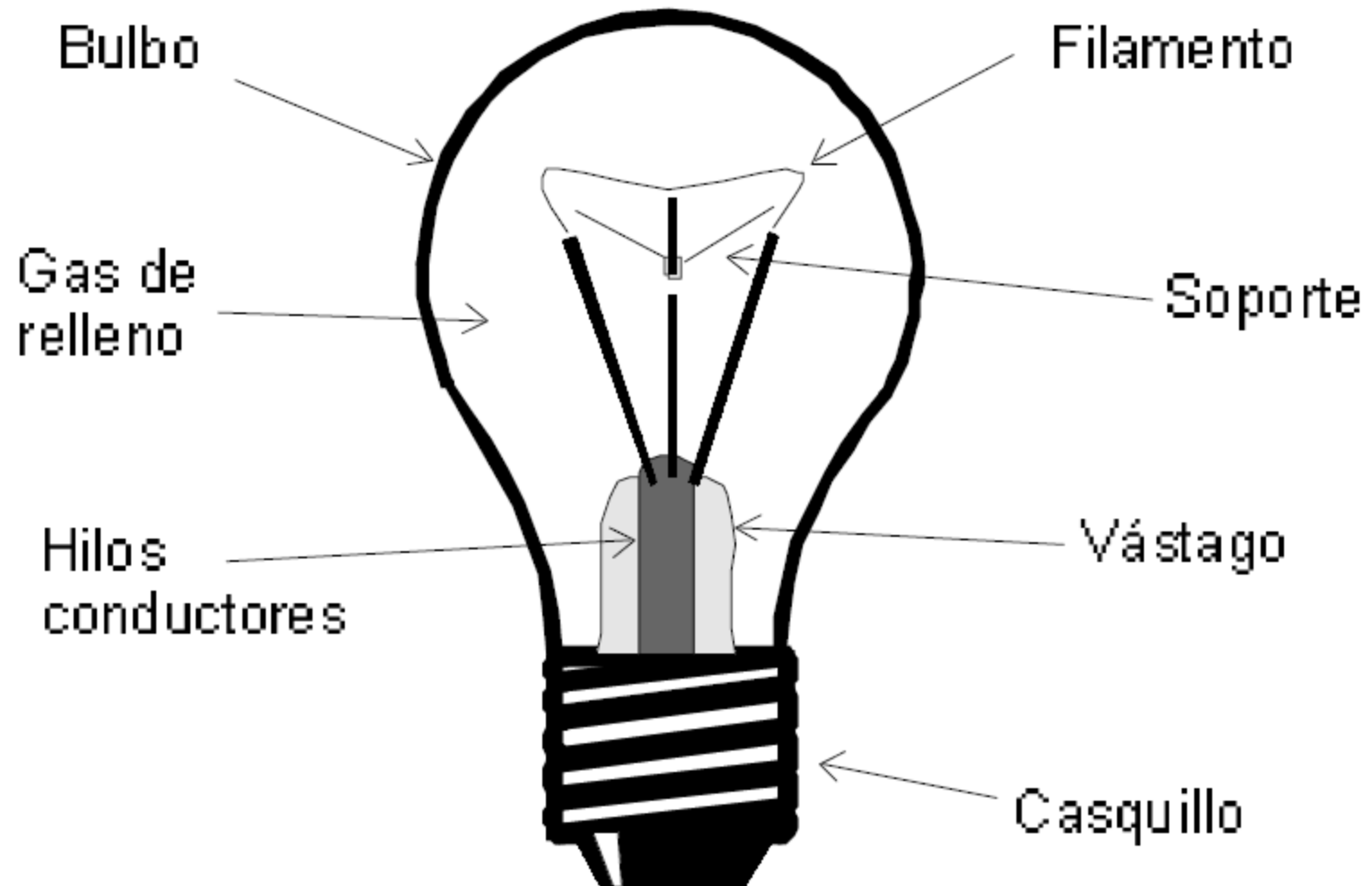
FUENTES DE LUZ

CLASIFICACIÓN

FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES



LÁMPARAS INCANDESCENTES



LÁMPARAS INCANDESCENTES

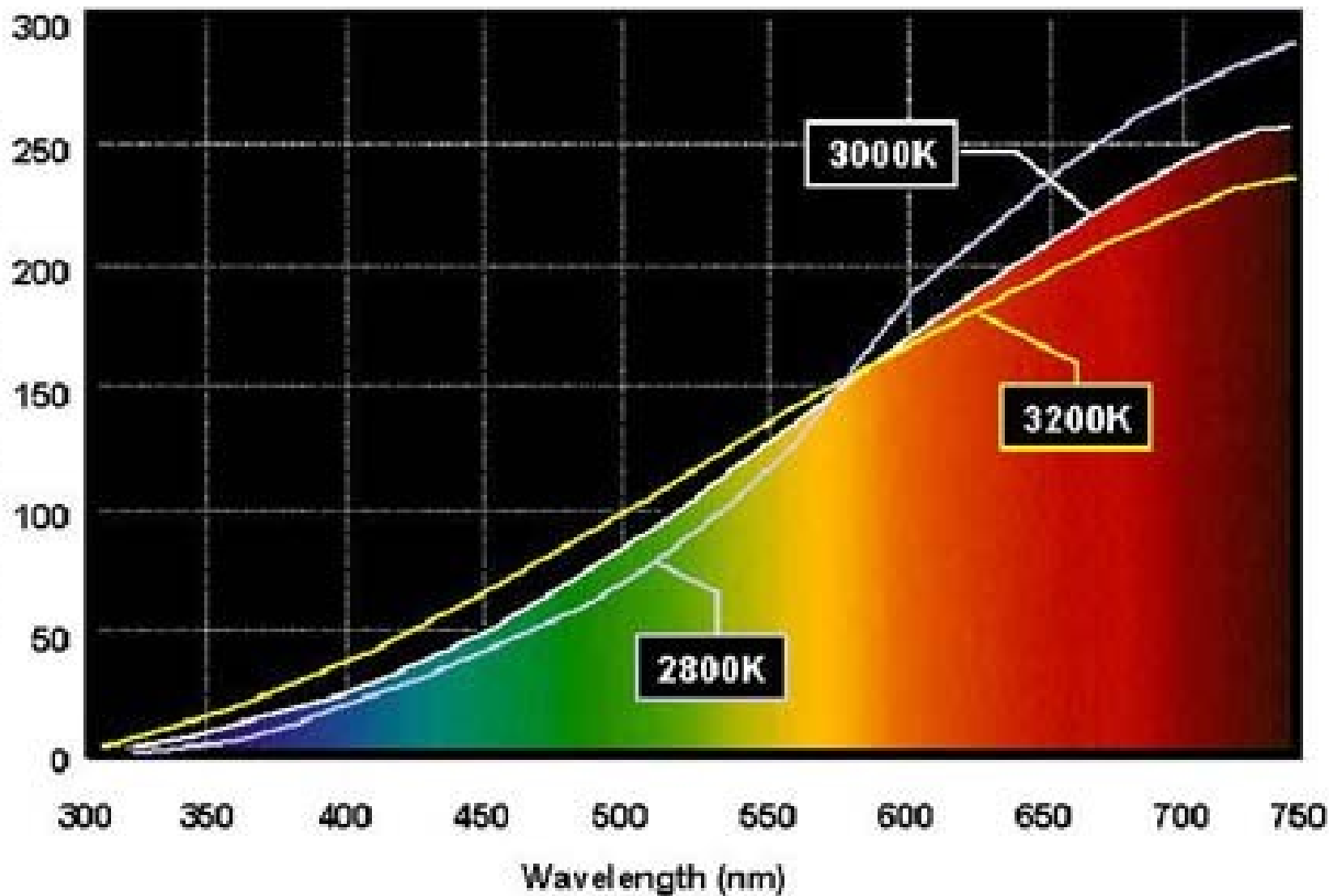
- Filamento incandescente (tungsteno)
- Soporte para el filamento
- Gas de relleno (argón y nitrógeno)
- Ampolla
- Casquillo
- Eficacia: 10 lm/W
- Vida útil: 1000 hs (mercado)
- Equipo auxiliar: no necesitan
- Posición de funcionamiento: cualquiera
- Reproducción cromática: óptima

INCANDESCENTES HALÓGENAS

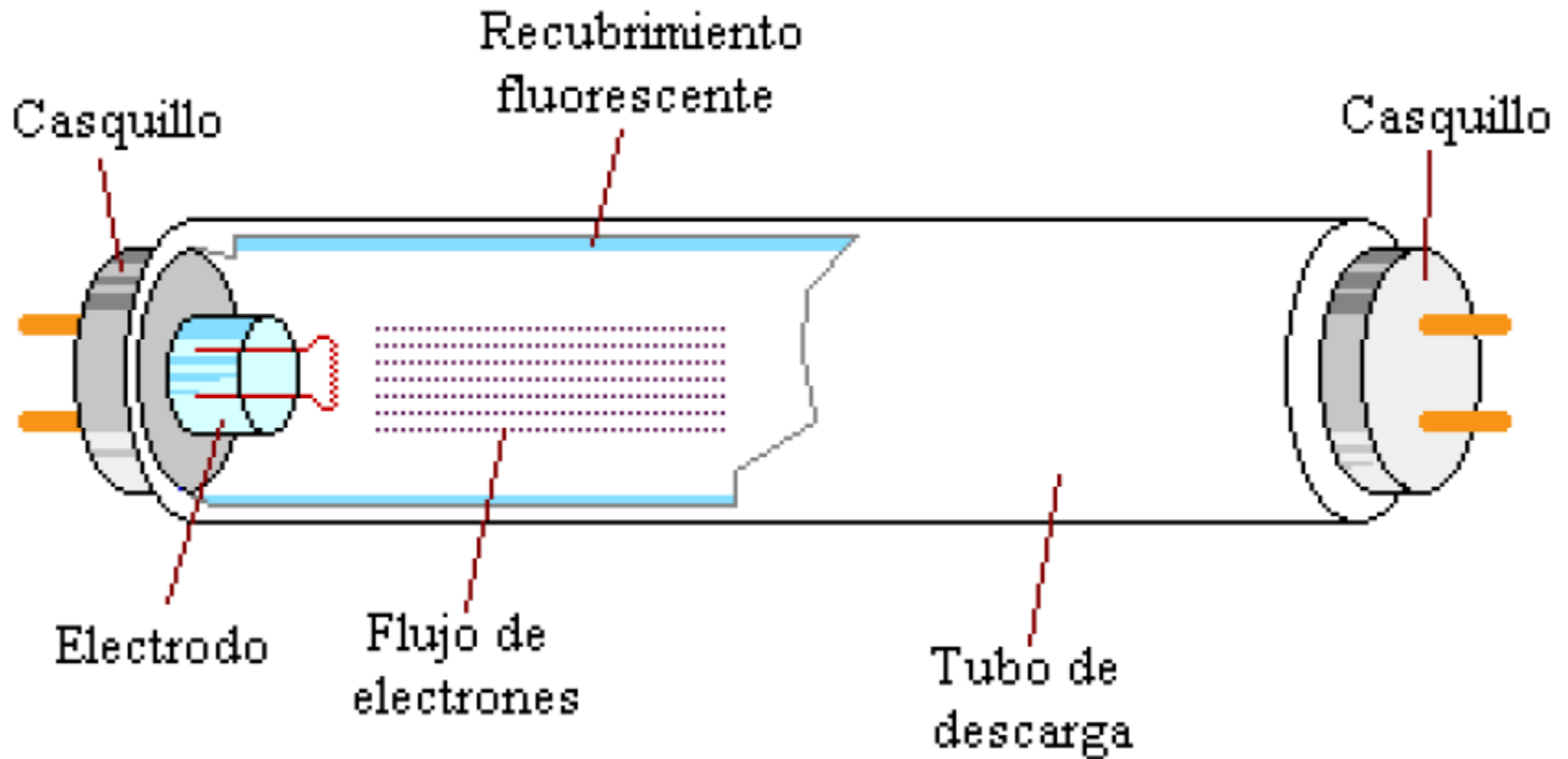
- Filamento incandescente
- Gas de relleno + elemento halógeno (I o Br)
 - ↓
 - Ciclo halógeno
- Ampolla
- Casquillo
- Eficacia: 20 lm/W
- Vida útil: 2000 a 4000 hs
- Equipo auxiliar: no necesitan
- Posición de funcionamiento: cualquiera
- Reproducción cromática: óptima

LÁMPARAS INCANDESCENTES

EMISIÓN



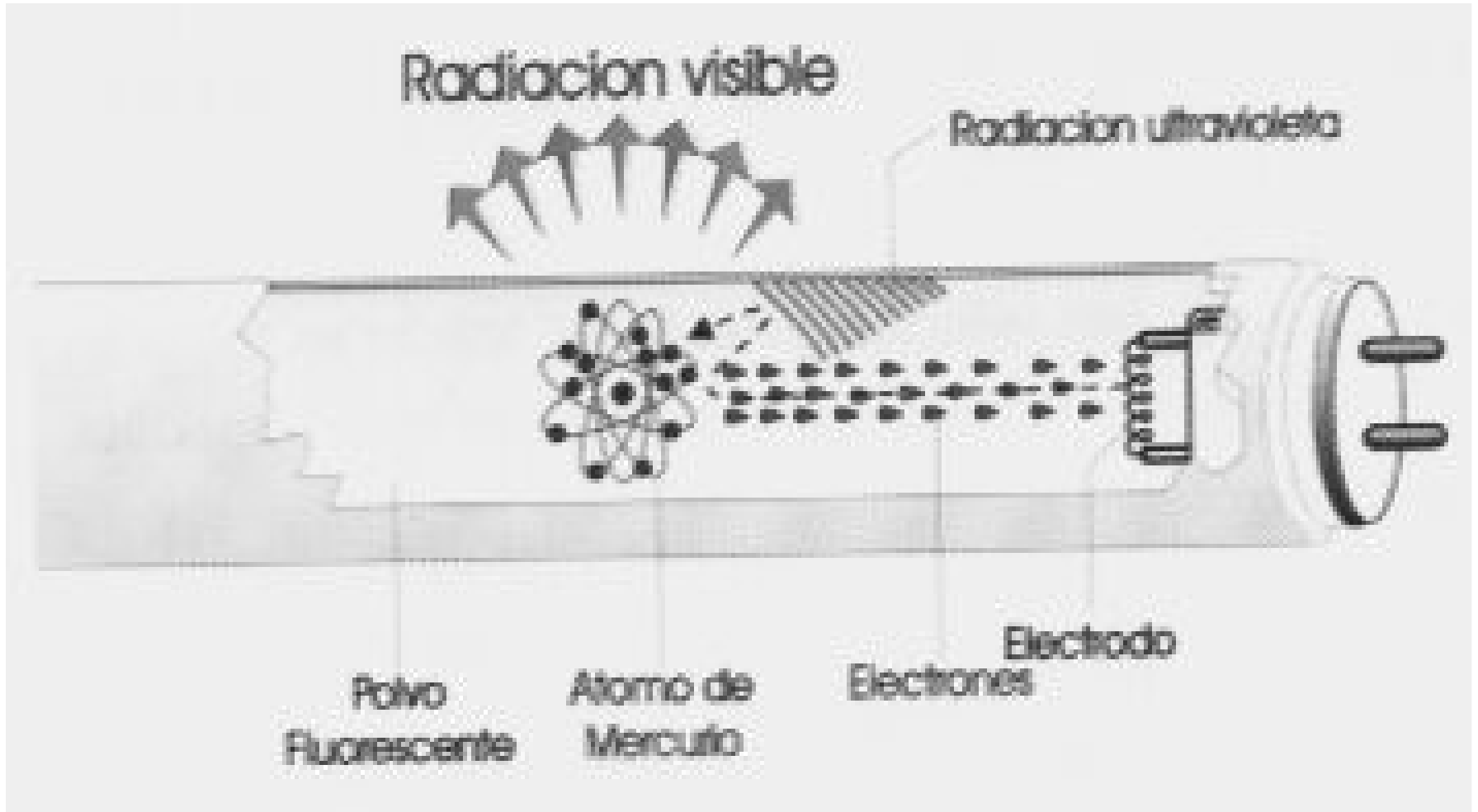
LÁMPARAS FLUORESCENTES



LÁMPARAS FLUORESCENTES

- Principio de funcionamiento:
 - Tubo de vidrio
 - Recubrimiento fluorescente (fósforos)
 - Electrodo de tungsteno (inducción: antena)
 - Gas de relleno (argón) + Mercurio
 - Cátodo caliente
 - Casquillos

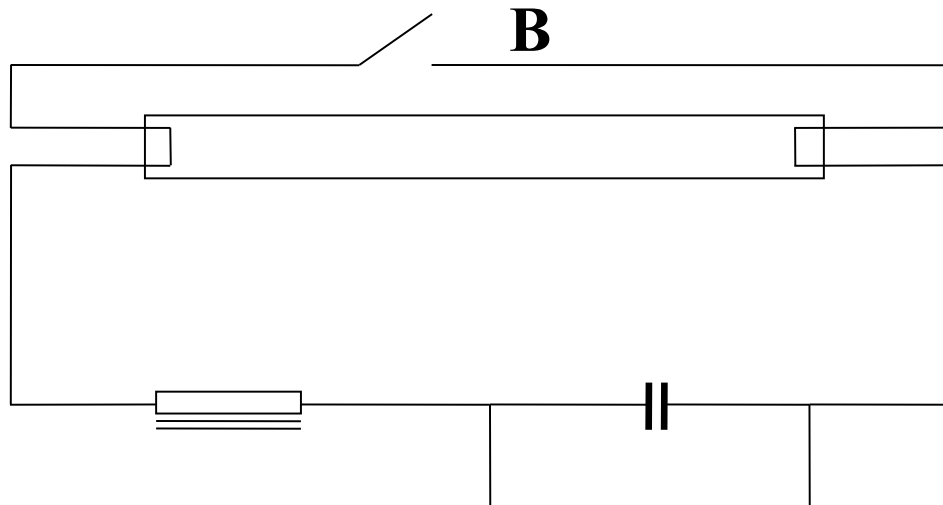
LÁMPARAS FLUORESCENTES



LÁMPARAS FLUORESCENTES

- Eficacia: 80 lm/W
- Vida útil: 8000 a 12000 hs
- Tipos de revestimiento (fósforo, el color depende del recubrimiento)
- Reproducción cromática: buena
- Reencendido: rápido
- Tipos de lámparas fluorescentes
 - Tubos T12, T8, T5
 - Compactas convencionales
 - Compactas integrales
 - Inducción magnética

LÁMPARAS FLUORESCENTES

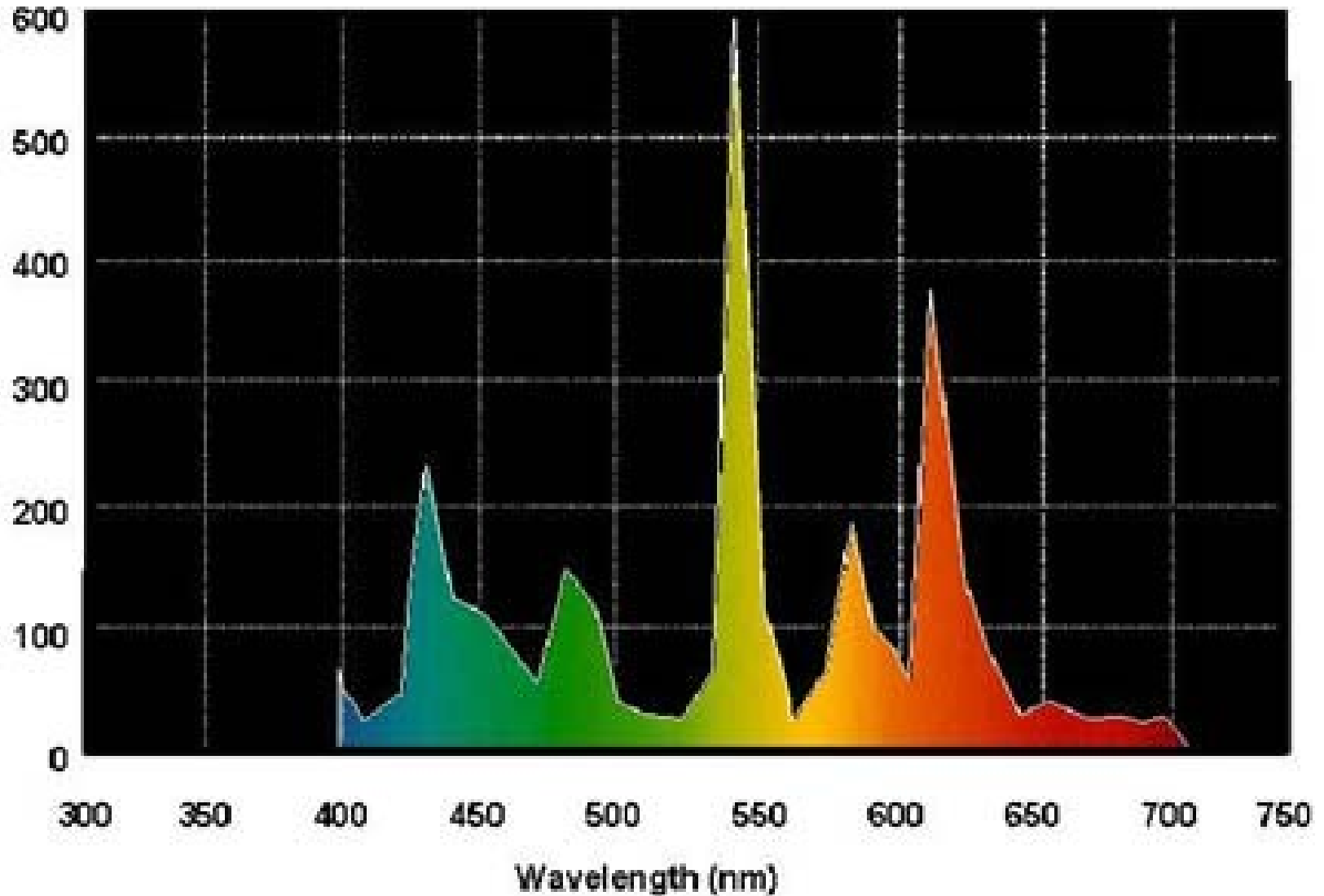


Inicialmente B está abierto---> se ceba un arco en B (bimetal). El arco calienta los metales hasta que se cierra B. A partir del cierre de B se calientan los filamentos iniciándose una descarga oscura en el tubo. Como ahora no se produce descarga en B, se enfría y abre, lo cual produce una sobretensión que enciende el tubo.

Como en esta situación la tensión en bornes de B es menor a la de cebado del arco, B no vuelve a funcionar.

LÁMPARAS FLUORESCENTES

EMISIÓN



LÁMPARAS FLUORESCENTES

- Equipo eléctrico auxiliar:
 - Balastos
 - Arrancadores
 - Condensadores

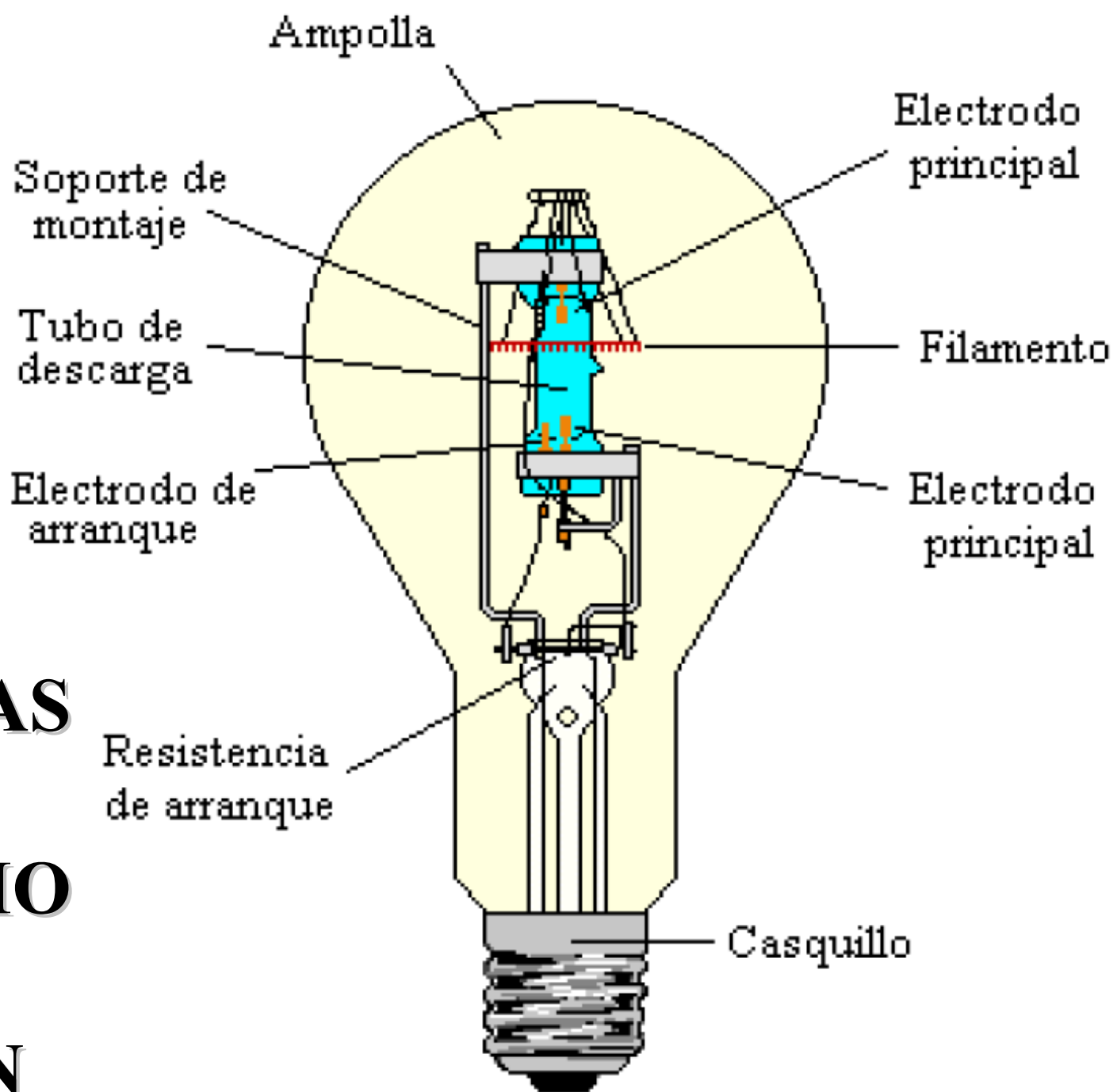
BALASTOS

- Dispositivo utilizado con una lámpara de descarga para obtener las condiciones necesarias en el circuito (tensión, corriente y forma de onda) para arrancar y operar la lámpara.

BALASTOS

- **Balastos electromagnéticos:** Consisten en un transformador o inductancia
- **Balastos híbridos:** Desconectan el calentamiento de los electrodos cuando la lámpara está operando por medio de un circuito electrónico
- **Balastos electrónicos:** Consisten en un circuito electrónico que eleva la frecuencia y en consecuencia reduce las pérdidas

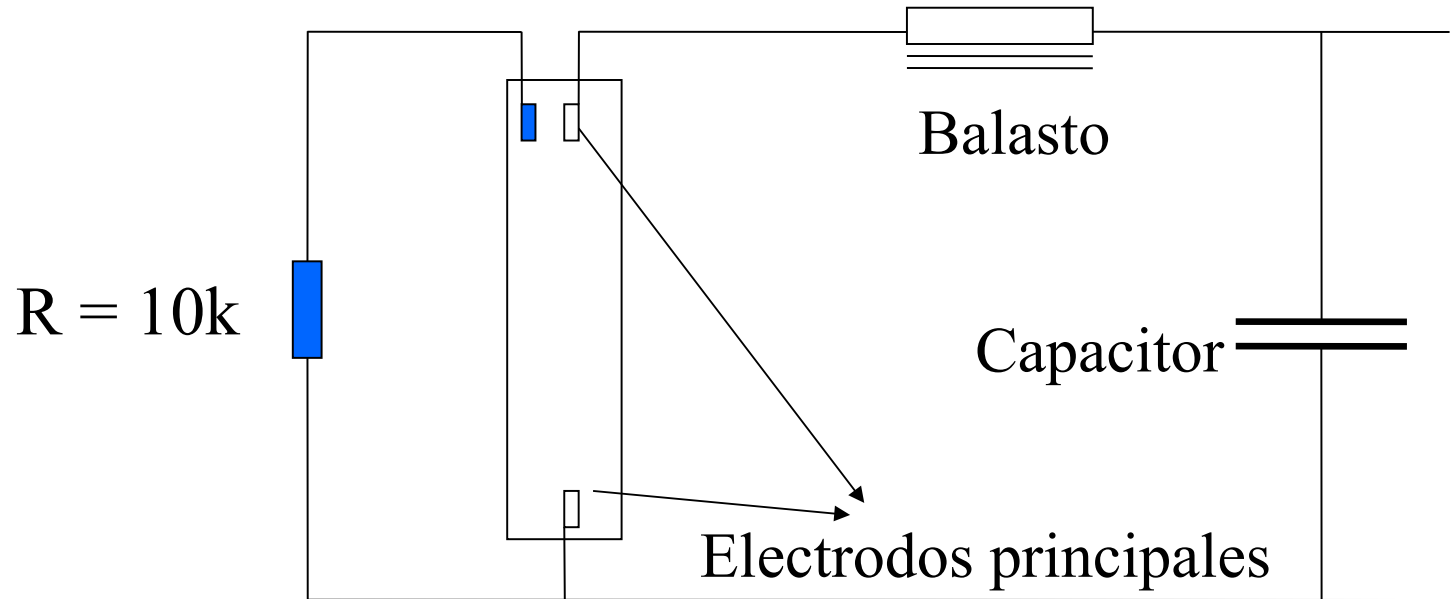
LÁMPARAS DE MERCURIO ALTA PRESION



LÁMPARAS DE MERCURIO ALTA PRESION

- Tubo de descarga y soporte
- Electrodo (tungsteno, con cavidades rellenas con torio, óxido de bario, etc.)
- Ampolla exterior
- Revestimientos de la ampolla
- Gases de relleno
 - Tubo de descarga: gas inerte + mercurio
 - Ampolla exterior: gas inerte (Argón)
- Casquillo

LÁMPARAS DE MERCURIO ALTA PRESION



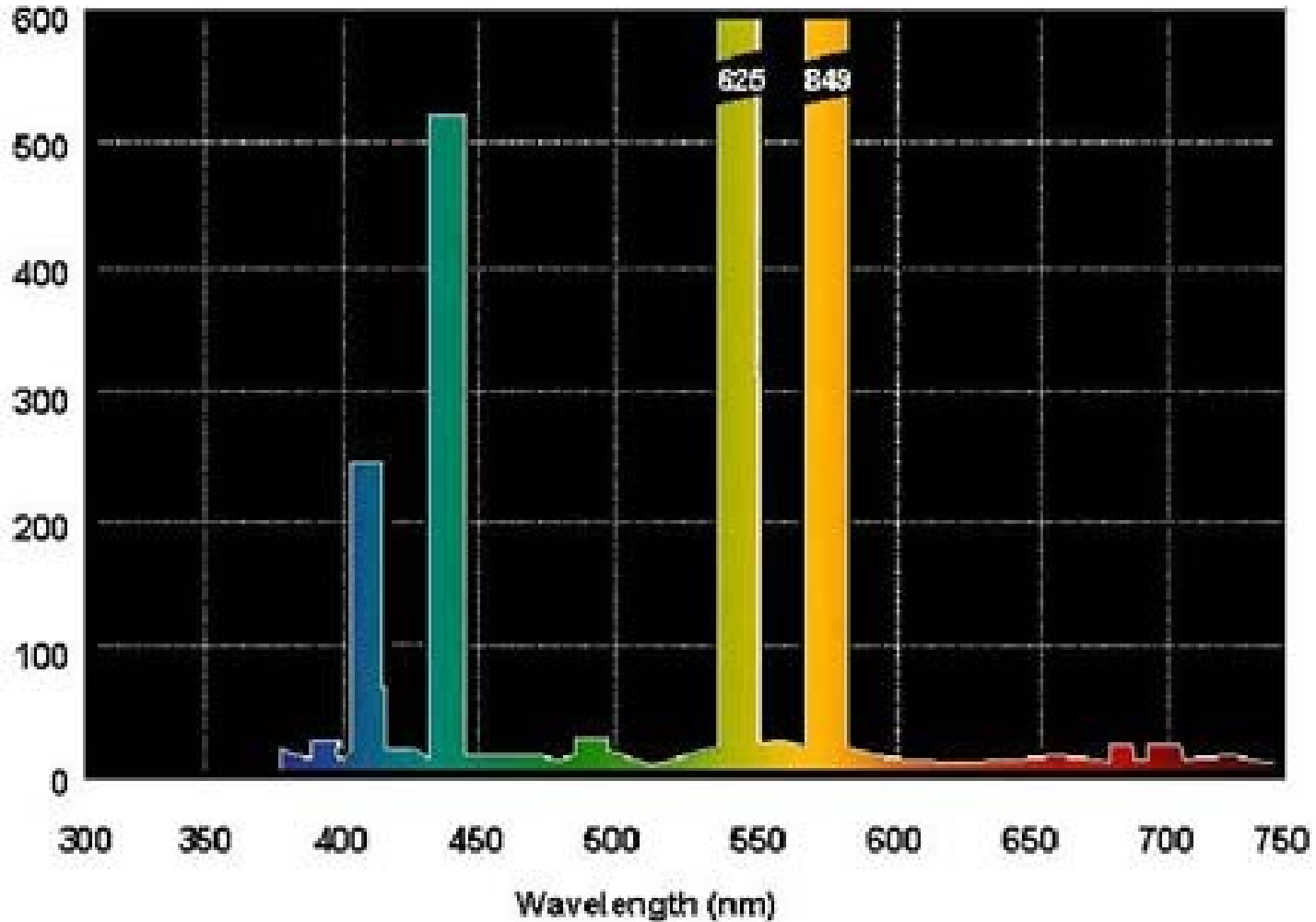
Se produce una descarga entre el electrodo principal y el auxiliar, la cual ioniza el gas en el tubo e inicia la descarga principal. El Hg sólido se volatiliza hasta alcanzar la presión de trabajo (1000-10000 mm Hg)

LÁMPARAS DE MERCURIO ALTA PRESION

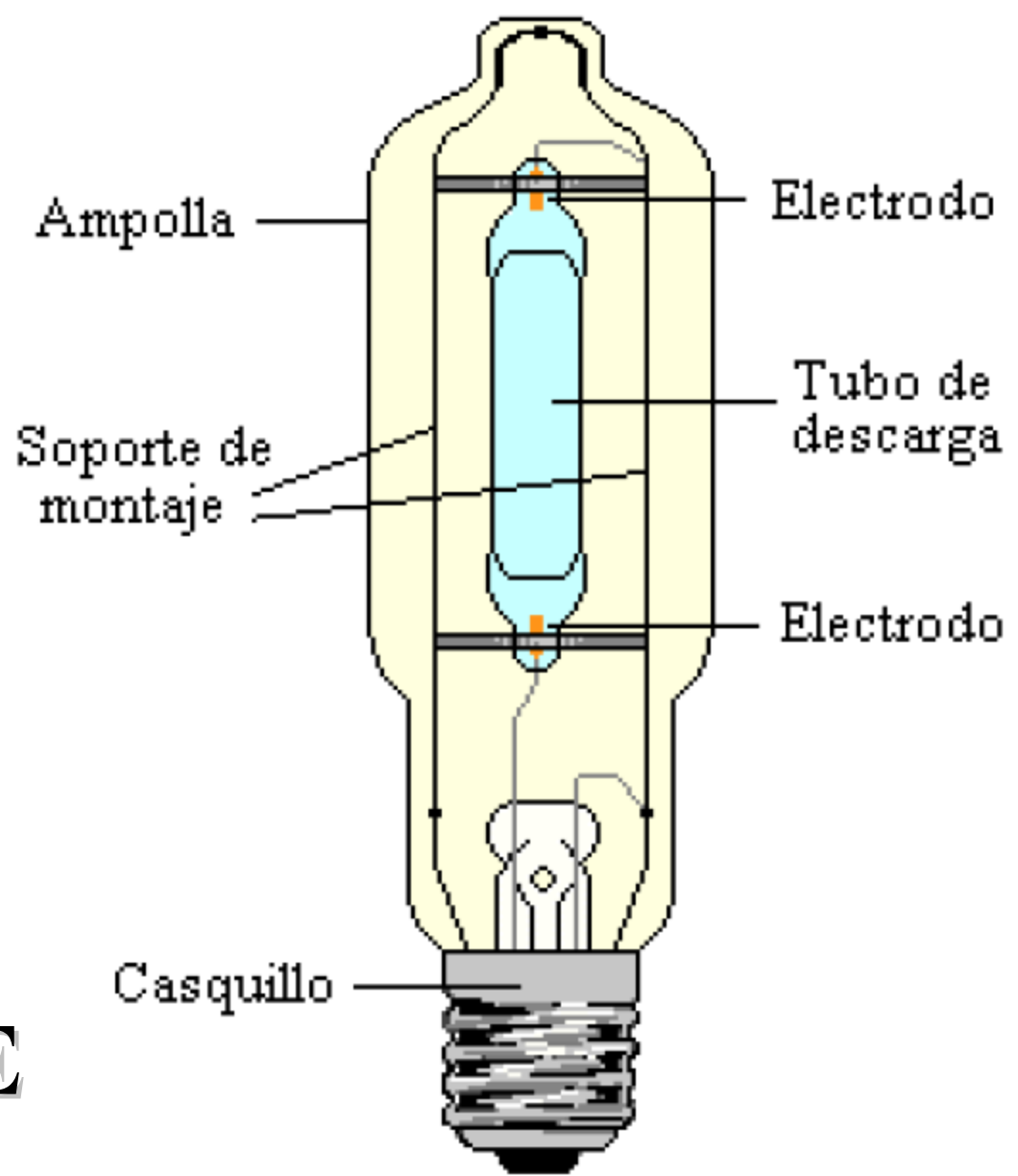
- Eficacia: 40 a 55 lm/W
- Vida útil: 15000 hs
- Reencendido: no instantáneo
- Estabilización: balasto
- Posición de funcionamiento
- Lámparas de mezcla o de luz mixta
 - no necesitan balasto
 - menor eficacia (20-25 lm/W)

LÁMPARAS DE MERCURIO ALTA PRESION

EMISIÓN



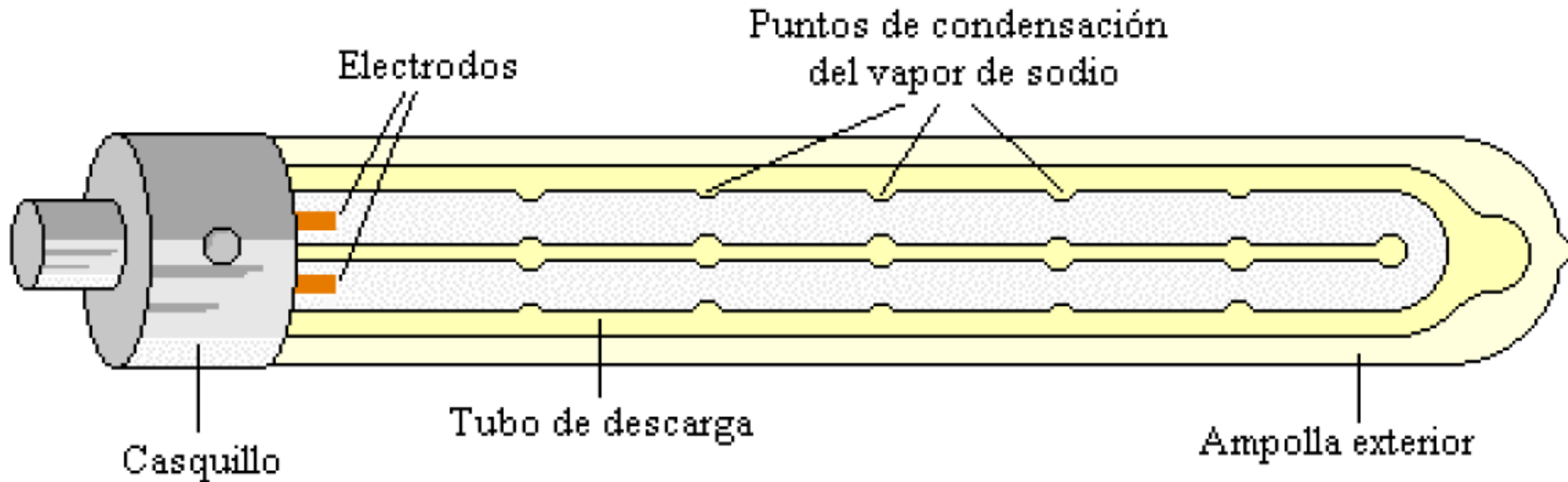
LÁMPARAS DE MERCURIO HALOGENADAS



LÁMPARAS DE MERCURIO HALOGENADAS

- Similar a las de mercurio con un aditivo de halogenuro metálico en el tubo de descarga
- Mayor eficacia (80 lm/W)
- Mejor reproducción cromática (IRC>70)
- Similar vida útil
- Problemas:
 - más susceptibles a las variaciones de tensión de red
 - posición de funcionamiento limitada
 - reencendido más lento

LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

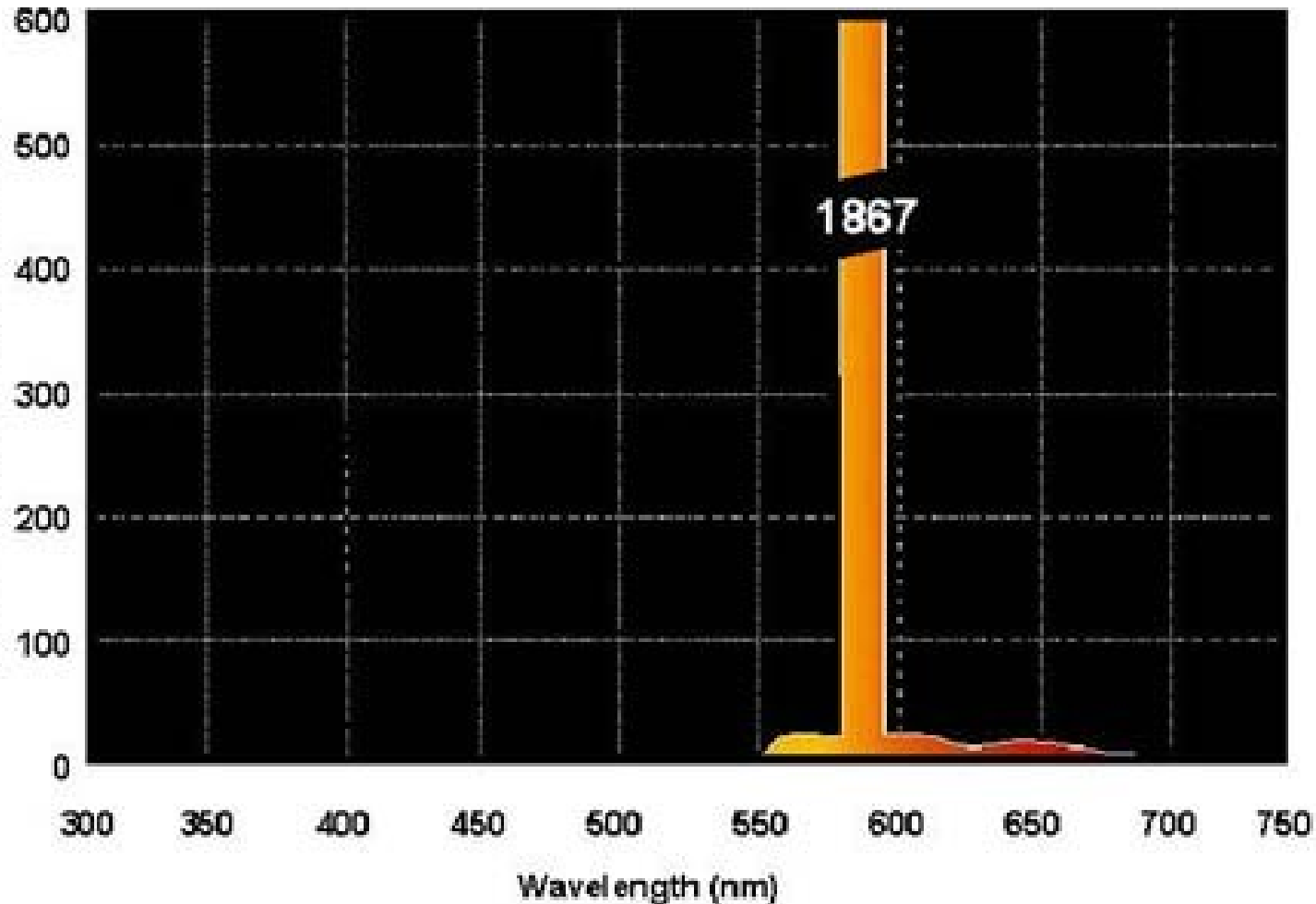


LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

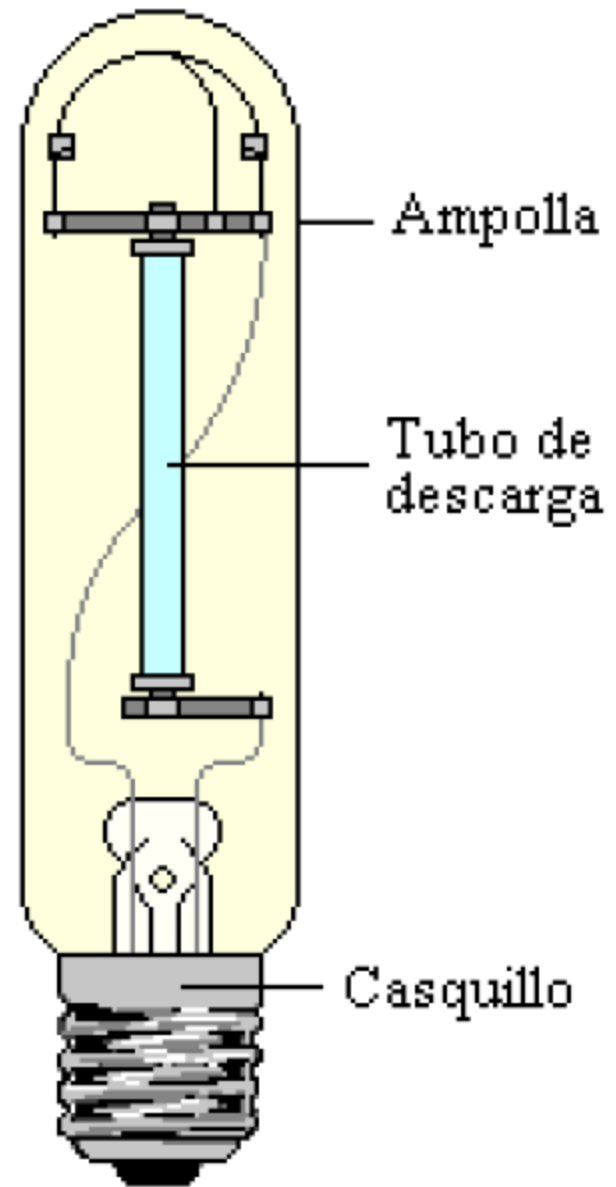
- Similar a los tubos fluorescentes pero con sodio en vez de mercurio
- Circuito: balasto, condensador e ignitor
- La radiación es toda visible (no hay revestimientos fluorescentes) en una longitud de onda de 590 nm (monocromática)
- Eficacia: 120 a 200 lm/W
- Vida útil: 12000 a 16000 hs
- Reproducción cromática: IRC negativo
- Estabilización: 15 minutos
- Reencendido: 7 minutos

LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN

EMISIÓN



LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN



LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

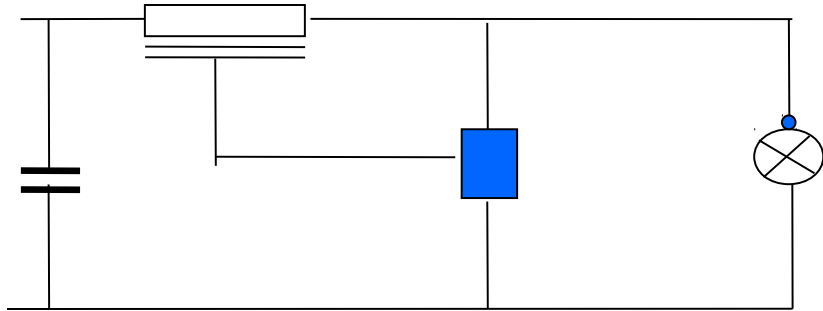
- Se desarrollaron para mejorar la calidad de reproducción cromática del SBP
- Son una combinación entre las de SBP y las de mercurio
- En el tubo de descarga (de material cerámico resistente a muy altas temperatura) hay sodio, mercurio y un gas noble (ej. xenón).
- Produce muy poco UV y por lo tanto los revestimientos externos son solo polvos blancos para disminuir el brillo del tubo

LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

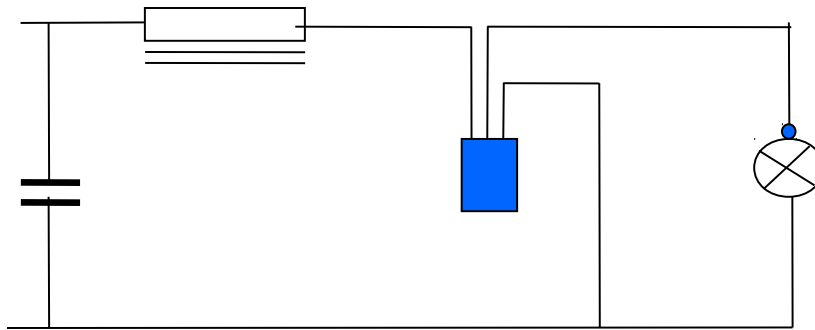
- Poca tolerancia a la variación de la tensión
- Utilizan balasto, ignitor (tensiones de encendido > 1800 V) y condensador
- Estabilización: 5 a 7 minutos
- Reencendido: 15 minutos
- Eficacia: 100 a 120 lm/W
- Vida útil: 12000 a 16000 hs

LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

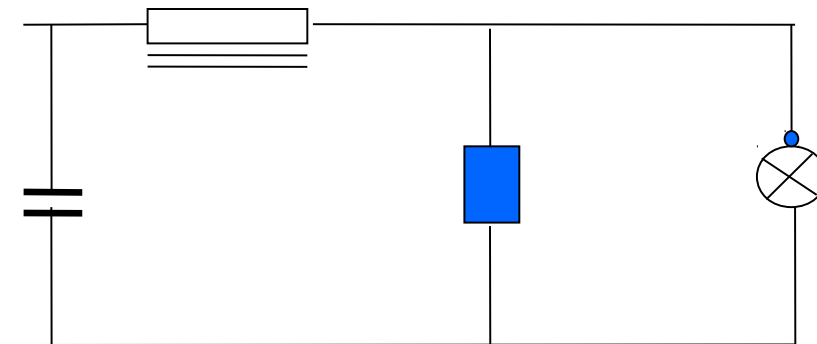
CONEXIONADO SEGÚN TIPO DE IGNITOR



Semiparalelo o
dependiente



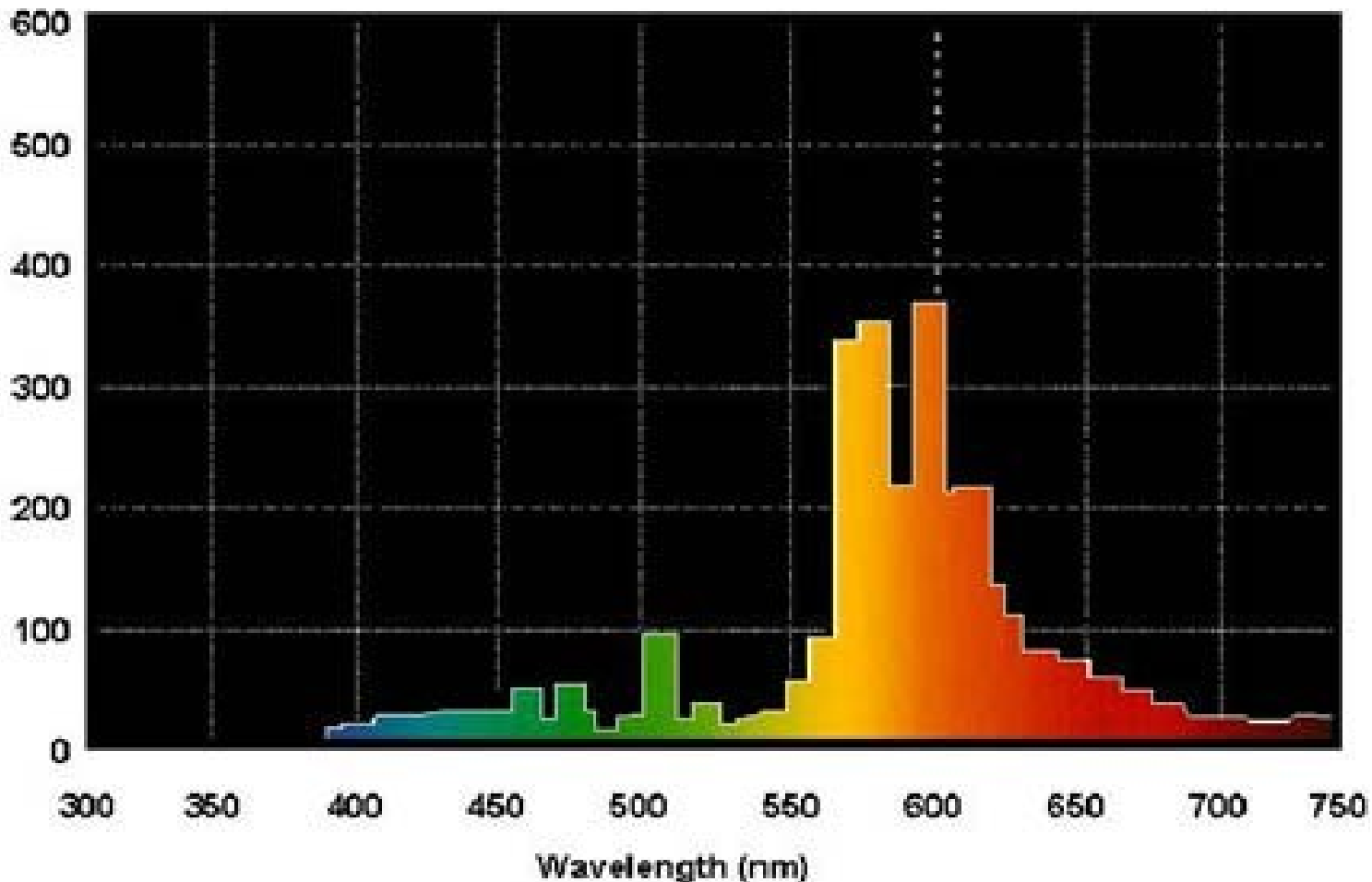
Serie



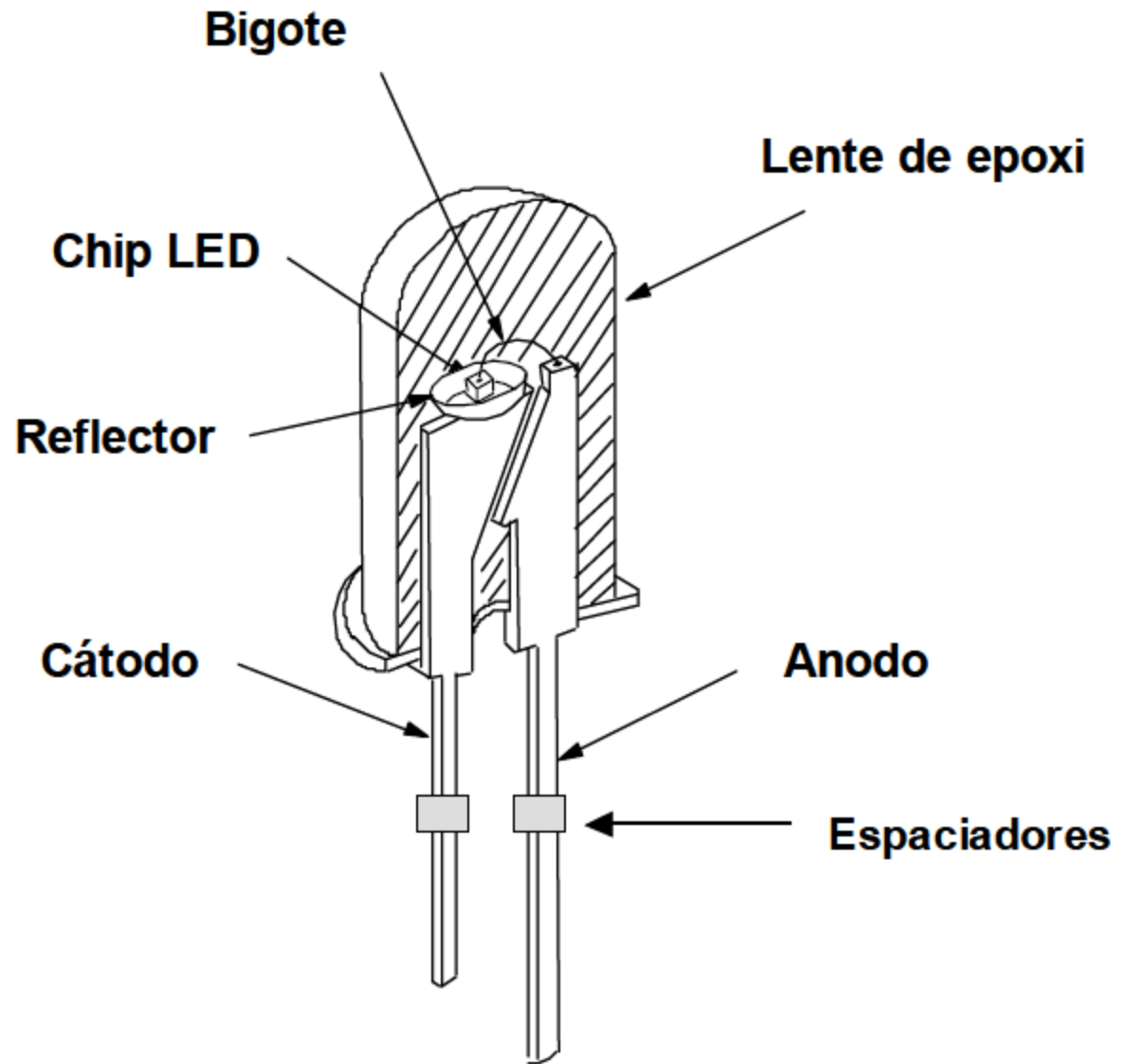
Paralelo

LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN

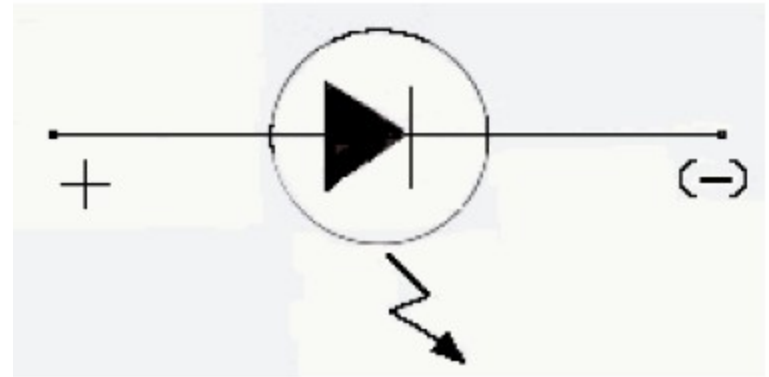
EMISIÓN



LED

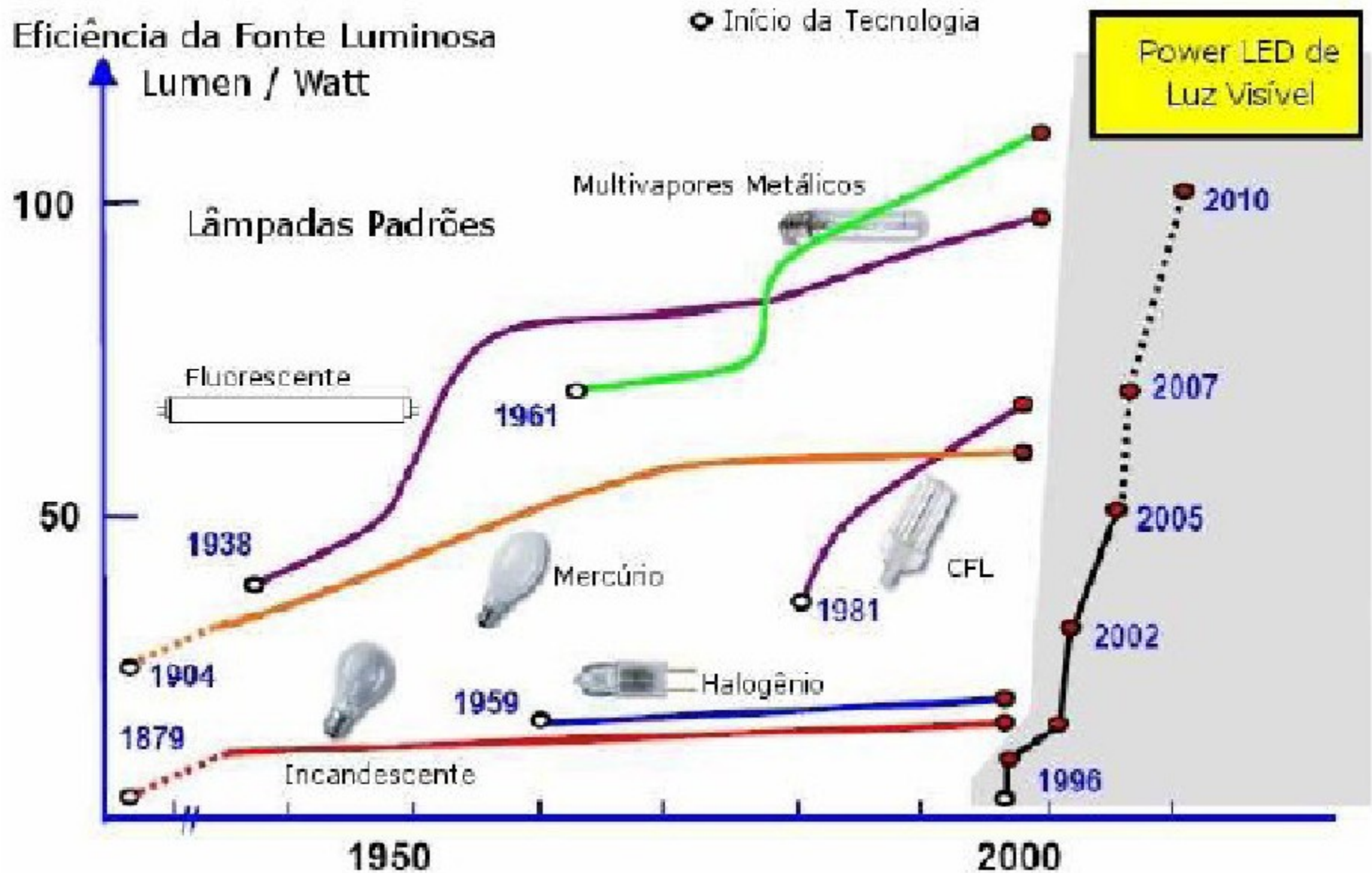


LED



- Semiconductor
- Alimentación DC, fuente de corriente, control de temperatura
- Estabilización: instantánea
- Reencendido: instantáneo
- Eficacia: ~ 60 lm/W
- Vida útil: 50000 hs

LED - EVOLUÇÃO



LUMINARIAS



LUMINARIAS

- Distribución de la luz: tipo de lámpara
- Reflector
- Refractor
- Características mecánicas y de estanqueidad