

Mediciones en LEDs de Alta intensidad



Anayansi Estrada Hernández
Laura Patricia González Galván
Carlos H. Matamoros García.

Motivación

La industria de la iluminación está utilizando cada vez más la tecnología de semiconductores, ya que permite el ahorro y el uso eficiente de la energía eléctrica, contribuyendo al desarrollo económico y social del país. El CENAM realiza importantes esfuerzos en la medición de estos dispositivos.

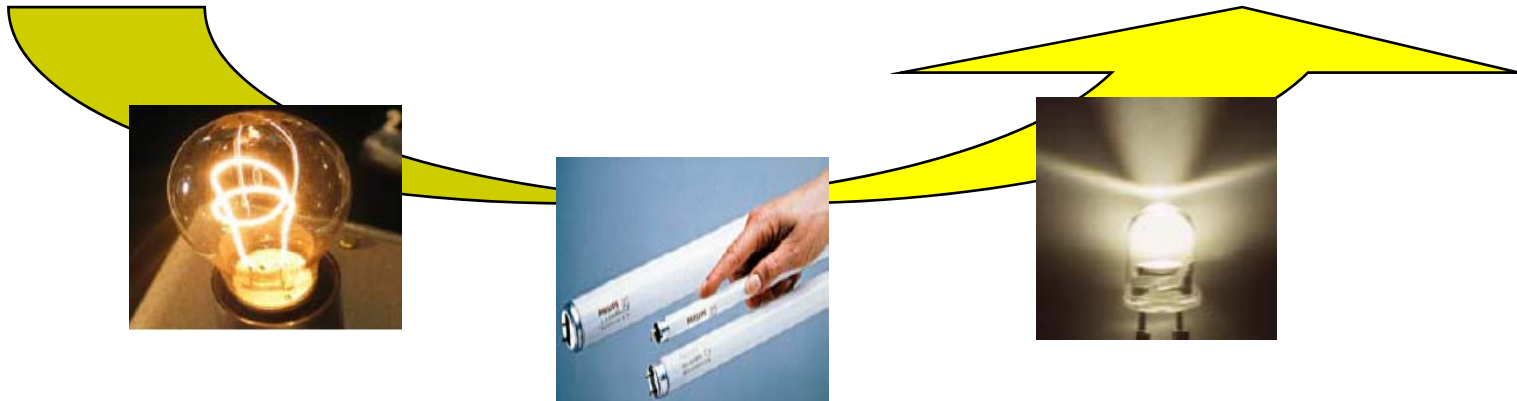
Contenido

- Introducción
- Conceptos teóricos
- Medición espectral
 - Temperatura de color correlacionada (TCC)
 - Coordenadas de cromaticidad (CC)
- Medición de flujo luminoso total
- Conclusiones

Introducción



La revolución de la
industria de la luz



...uso eficiente de la energía

Consumo energético 4 302 GWh
por alumbrado público

El ahorro y uso
eficiente de la
energía eléctrica

Implementar la
tecnología de LEDs
representa un
ahorro casi del 50%

Gasto de ~7 000 MDP

Contribución al
desarrollo
económico y
social

5 250 000 toneladas de CO₂

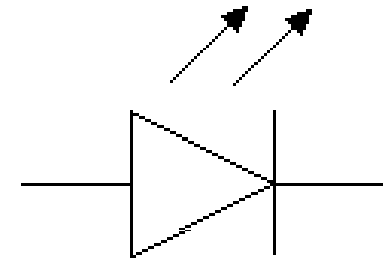
Preservación del
medio ambiente

Conceptos teóricos

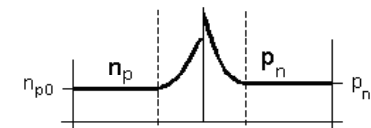
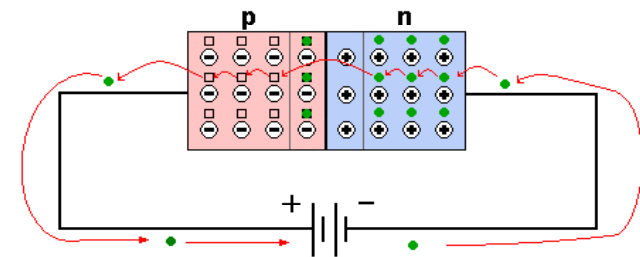
...diodos emisores de luz

Funcionamiento físico:

Un electrón pasa de la banda de conducción a la de valencia, perdiendo energía. Esta energía se manifiesta en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria.



LED (Diodo Emisor de Luz)



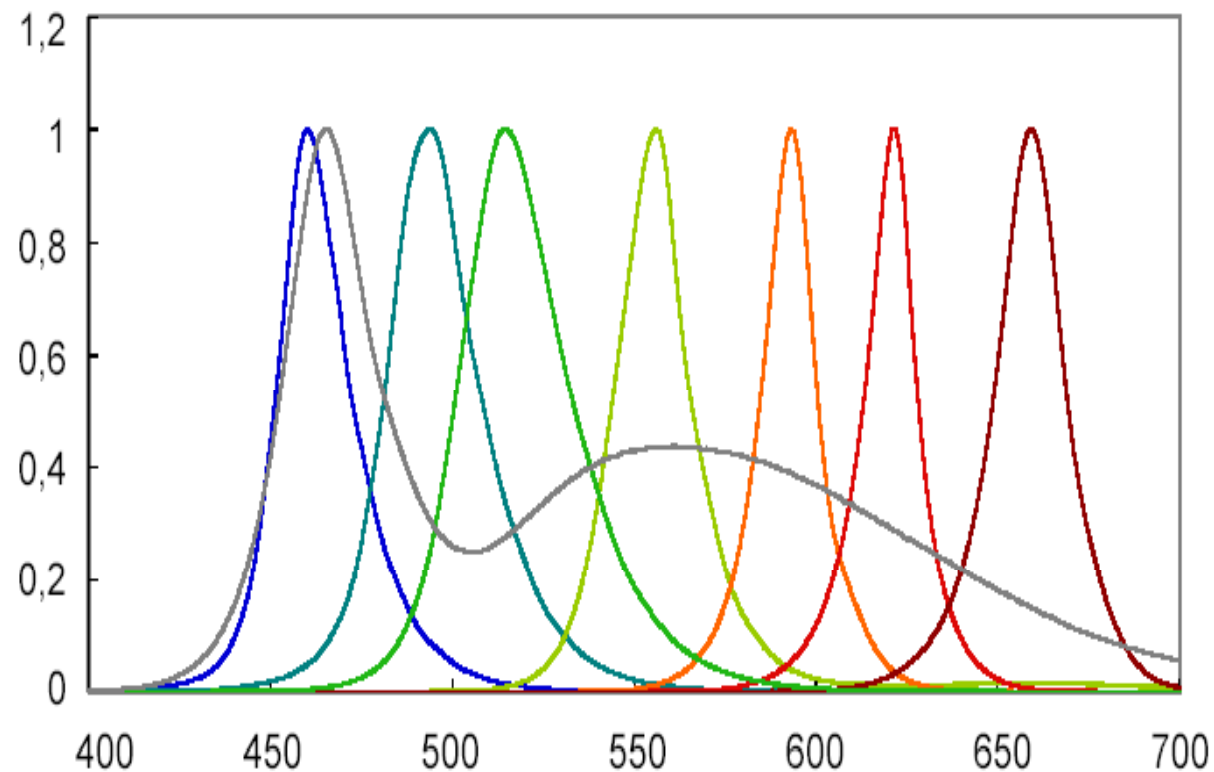
Conceptos teóricos

...características de los LEDs

- Dispositivo semiconductor
- Emite luz cuasi-monocromática
- Se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica
- El color, depende del material semiconductor empleado
- Ultravioleta, luz visible e infrarrojo

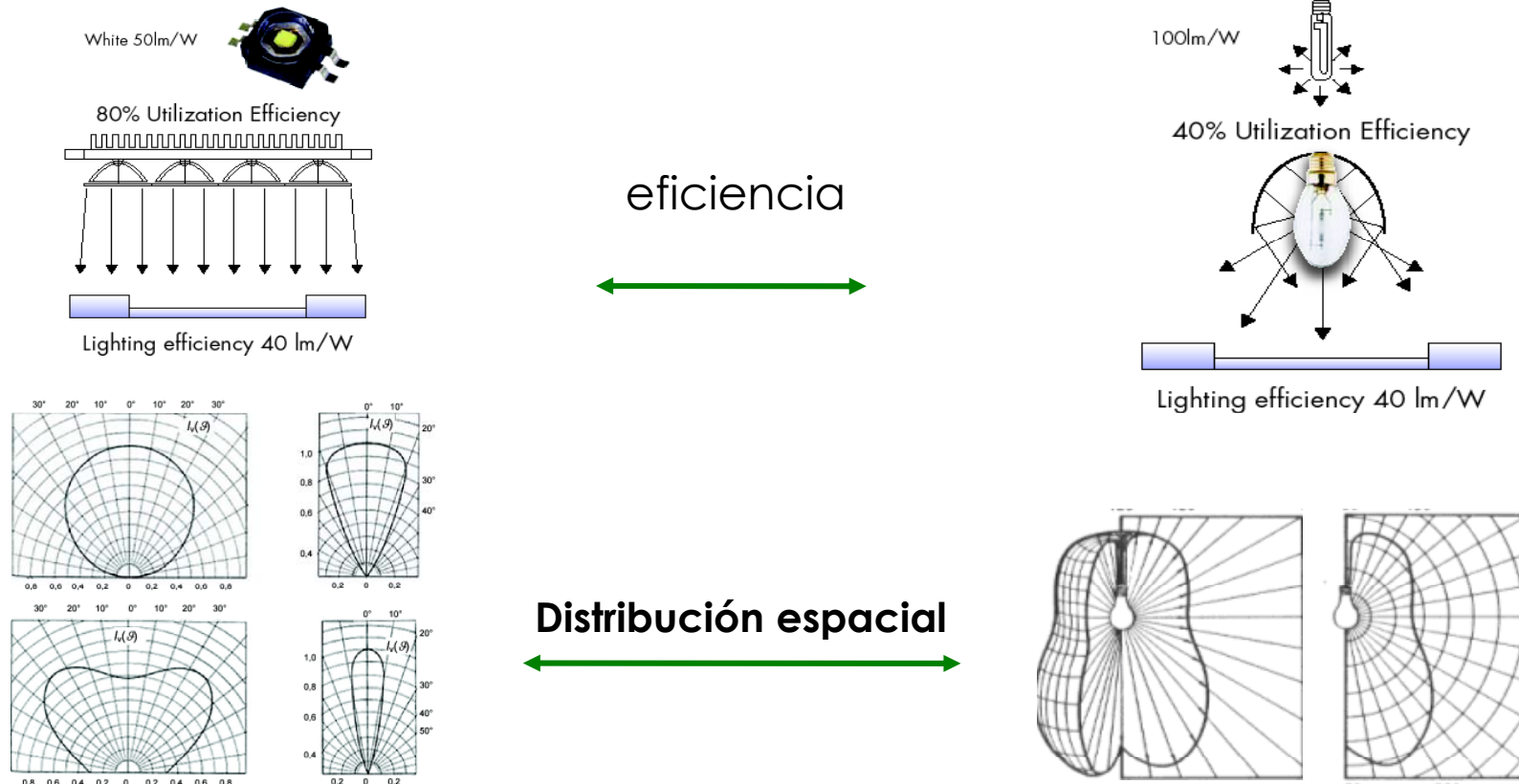
Conceptos teóricos

...distribución espectral relativa



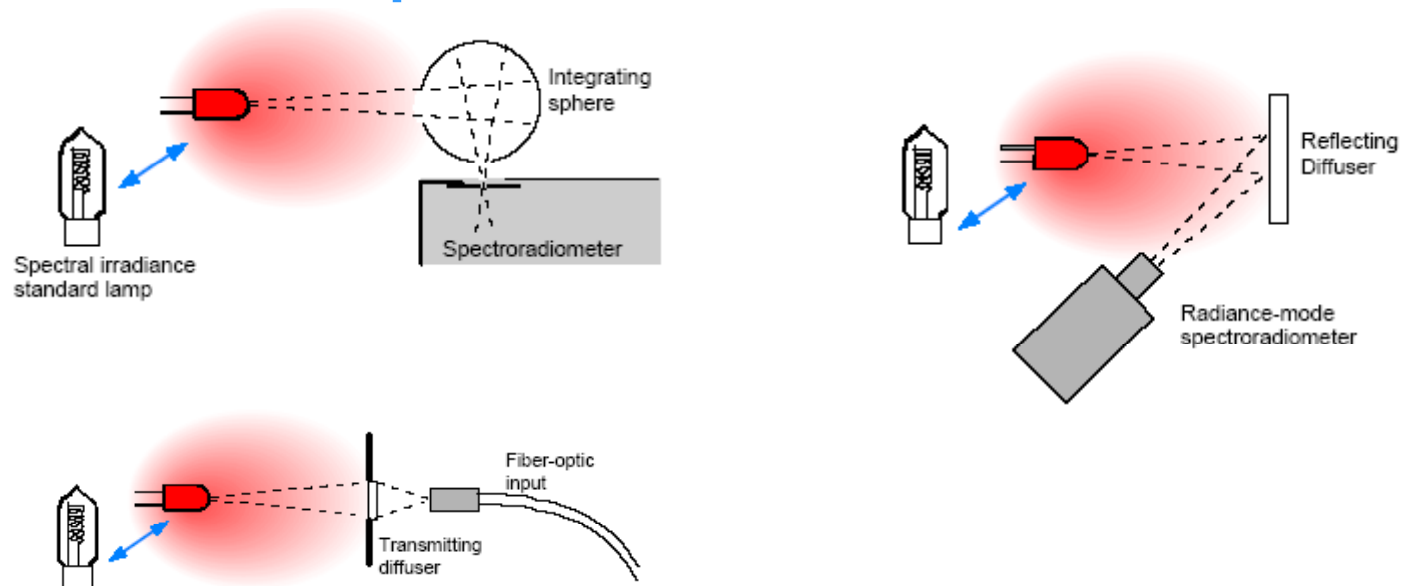
Conceptos teóricos

...eficiencia y distribución espacial



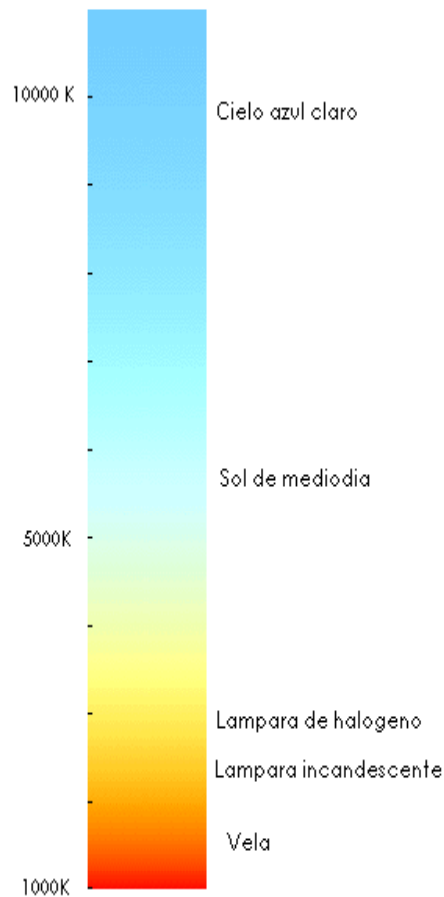
Medición espectral

...arreglos para la medición de LEDs con un espectrorradiómetro



Intensidad (Luminosa) Promedio:

$$I_{LED} = d^2 K_m \cdot \int_0^{\infty} V(\lambda) \cdot E(\lambda) d\lambda$$

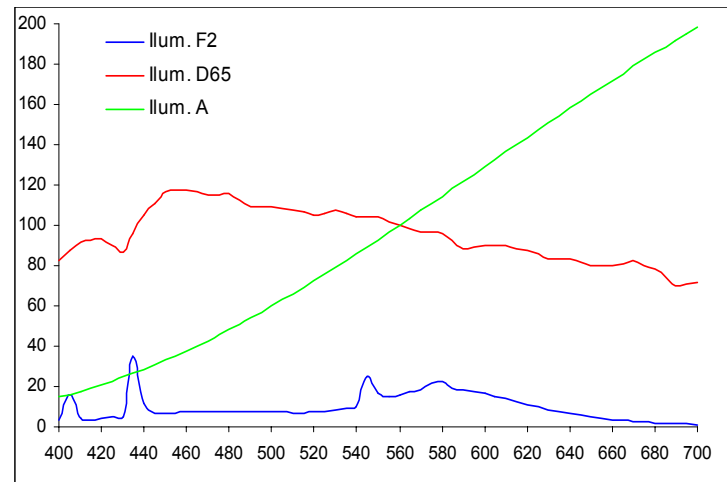


Temperatura de color

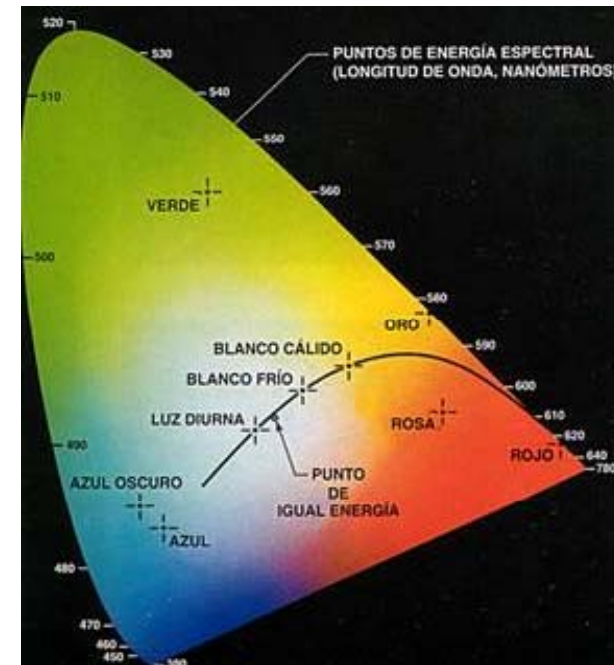
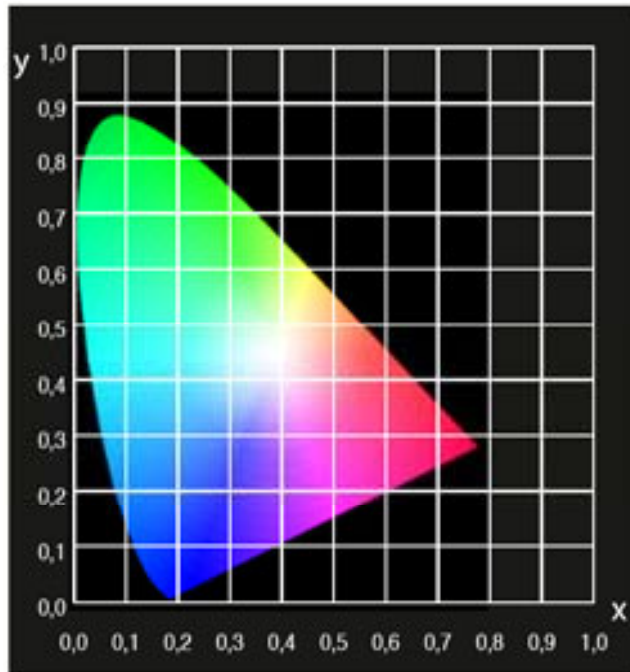
Temperatura de un radiador Planckiano cuya radiación tiene la misma cromaticidad que la de un estímulo dado (fuente de luz).

Temperatura de color correlacionada (TCC).-

Usada para fuentes cuyo espectro difiere significativamente de una distribución Planckiana



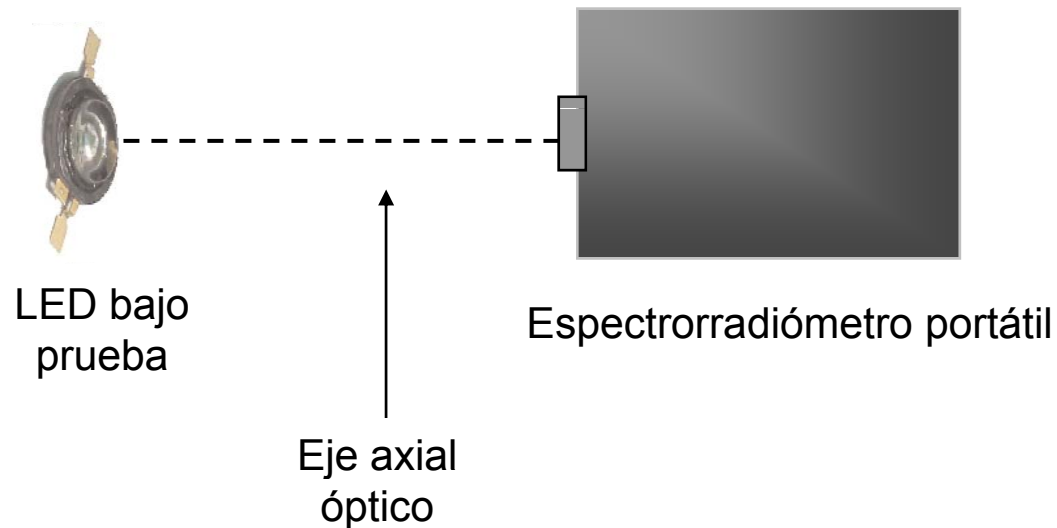
Coordenadas de cromaticidad CC



Coordenadas de cromaticidad. Razón de cada una del grupo de los tres valores triestímulos con su suma. Nota: La suma de las tres coordenadas de cromaticidad es igual a 1, dos de ellas son suficientes para definir una cromaticidad. En los sistemas colorimétricos patrón CIE, las coordenadas de cromaticidad son representadas por los símbolos $x(\lambda)$, $y(\lambda)$ y $z(\lambda)$ y por $x_{10}(\lambda)$, $y_{10}(\lambda)$ y $z_{10}(\lambda)$.

TCC y CC

...medición de la TCC y CC



TCC y CC

...valores obtenidos de la TCC en LEDs de alta intensidad.

Identificación del LED	TCC (K)	CC	
		x	y
K2	6 095	0,321 9	0,310 8
	6 131	0,321 3	0,330 1
	6 106	0,321 7	0,331 8
LED03	6 786	0,277 2	0,430 8
LED07	8 756	0,310 5	0,355 9
	8 979	0,289 5	0,292 4
LEDA	***	0,136 7	0,051 8
LEDV	***	0,144 0	0,730 4
LEDR	***	0,697 0	0,296 3

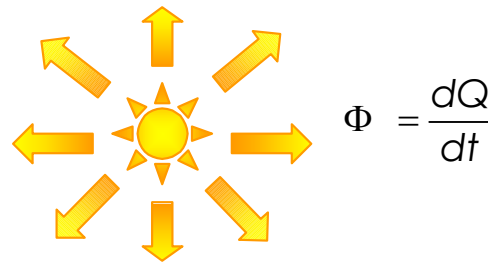
TCC y CC

...incertidumbres promedio obtenidas

Parámetro	Incertidumbre $k = 2$
TCC	30 K
CC	$x = 0,004$ $y = 0,003$

Flujo luminoso total

Flujo radiante: Es la potencia emitida, transmitida o recibida bajo forma de radiación óptica.



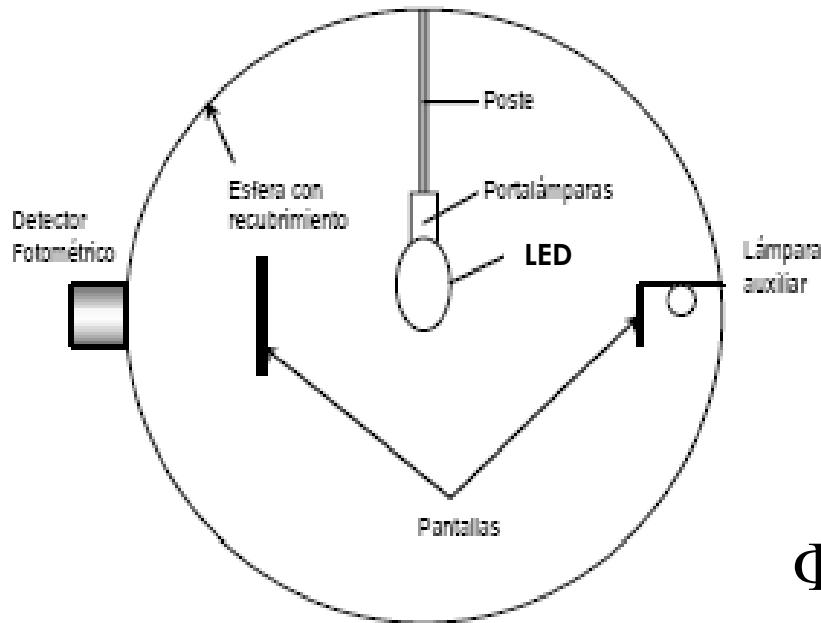
Magnitud que se obtiene a partir del flujo radiante (potencia óptica) evaluándolo por el observador estándar definido por la CIE*.

$$\Phi_v = K_m \cdot \int_0^{\infty} V(\lambda) \cdot \Phi(\lambda) d\lambda$$

Unidad: 1 lumen = 1 lm

Flujo luminoso total

...medición del flujo luminoso total



$$\Phi_p = \frac{(I_p - I_o)}{(I_r - I_o)} \Phi_r$$

$$\Phi_p = \frac{i_p}{i_r} \cdot \frac{\alpha_r}{\alpha_p} \cdot \frac{ccf^*(S_p)}{ccf^*(S_r)} \cdot \left(\frac{J_{med}}{J} \right)^m \cdot \Phi_r$$

Flujo luminoso total

...correcciones aplicadas a la medición de flujo luminoso total

$$ccf^* = \frac{\int S_A(\lambda)R_S(\lambda)d\lambda}{\int S_A(\lambda)V(\lambda)d\lambda} \cdot \frac{\int S_i(\lambda)V(\lambda)d\lambda}{\int S_i(\lambda)R_S(\lambda)d\lambda}$$

- $S_i(\lambda)$ es la distribución espectral relativa de la fuente en el interior;
- $S_A(\lambda)$ es la distribución espectral del iluminante A,
- $R_S(\lambda)$ es la respuesta del sistema de la esfera de integración, y
- $V(\lambda)$ es la función de eficiencia luminosa espectral de la visión fotópica

$$R_S(\lambda) = R_D(\lambda) \cdot T_S(\lambda)$$

- $R_D(\lambda)$ es la respuesta espectral del detector y
- $T_S(\lambda)$ es la función de transferencia de la esfera de integración

Flujo luminoso total

...resultados obtenidos de la medición de flujo luminoso total en LEDs de alta intensidad.

Identificación del LED	Color del LED	ccf*
K2	blanco	1,051
LED03	blanco	1,038
LED07	blanco	1,048
LEDA	azul	0,847
LEDV	verde	1,148
LEDR	rojo	0,821

Identificación del LED	Color del LED	Corriente (A)	Flujo sin correc. (lm)	Flujo corregido (lm)	
K2	blanco	0,35	40	42	
		0,70	66	69	
		1,00	82	86	
LED03	blanco	0,35	35	36	
LED07	blanco	0,35	33	35	
		0,60	39	41	
LEDA	azul	0,35	18	15	
LEDV	verde	0,35	53	61	
LEDR	rojo	0,35	28	23	

Flujo luminoso total

...incertidumbres promedio obtenidas

Magnitud	Incertidumbre k = 2
Flujo Luminoso	LEDs blanco: 2 % LEDs color: 2,3 %

Conclusión

- La tecnología de LEDS se introduce de manera importante en la iluminación de ambientes
- Representa ahorros considerables en el consumo de energía, de ~2 000 GWh, (~3 000 MDP).
- Ayuda en la preservación del medio ambiente, disminuyendo hasta en 2 000 000 las toneladas de CO₂ lanzadas a la atmósfera.
- CENAM atiende las demandas actuales impuestas por el empleo de la tecnología de LEDs.
- CENAM cuenta con la capacidad técnica, aunque se requiere complementar la infraestructura existente.

¡GRACIAS!

aestrada@cenam.mx

lgonzale@cenam.mx

cmatamor@cenam.mx

División de Óptica y Radiometría
Centro Nacional de Metrología