

# Física de la Luz

## Fotometría - Clase 01

Michael Varela

UdelaR - Fing - IIE

Septiembre 2020



Universidad de la República - Facultad de Ingeniería  
**Instituto de Ingeniería Eléctrica**  
"Prof. Ing. Agustín Cisa"

Julio Herrera y Reissig 565  
Montevideo, 11.300, Uruguay  
Tel: (+598) 2714 2714  
Fax: (+598) 2711 5446  
<http://iie.fing.edu.uy/>

# Contenidos

- 1 **Introducción**
- 2 Normas de iluminación
- 3 Fotometría
- 4 Medición de espectros
- 5 Medición de iluminancia
- 6 Medición de Intensidad

# Introducción

## La utilidad de la definición

aspecto analítico de la luz y la iluminación permite que la experiencia exitosa se registre y se convierta en recomendaciones de cantidad para otros proyectos de iluminación.

# Introducción

- El observador estándar de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), definido en parte por la función de eficiencia luminosa fotópica de la longitud de onda,  $V(\lambda)$ , cuantifica esta respuesta y define la respuesta espectral que debe presentar el equipo de medición fotométrica.
- La suma de todas las longitudes de onda del SPD ponderado define el flujo luminoso.
- La ponderación y la suma son el núcleo mismo de la fotometría.
- Aunque se acepta y se utiliza a nivel mundial,  $V(\lambda)$  es un compromiso que siempre asume la misma correlación predecible de las mediciones físicas con la respuesta visual.

# Introducción

- El observador estándar de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), definido en parte por la función de eficiencia luminosa fotópica de la longitud de onda,  $V(\lambda)$ , cuantifica esta respuesta y define la respuesta espectral que debe presentar el equipo de medición fotométrica.
- La suma de todas las longitudes de onda del SPD ponderado define el flujo luminoso.
- La ponderación y la suma son el núcleo mismo de la fotometría.
- Aunque se acepta y se utiliza a nivel mundial,  $V(\lambda)$  es un compromiso que siempre asume la misma correlación predecible de las mediciones físicas con la respuesta visual.

# Introducción

- El observador estándar de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), definido en parte por la función de eficiencia luminosa fotópica de la longitud de onda,  $V(\lambda)$ , cuantifica esta respuesta y define la respuesta espectral que debe presentar el equipo de medición fotométrica.
- La suma de todas las longitudes de onda del SPD ponderado define el flujo luminoso.
- La ponderación y la suma son el núcleo mismo de la fotometría.
- Aunque se acepta y se utiliza a nivel mundial,  $V(\lambda)$  es un compromiso que siempre asume la misma correlación predecible de las mediciones físicas con la respuesta visual.

# Introducción

- El observador estándar de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), definido en parte por la función de eficiencia luminosa fotópica de la longitud de onda,  $V(\lambda)$ , cuantifica esta respuesta y define la respuesta espectral que debe presentar el equipo de medición fotométrica.
- La suma de todas las longitudes de onda del SPD ponderado define el flujo luminoso.
- La ponderación y la suma son el núcleo mismo de la fotometría.
- Aunque se acepta y se utiliza a nivel mundial,  $V(\lambda)$  es un compromiso que siempre asume la misma correlación predecible de las mediciones físicas con la respuesta visual.



Figura:

# Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Normas de iluminación
- 3 Fotometría
- 4 Medición de espectros
- 5 Medición de iluminancia
- 6 Medición de Intensidad

## Normas técnicas internacionales

- Las normas establecidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) son documentos sobre aspectos relacionados con la luz y la iluminación que requieren una **definición única**.
- Éstas son una fuente primaria de datos internacionalmente aceptados y acordados que se pueden tomar, esencialmente inalterada, en los sistemas universales estándar.
- Esta Norma CIE es resultado de un intenso trabajo realizado por las Divisiones de la CIE.
- Se presentan las definiciones de términos relacionados con la ciencia y el arte de, la luz y la iluminación, color y visión, fotobiología y tecnología de la imagen.

## Normas técnicas internacionales

- Las normas establecidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) son documentos sobre aspectos relacionados con la luz y la iluminación que requieren una **definición única**.
- Éstas son una fuente primaria de datos internacionalmente aceptados y acordados que se pueden tomar, esencialmente inalterada, en los sistemas universales estándar.
- Esta Norma CIE es resultado de un intenso trabajo realizado por las Divisiones de la CIE.
- Se presentan las definiciones de términos relacionados con la ciencia y el arte de, la luz y la iluminación, color y visión, fotobiología y tecnología de la imagen.

## Normas técnicas internacionales

- Las normas establecidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) son documentos sobre aspectos relacionados con la luz y la iluminación que requieren una **definición única**.
- Éstas son una fuente primaria de datos internacionalmente aceptados y acordados que se pueden tomar, esencialmente inalterada, en los sistemas universales estándar.
- Esta Norma CIE es resultado de un intenso trabajo realizado por las Divisiones de la CIE.
- Se presentan las definiciones de términos relacionados con la ciencia y el arte de, la luz y la iluminación, color y visión, fotobiología y tecnología de la imagen.

## Normas técnicas internacionales

- Las normas establecidas por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) son documentos sobre aspectos relacionados con la luz y la iluminación que requieren una **definición única**.
- Éstas son una fuente primaria de datos internacionalmente aceptados y acordados que se pueden tomar, esencialmente inalterada, en los sistemas universales estándar.
- Esta Norma CIE es resultado de un intenso trabajo realizado por las Divisiones de la CIE.
- Se presentan las definiciones de términos relacionados con la ciencia y el arte de, la luz y la iluminación, color y visión, fotobiología y tecnología de la imagen.

## otras Normas técnicas

- Análogamente a la CIE (con base en Europa), en USA las normas técnicas de iluminación son establecidas por la Sociedad Americana de Iluminación de Norte America (IESNA).
- Finalmente, debido a que Nuestro país se encuentra fuera de Europa y USA, existe la libertad de poder adoptar:
- la “familia de normas” que sea más conveniente
- o incluso aceptar ambas
- siempre buscando trabajar con toda la familia de normas de un tipo para evitar diferencias tan simples como la que presentan los sistemas métricos.

## otras Normas técnicas

- Análogamente a la CIE (con base en Europa), en USA las normas técnicas de iluminación son establecidas por la Sociedad Americana de Iluminación de Norte America (IESNA).
- Finalmente, debido a que Nuestro país se encuentra fuera de Europa y USA, existe la libertad de poder adoptar:
  - la “familia de normas” que sea más conveniente
  - o incluso aceptar ambas
  - siempre buscando trabajar con toda la familia de normas de un tipo para evitar diferencias tan simples como la que presentan los sistemas métricos.

## otras Normas técnicas

- Análogamente a la CIE (con base en Europa), en USA las normas técnicas de iluminación son establecidas por la Sociedad Americana de Iluminación de Norte America (IESNA).
- Finalmente, debido a que Nuestro país se encuentra fuera de Europa y USA, existe la libertad de poder adoptar:
- la “familia de normas” que sea más conveniente
  - o incluso aceptar ambas
  - siempre buscando trabajar con toda la familia de normas de un tipo para evitar diferencias tan simples como la que presentan los sistemas métricos.

## otras Normas técnicas

- Análogamente a la CIE (con base en Europa), en USA las normas técnicas de iluminación son establecidas por la Sociedad Americana de Iluminación de Norte America (IESNA).
- Finalmente, debido a que Nuestro país se encuentra fuera de Europa y USA, existe la libertad de poder adoptar:
- la “familia de normas” que sea más conveniente
- o incluso aceptar ambas
- siempre buscando trabajar con toda la familia de normas de un tipo para evitar diferencias tan simples como la que presentan los sistemas métricos.

## otras Normas técnicas

- Análogamente a la CIE (con base en Europa), en USA las normas técnicas de iluminación son establecidas por la Sociedad Americana de Iluminación de Norte America (IESNA).
- Finalmente, debido a que Nuestro país se encuentra fuera de Europa y USA, existe la libertad de poder adoptar:
- la “familia de normas” que sea más conveniente
- o incluso aceptar ambas
- siempre buscando trabajar con toda la familia de normas de un tipo para evitar diferencias tan simples como la que presentan los sistemas métricos.

# Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Normas de iluminación
- 3 Fotometría**
  - Detectores
- 4 Medición de espectros
- 5 Medición de iluminancia
- 6 Medición de Intensidad

# Fotometría

- El desarrollo y estandarización de la función  $V(\lambda)$  ha permitido reemplazar la evaluación visual por una física.
- Detección radiométrica, modificada espectralmente para imitar la función  $V(\lambda)$ .
- Los dispositivos con una respuesta espectral como la de  $V(\lambda)$  proporcionan la base para la fotometría física.

# Fotometría

- El desarrollo y estandarización de la función  $V(\lambda)$  ha permitido reemplazar la evaluación visual por una física.
- Detección radiométrica, modificada espectralmente para imitar la función  $V(\lambda)$ .
- Los dispositivos con una respuesta espectral como la de  $V(\lambda)$  proporcionan la base para la fotometría física.

# Fotometría

- El desarrollo y estandarización de la función  $V(\lambda)$  ha permitido reemplazar la evaluación visual por una física.
- Detección radiométrica, modificada espectralmente para imitar la función  $V(\lambda)$ .
- Los dispositivos con una respuesta espectral como la de  $V(\lambda)$  proporcionan la base para la fotometría física.

# Detectores

- Existe una amplia gama de detectores disponibles y el mejor detector para una aplicación depende de los requisitos de respuesta espectral, geometría y calidad.
- Las características de la señal, como:
- la relación señal/ruido, la amplitud, la respuesta en el tiempo y el ancho de banda de frecuencia, influyen en la idoneidad de un detector.
- El rango de linealidad, el campo de visión, la potencia equivalente de ruido y la transmisión de la ventana del sistema detector, así como otros factores, afectan las mediciones que puede realizar de manera confiable.

# Detectores

- Existe una amplia gama de detectores disponibles y el mejor detector para una aplicación depende de los requisitos de respuesta espectral, geometría y calidad.
- Las características de la señal, como:
  - la relación señal/ruido, la amplitud, la respuesta en el tiempo y el ancho de banda de frecuencia, influyen en la idoneidad de un detector.
  - El rango de linealidad, el campo de visión, la potencia equivalente de ruido y la transmisión de la ventana del sistema detector, así como otros factores, afectan las mediciones que puede realizar de manera confiable.

# Detectores

- Existe una amplia gama de detectores disponibles y el mejor detector para una aplicación depende de los requisitos de respuesta espectral, geometría y calidad.
- Las características de la señal, como:
- la relación señal/ruido, la amplitud, la respuesta en el tiempo y el ancho de banda de frecuencia, influyen en la idoneidad de un detector.
- El rango de linealidad, el campo de visión, la potencia equivalente de ruido y la transmisión de la ventana del sistema detector, así como otros factores, afectan las mediciones que puede realizar de manera confiable.

# Detectores

- Existe una amplia gama de detectores disponibles y el mejor detector para una aplicación depende de los requisitos de respuesta espectral, geometría y calidad.
- Las características de la señal, como:
- la relación señal/ruido, la amplitud, la respuesta en el tiempo y el ancho de banda de frecuencia, influyen en la idoneidad de un detector.
- El rango de linealidad, el campo de visión, la potencia equivalente de ruido y la transmisión de la ventana del sistema detector, así como otros factores, afectan las mediciones que puede realizar de manera confiable.

## Detectores de estado solido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado solido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado solido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado solido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado solido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado solido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado sólido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado sólido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado solido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado solido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado solido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado solido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado solido

- Durante el curso estudiaremos particularmente los detectores de estado solido.
- Estos comprenden una categoría muy amplia de detectores que incorporan materiales semiconductores.
- Todos exhiben características de respuesta espectral similares;
- Su sensibilidad a longitudes más largas aumenta hasta un límite de energía, donde la respuesta del detector cae a cero.
- Los rangos espectrales útiles de los detectores de estado sólido se extienden desde la región UV hasta la región IR lejana.
- Los fotodetectores pueden usarse en el modo fotovoltaico, o en el modo fotoconductor
- Donde se aplica un voltaje de polarización inversa y el este se trata como una resistencia variable sensible a la radiación.

## Detectores de estado solido

- Los fotodiodos de silicio se utilizan comúnmente en fotómetros comerciales y de laboratorio.
- Ofrecen una amplia gama espectral y la capacidad de medir niveles bajos de energía radiante.
- Un fotodiodo de silicio se combina con un filtro de vidrio para adaptar su respuesta espectral a la función  $V(\lambda)$ .

## Detectores de estado sólido

- Los fotodiodos de silicio se utilizan comúnmente en fotómetros comerciales y de laboratorio.
- Ofrecen una amplia gama espectral y la capacidad de medir niveles bajos de energía radiante.
- Un fotodiodo de silicio se combina con un filtro de vidrio para adaptar su respuesta espectral a la función  $V(\lambda)$ .

## Detectores de estado solido

- Los fotodiodos de silicio se utilizan comúnmente en fotómetros comerciales y de laboratorio.
- Ofrecen una amplia gama espectral y la capacidad de medir niveles bajos de energía radiante.
- Un fotodiodo de silicio se combina con un filtro de vidrio para adaptar su respuesta espectral a la función  $V(\lambda)$ .

## Respuesta espectral del detector

- El rango espectral del detector se corresponde con la región espectral que se va a medir.
- Esto mejora significativamente la sensibilidad y alivia la carga del filtrado. Los fotómetros requieren la supresión de UV e IR.
- La respuesta espectral relativa nativa de los detectores no coincide con la función  $V(\lambda)$  y, por lo tanto, no pueden determinar directamente cantidades fotométricas.
- El filtrado espectral se utiliza para producir una respuesta combinada detector-filtro que se asemeja mucho a la función  $V(\lambda)$ .
- Se puede calcular una medida de la proximidad de esta coincidencia utilizando el parámetro CIE  $f1'$ .

## Respuesta espectral del detector

- El rango espectral del detector se corresponde con la región espectral que se va a medir.
- Esto mejora significativamente la sensibilidad y alivia la carga del filtrado. Los fotómetros requieren la supresión de UV e IR.
- La respuesta espectral relativa nativa de los detectores no coincide con la función  $V(\lambda)$  y, por lo tanto, no pueden determinar directamente cantidades fotométricas.
- El filtrado espectral se utiliza para producir una respuesta combinada detector-filtro que se asemeja mucho a la función  $V(\lambda)$ .
- Se puede calcular una medida de la proximidad de esta coincidencia utilizando el parámetro CIE  $f1'$ .

## Respuesta espectral del detector

- El rango espectral del detector se corresponde con la región espectral que se va a medir.
- Esto mejora significativamente la sensibilidad y alivia la carga del filtrado. Los fotómetros requieren la supresión de UV e IR.
- La respuesta espectral relativa nativa de los detectores no coincide con la función  $V(\lambda)$  y, por lo tanto, no pueden determinar directamente cantidades fotométricas.
- El filtrado espectral se utiliza para producir una respuesta combinada detector-filtro que se asemeja mucho a la función  $V(\lambda)$ .
- Se puede calcular una medida de la proximidad de esta coincidencia utilizando el parámetro CIE  $f1'$ .

## Respuesta espectral del detector

- El rango espectral del detector se corresponde con la región espectral que se va a medir.
- Esto mejora significativamente la sensibilidad y alivia la carga del filtrado. Los fotómetros requieren la supresión de UV e IR.
- La respuesta espectral relativa nativa de los detectores no coincide con la función  $V(\lambda)$  y, por lo tanto, no pueden determinar directamente cantidades fotométricas.
- El filtrado espectral se utiliza para producir una respuesta combinada detector-filtro que se asemeja mucho a la función  $V(\lambda)$ .
- Se puede calcular una medida de la proximidad de esta coincidencia utilizando el parámetro CIE  $f1'$ .

## Respuesta espectral del detector

- El rango espectral del detector se corresponde con la región espectral que se va a medir.
- Esto mejora significativamente la sensibilidad y alivia la carga del filtrado. Los fotómetros requieren la supresión de UV e IR.
- La respuesta espectral relativa nativa de los detectores no coincide con la función  $V(\lambda)$  y, por lo tanto, no pueden determinar directamente cantidades fotométricas.
- El filtrado espectral se utiliza para producir una respuesta combinada detector-filtro que se asemeja mucho a la función  $V(\lambda)$ .
- Se puede calcular una medida de la proximidad de esta coincidencia utilizando el parámetro CIE  $f1'$ .

## Respuesta espectral del detector

- Algunos instrumentos están diseñados para medir valores triestímulos CIE y calcular cromaticidades.
- Usan detectores que deben ser filtrados para producir respuestas de filtro detector combinadas
- que coinciden con las funciones de coincidencia de color  $X(\lambda)$ ,  $Y(\lambda)$  y  $Z(\lambda)$  [2].
- La respuesta espectral es particularmente importante cuando están involucradas fuentes de banda de longitud de onda relativamente estrecha [3] [4] [5], como los LED que irradian luz de color saturada.

## Respuesta espectral del detector

- Algunos instrumentos están diseñados para medir valores triestímulos CIE y calcular cromaticidades.
- Usan detectores que deben ser filtrados para producir respuestas de filtro detector combinadas
- que coinciden con las funciones de coincidencia de color  $X(\lambda)$ ,  $Y(\lambda)$  y  $Z(\lambda)$  [2].
- La respuesta espectral es particularmente importante cuando están involucradas fuentes de banda de longitud de onda relativamente estrecha [3] [4] [5], como los LED que irradian luz de color saturada.

## Respuesta espectral del detector

- Algunos instrumentos están diseñados para medir valores triestímulos CIE y calcular cromaticidades.
- Usan detectores que deben ser filtrados para producir respuestas de filtro detector combinadas
- que coinciden con las funciones de coincidencia de color  $X(\lambda)$ ,  $Y(\lambda)$  y  $Z(\lambda)$  [2].
- La respuesta espectral es particularmente importante cuando están involucradas fuentes de banda de longitud de onda relativamente estrecha [3] [4] [5], como los LED que irradian luz de color saturada.

## Respuesta espectral del detector

- Algunos instrumentos están diseñados para medir valores triestímulos CIE y calcular cromaticidades.
- Usan detectores que deben ser filtrados para producir respuestas de filtro detector combinadas
- que coinciden con las funciones de coincidencia de color  $X(\lambda)$ ,  $Y(\lambda)$  y  $Z(\lambda)$  [2].
- La respuesta espectral es particularmente importante cuando están involucradas fuentes de banda de longitud de onda relativamente estrecha [3] [4] [5], como los LED que irradian luz de color saturada.

# Introducción

## La utilidad de la definición

El entorno y las condiciones de uso afectan el rendimiento del detector.

La temperatura, los campos magnéticos y eléctricos y los efectos de pulso o transitorios pueden cambiar la sensibilidad del detector, el ruido y la corriente oscura y causar deriva.

## Efectos de la temperatura

- Las variaciones de temperatura afectan el rendimiento de todos los fotodetectores.
- Los detectores herméticamente sellados brindan protección contra los efectos de la humedad y algo de aislamiento contra los ciclos de temperatura.
- Se debe tener cuidado de que los efectos de la temperatura alta o los ciclos de temperatura no dañen las capas cementadas del filtro del detector.

## Efectos de la temperatura

- Las variaciones de temperatura afectan el rendimiento de todos los fotodetectores.
- Los detectores herméticamente sellados brindan protección contra los efectos de la humedad y algo de aislamiento contra los ciclos de temperatura.
- Se debe tener cuidado de que los efectos de la temperatura alta o los ciclos de temperatura no dañen las capas cementadas del filtro del detector.

## Efectos de la temperatura

- Las variaciones de temperatura afectan el rendimiento de todos los fotodetectores.
- Los detectores herméticamente sellados brindan protección contra los efectos de la humedad y algo de aislamiento contra los ciclos de temperatura.
- Se debe tener cuidado de que los efectos de la temperatura alta o los ciclos de temperatura no dañen las capas cementadas del filtro del detector.

## Efectos transitorios

- Los fotodiodos de silicio normalmente presentan tiempos de subida de microsegundos y no presentan fatiga.
- Los tiempos de subida y bajada de la mayoría de fotómetros que emplean fotodiodos de silicio suelen estar limitados por circuitos de amplificación.

## Efectos transitorios

- Los fotodiodos de silicio normalmente presentan tiempos de subida de microsegundos y no presentan fatiga.
- Los tiempos de subida y bajada de la mayoría de fotómetros que emplean fotodiodos de silicio suelen estar limitados por circuitos de amplificación.

## Efecto de la variación cíclica o pulsada de la luz

- Las fuentes de descarga eléctrica parpadean cuando funcionan con fuentes de alimentación de corriente alterna (CA).
- Se deben tomar precauciones con respecto a los efectos de la frecuencia, la frecuencia del pulso y el ancho del pulso al medir las propiedades luminosas de las lámparas [6].
- No se puede suponer que un instrumento tratará la modulación de una fuente de luz de la misma manera que el ojo humano.
- Se debe considerar la capacitancia interna del detector y el tiempo de respuesta del amplificador a las señales pulsantes.
- Se dispone de circuitos de medición especiales para la integración de luz pulsada para la medición de fuentes intermitentes [7].

## Efecto de la variación cíclica o pulsada de la luz

- Las fuentes de descarga eléctrica parpadean cuando funcionan con fuentes de alimentación de corriente alterna (CA).
- Se deben tomar precauciones con respecto a los efectos de la frecuencia, la frecuencia del pulso y el ancho del pulso al medir las propiedades luminosas de las lámparas [6].
- No se puede suponer que un instrumento tratará la modulación de una fuente de luz de la misma manera que el ojo humano.
- Se debe considerar la capacitancia interna del detector y el tiempo de respuesta del amplificador a las señales pulsantes.
- Se dispone de circuitos de medición especiales para la integración de luz pulsada para la medición de fuentes intermitentes [7].

## Efecto de la variación cíclica o pulsada de la luz

- Las fuentes de descarga eléctrica parpadean cuando funcionan con fuentes de alimentación de corriente alterna (CA).
- Se deben tomar precauciones con respecto a los efectos de la frecuencia, la frecuencia del pulso y el ancho del pulso al medir las propiedades luminosas de las lámparas [6].
- No se puede suponer que un instrumento tratará la modulación de una fuente de luz de la misma manera que el ojo humano.
- Se debe considerar la capacitancia interna del detector y el tiempo de respuesta del amplificador a las señales pulsantes.
- Se dispone de circuitos de medición especiales para la integración de luz pulsada para la medición de fuentes intermitentes [7].

## Efecto de la variación cíclica o pulsada de la luz

- Las fuentes de descarga eléctrica parpadean cuando funcionan con fuentes de alimentación de corriente alterna (CA).
- Se deben tomar precauciones con respecto a los efectos de la frecuencia, la frecuencia del pulso y el ancho del pulso al medir las propiedades luminosas de las lámparas [6].
- No se puede suponer que un instrumento tratará la modulación de una fuente de luz de la misma manera que el ojo humano.
- Se debe considerar la capacitancia interna del detector y el tiempo de respuesta del amplificador a las señales pulsantes.
- Se dispone de circuitos de medición especiales para la integración de luz pulsada para la medición de fuentes intermitentes [7].

## Efecto de la variación cíclica o pulsada de la luz

- Las fuentes de descarga eléctrica parpadean cuando funcionan con fuentes de alimentación de corriente alterna (CA).
- Se deben tomar precauciones con respecto a los efectos de la frecuencia, la frecuencia del pulso y el ancho del pulso al medir las propiedades luminosas de las lámparas [6].
- No se puede suponer que un instrumento tratará la modulación de una fuente de luz de la misma manera que el ojo humano.
- Se debe considerar la capacitancia interna del detector y el tiempo de respuesta del amplificador a las señales pulsantes.
- Se dispone de circuitos de medición especiales para la integración de luz pulsada para la medición de fuentes intermitentes [7].

# Interferencia eléctrica

- Con la instrumentación electrónica, se pueden inducir interferencias eléctricas en los cables entre el detector y la instrumentación.
- Este efecto se puede minimizar mediante el uso de redes de filtros, blindaje, puesta a tierra o combinaciones de los anteriores.

## Interferencia eléctrica

- Con la instrumentación electrónica, se pueden inducir interferencias eléctricas en los cables entre el detector y la instrumentación.
- Este efecto se puede minimizar mediante el uso de redes de filtros, blindaje, puesta a tierra o combinaciones de los anteriores.

# Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Normas de iluminación
- 3 Fotometría
- 4 Medición de espectros**
- 5 Medición de iluminancia
- 6 Medición de Intensidad

## Medición de espectros

- Las mediciones espectrales se refieren a evaluaciones realizadas que tienen en cuenta la longitud de onda de la radiación óptica involucrada
- Se encuentran entre las mediciones más fundamentales que se pueden realizar
- Tanto de la radiación óptica de fuentes de luz y de las propiedades ópticas de materiales que interactúan con la radiación óptica.
- Existen diferentes tipos de sistemas de medición espectral para adaptarse a aplicaciones específicas, pero generalmente todos incorporan los siguientes elementos:

## Medición de espectros

- Las mediciones espectrales se refieren a evaluaciones realizadas que tienen en cuenta la longitud de onda de la radiación óptica involucrada
- Se encuentran entre las mediciones más fundamentales que se pueden realizar
- Tanto de la radiación óptica de fuentes de luz y de las propiedades ópticas de materiales que interactúan con la radiación óptica.
- Existen diferentes tipos de sistemas de medición espectral para adaptarse a aplicaciones específicas, pero generalmente todos incorporan los siguientes elementos:

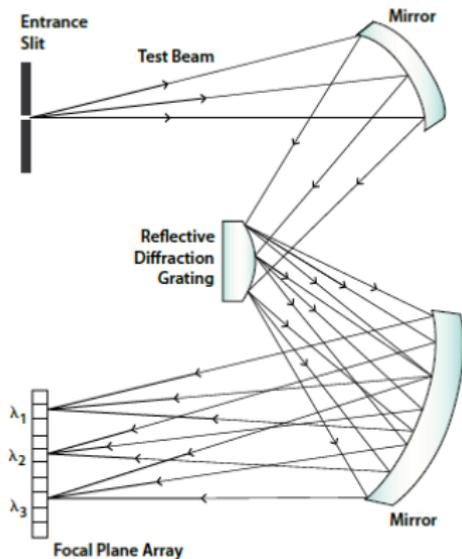
## Medición de espectros

- Las mediciones espectrales se refieren a evaluaciones realizadas que tienen en cuenta la longitud de onda de la radiación óptica involucrada
- Se encuentran entre las mediciones más fundamentales que se pueden realizar
- Tanto de la radiación óptica de fuentes de luz y de las propiedades ópticas de materiales que interactúan con la radiación óptica.
- Existen diferentes tipos de sistemas de medición espectral para adaptarse a aplicaciones específicas, pero generalmente todos incorporan los siguientes elementos:

## Medición de espectros

- Las mediciones espectrales se refieren a evaluaciones realizadas que tienen en cuenta la longitud de onda de la radiación óptica involucrada
- Se encuentran entre las mediciones más fundamentales que se pueden realizar
- Tanto de la radiación óptica de fuentes de luz y de las propiedades ópticas de materiales que interactúan con la radiación óptica.
- Existen diferentes tipos de sistemas de medición espectral para adaptarse a aplicaciones específicas, pero generalmente todos incorporan los siguientes elementos:

# Medición de espectros



## Medición de espectros

- Colección de ópticas para recibir y limitar la radiación a medir,
- Un monocromador que dispersa la radiación que entra por una rendija de entrada y selecciona un rango estrecho de longitudes de onda que envía a un detector.
- Un detector o matriz de detectores,
- Electrónica para procesar la señal del detector o matriz, y
- Algún tipo de pantalla y conexión de salida de datos electrónicos.

## Medición de espectros

- Colección de ópticas para recibir y limitar la radiación a medir,
- Un monocromador que dispersa la radiación que entra por una rendija de entrada y selecciona un rango estrecho de longitudes de onda que envía a un detector.
- Un detector o matriz de detectores,
- Electrónica para procesar la señal del detector o matriz, y
- Algún tipo de pantalla y conexión de salida de datos electrónicos.

## Medición de espectros

- Colección de ópticas para recibir y limitar la radiación a medir,
- Un monocromador que dispersa la radiación que entra por una rendija de entrada y selecciona un rango estrecho de longitudes de onda que envía a un detector.
- Un detector o matriz de detectores,
  - Electrónica para procesar la señal del detector o matriz, y
  - Algún tipo de pantalla y conexión de salida de datos electrónicos.

## Medición de espectros

- Colección de ópticas para recibir y limitar la radiación a medir,
- Un monocromador que dispersa la radiación que entra por una rendija de entrada y selecciona un rango estrecho de longitudes de onda que envía a un detector.
- Un detector o matriz de detectores,
- Electrónica para procesar la señal del detector o matriz, y
- Algún tipo de pantalla y conexión de salida de datos electrónicos.

## Medición de espectros

- Colección de ópticas para recibir y limitar la radiación a medir,
- Un monocromador que dispersa la radiación que entra por una rendija de entrada y selecciona un rango estrecho de longitudes de onda que envía a un detector.
- Un detector o matriz de detectores,
- Electrónica para procesar la señal del detector o matriz, y
- Algún tipo de pantalla y conexión de salida de datos electrónicos.

## Medición de espectros

- En conjunto, este sistema se llama **espectrorradiómetro**.
- El monocromador alberga un elemento de dispersión, a menudo una rejilla de difracción, que separa las distintas longitudes de onda del espectro de entrada.
- El monocromador tiene una abertura de entrada, normalmente en forma de rendija rectangular, a través de la cual entra la radiación recogida;
- Elementos dispersantes
- y una ranura de salida a través de la cual pasan las longitudes de onda seleccionadas de la radiación dispersa.
- Aquí, se coloca una serie de detectores de irradiancia en la rendija de salida para medir la potencia radiante de la fuente en longitudes de onda en todo el espectro óptico.

## Medición de espectros

- En conjunto, este sistema se llama espectrorradiómetro.
- El monocromador alberga un elemento de dispersión, a menudo una rejilla de difracción, que separa las distintas longitudes de onda del espectro de entrada.
- El monocromador tiene una abertura de entrada, normalmente en forma de rendija rectangular, a través de la cual entra la radiación recogida;
- Elementos dispersantes
- y una ranura de salida a través de la cual pasan las longitudes de onda seleccionadas de la radiación dispersa.
- Aquí, se coloca una serie de detectores de irradiancia en la rendija de salida para medir la potencia radiante de la fuente en longitudes de onda en todo el espectro óptico.

## Medición de espectros

- En conjunto, este sistema se llama espectrorradiómetro.
- El monocromador alberga un elemento de dispersión, a menudo una rejilla de difracción, que separa las distintas longitudes de onda del espectro de entrada.
- El monocromador tiene una abertura de entrada, normalmente en forma de rendija rectangular, a través de la cual entra la radiación recogida;
- Elementos dispersantes
- y una ranura de salida a través de la cual pasan las longitudes de onda seleccionadas de la radiación dispersa.
- Aquí, se coloca una serie de detectores de irradiancia en la rendija de salida para medir la potencia radiante de la fuente en longitudes de onda en todo el espectro óptico.

## Medición de espectros

- En conjunto, este sistema se llama espectrorradiómetro.
- El monocromador alberga un elemento de dispersión, a menudo una rejilla de difracción, que separa las distintas longitudes de onda del espectro de entrada.
- El monocromador tiene una abertura de entrada, normalmente en forma de rendija rectangular, a través de la cual entra la radiación recogida;
- Elementos dispersantes
- y una ranura de salida a través de la cual pasan las longitudes de onda seleccionadas de la radiación dispersa.
- Aquí, se coloca una serie de detectores de irradiancia en la rendija de salida para medir la potencia radiante de la fuente en longitudes de onda en todo el espectro óptico.

## Medición de espectros

- En conjunto, este sistema se llama espectrorradiómetro.
- El monocromador alberga un elemento de dispersión, a menudo una rejilla de difracción, que separa las distintas longitudes de onda del espectro de entrada.
- El monocromador tiene una abertura de entrada, normalmente en forma de rendija rectangular, a través de la cual entra la radiación recogida;
- Elementos dispersantes
- y una ranura de salida a través de la cual pasan las longitudes de onda seleccionadas de la radiación dispersa.
- Aquí, se coloca una serie de detectores de irradiancia en la rendija de salida para medir la potencia radiante de la fuente en longitudes de onda en todo el espectro óptico.

## Medición de espectros

- En conjunto, este sistema se llama espectrorradiómetro.
- El monocromador alberga un elemento de dispersión, a menudo una rejilla de difracción, que separa las distintas longitudes de onda del espectro de entrada.
- El monocromador tiene una abertura de entrada, normalmente en forma de rendija rectangular, a través de la cual entra la radiación recogida;
- Elementos dispersantes
- y una ranura de salida a través de la cual pasan las longitudes de onda seleccionadas de la radiación dispersa.
- Aquí, se coloca una serie de detectores de irradiancia en la rendija de salida para medir la potencia radiante de la fuente en longitudes de onda en todo el espectro óptico.

## Medición de espectros

- En algunos instrumentos de alta precisión y alta sensibilidad, el detector es un tubo foto-multiplicador que se fija en la ranura de salida del monocromador.
- La salida espectralmente dispersa del monocromador se barre a través de la rendija de salida rotando mecánicamente el elemento de dispersión.
- Existen pautas y estándares de la industria para mediciones espectralradiométricas, que cubren la instrumentación, los procedimientos de calibración y medición, y la reducción de datos. [9][10][11]

## Medición de espectros

- En algunos instrumentos de alta precisión y alta sensibilidad, el detector es un tubo foto-multiplicador que se fija en la ranura de salida del monocromador.
- La salida espectralmente dispersa del monocromador se barre a través de la rendija de salida rotando mecánicamente el elemento de dispersión.
- Existen pautas y estándares de la industria para mediciones espectralradiométricas, que cubren la instrumentación, los procedimientos de calibración y medición, y la reducción de datos. [9][10][11]

## Medición de espectros

- En algunos instrumentos de alta precisión y alta sensibilidad, el detector es un tubo foto-multiplicador que se fija en la ranura de salida del monocromador.
- La salida espectralmente dispersa del monocromador se barre a través de la rendija de salida rotando mecánicamente el elemento de dispersión.
- Existen pautas y estándares de la industria para mediciones espectralradiométricas, que cubren la instrumentación, los procedimientos de calibración y medición, y la reducción de datos. [9][10][11]

# Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Normas de iluminación
- 3 Fotometría
- 4 Medición de espectros
- 5 Medición de iluminancia**
  - Medidores de iluminancia
  - Respuesta angular

## Medición de iluminancia (E)[lx]

- Debido a que las recomendaciones de iluminancia son una parte común e importante del diseño de iluminación,
- la iluminancia es el tipo más común de medición fotométrica que se realiza.
- También son comunes porque la iluminancia es conceptualmente simple.
- Las mediciones de iluminancia se utilizan para verificar el rendimiento del sistema de iluminación y el logro de los objetivos de diseño.

## Medición de iluminancia (E)[lx]

- Debido a que las recomendaciones de iluminancia son una parte común e importante del diseño de iluminación,
- la iluminancia es el tipo más común de medición fotométrica que se realiza.
- También son comunes porque la iluminancia es conceptualmente simple.
- Las mediciones de iluminancia se utilizan para verificar el rendimiento del sistema de iluminación y el logro de los objetivos de diseño.

## Medición de iluminancia (E)[lx]

- Debido a que las recomendaciones de iluminancia son una parte común e importante del diseño de iluminación,
- la iluminancia es el tipo más común de medición fotométrica que se realiza.
- También son comunes porque la iluminancia es conceptualmente simple.
- Las mediciones de iluminancia se utilizan para verificar el rendimiento del sistema de iluminación y el logro de los objetivos de diseño.

## Medición de iluminancia (E)[lx]

- Debido a que las recomendaciones de iluminancia son una parte común e importante del diseño de iluminación,
- la iluminancia es el tipo más común de medición fotométrica que se realiza.
- También son comunes porque la iluminancia es conceptualmente simple.
- Las mediciones de iluminancia se utilizan para verificar el rendimiento del sistema de iluminación y el logro de los objetivos de diseño.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- Dado que las mediciones de iluminancia son relativamente comunes,
- los medidores de iluminancia comerciales están disponibles en una amplia gama de calidad y capacidad.
- Los medidores de iluminancia más simples consisten en un fotodiodo con un filtro de corrección fotópica.
- El fotodiodo está conectado a un amplificador operacional con pantalla.
- Pueden estar encerrados en una caja
- o el detector y el filtro pueden estar en un módulo que está conectado por un cable a una consola.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- Dado que las mediciones de iluminancia son relativamente comunes,
- los medidores de iluminancia comerciales están disponibles en una amplia gama de calidad y capacidad.
- Los medidores de iluminancia más simples consisten en un fotodiodo con un filtro de corrección fotópica.
- El fotodiodo está conectado a un amplificador operacional con pantalla.
- Pueden estar encerrados en una caja
- o el detector y el filtro pueden estar en un módulo que está conectado por un cable a una consola.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- Dado que las mediciones de iluminancia son relativamente comunes,
- los medidores de iluminancia comerciales están disponibles en una amplia gama de calidad y capacidad.
- Los medidores de iluminancia más simples consisten en un fotodiodo con un filtro de corrección fotópica.
- El fotodiodo está conectado a un amplificador operacional con pantalla.
- Pueden estar encerrados en una caja
- o el detector y el filtro pueden estar en un módulo que está conectado por un cable a una consola.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- Dado que las mediciones de iluminancia son relativamente comunes,
- los medidores de iluminancia comerciales están disponibles en una amplia gama de calidad y capacidad.
- Los medidores de iluminancia más simples consisten en un fotodiodo con un filtro de corrección fotópica.
- El fotodiodo está conectado a un amplificador operacional con pantalla.
- Pueden estar encerrados en una caja
- o el detector y el filtro pueden estar en un módulo que está conectado por un cable a una consola.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- Dado que las mediciones de iluminancia son relativamente comunes,
- los medidores de iluminancia comerciales están disponibles en una amplia gama de calidad y capacidad.
- Los medidores de iluminancia más simples consisten en un fotodiodo con un filtro de corrección fotópica.
- El fotodiodo está conectado a un amplificador operacional con pantalla.
- Pueden estar encerrados en una caja
  - o el detector y el filtro pueden estar en un módulo que está conectado por un cable a una consola.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- Dado que las mediciones de iluminancia son relativamente comunes,
- los medidores de iluminancia comerciales están disponibles en una amplia gama de calidad y capacidad.
- Los medidores de iluminancia más simples consisten en un fotodiodo con un filtro de corrección fotópica.
- El fotodiodo está conectado a un amplificador operacional con pantalla.
- Pueden estar encerrados en una caja
- o el detector y el filtro pueden estar en un módulo que está conectado por un cable a una consola.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- El esquema eléctrico puede ser desde un simple amplificador con controles manuales
- Hasta un microprocesador programado con rutinas para calibración, medición y conversión de unidades de visualización.
- Algunos medidores incluyen puertos de comunicación para operación remota y manipulación de datos.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- El esquema eléctrico puede ser desde un simple amplificador con controles manuales
- Hasta un microprocesador programado con rutinas para calibración, medición y conversión de unidades de visualización.
- Algunos medidores incluyen puertos de comunicación para operación remota y manipulación de datos.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- El esquema eléctrico puede ser desde un simple amplificador con controles manuales
- Hasta un microprocesador programado con rutinas para calibración, medición y conversión de unidades de visualización.
- Algunos medidores incluyen puertos de comunicación para operación remota y manipulación de datos.

## Respuesta angular I

- Por definición, los medidores de iluminancia deben mostrar una respuesta al flujo incidente que disminuye con el coseno del ángulo de incidencia.
- Los detectores planos y los filtros de corrección de respuesta no tienen este tipo de respuesta,
- por lo que el detector de un medidor de iluminancia suele estar especialmente configurado para acercarse a la llamada respuesta de coseno.
- Los detectores utilizados en la mayoría de los fotómetros de iluminancia ahora tienen cubiertas difusoras o algún medio para corregir las lecturas a una respuesta de coseno verdadera.

## Respuesta angular II

- Las soluciones al problema del coseno incluyen colocar sobre el detector un vidrio opal brillante, un disco acrílico difuso o una esfera integradora con un puerto de entrada con borde de cuchillo.
- Sin embargo, con el vidrio opal flasheado y el disco acrílico difuso en ángulos de incidencia altos,
- la luz se reflejará de manera especular, por lo que las lecturas permanecerán demasiado bajas.
- Esto se puede compensar permitiendo que la luz entre por los bordes del difusor.

## Respuesta angular III

- Las lecturas en ángulos muy altos serán demasiado altas, pero se pueden corregir utilizando un anillo de cribado.
- Los medidores de iluminancia de baja calidad pueden mostrar una respuesta inexacta en ángulos grandes con respecto a lo normal,
- con errores de hasta un 25 % por debajo del valor de iluminancia real.
- Esto puede ser importante al realizar mediciones de iluminancia en un espacio diurno con iluminación lateral intensa.

## Respuesta angular IV

- Las mediciones de iluminancia producidas por la luz desde ángulos de alta incidencia pueden tener un error grave si el medidor de iluminancia tiene una corrección de respuesta espacial deficiente en ángulos altos.
- Pueden surgir problemas similares en las mediciones de iluminancia de carreteras y campos deportivos desde luminarias distantes.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- La intensidad luminosa casi siempre se determina de manera indirecta:
- El valor de intensidad se infiere utilizando la ley del coseno del cuadrado inverso, una medición de iluminancia y la distancia a la que se realiza la medición de iluminancia.
- Es decir, se determina la intensidad luminosa efectiva.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- La intensidad luminosa casi siempre se determina de manera indirecta:
- El valor de intensidad se infiere utilizando la ley del coseno del cuadrado inverso, una medición de iluminancia y la distancia a la que se realiza la medición de iluminancia.
- Es decir, se determina la intensidad luminosa efectiva.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- La intensidad luminosa casi siempre se determina de manera indirecta:
- El valor de intensidad se infiere utilizando la ley del coseno del cuadrado inverso, una medición de iluminancia y la distancia a la que se realiza la medición de iluminancia.
- Es decir, se determina la intensidad luminosa efectiva.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

$$I = E * d^2$$

Dónde:

- E = iluminancia medida producida por la fuente
- D = distancia de prueba desde la fuente al plano de la medición de iluminancia
- Esto supone que el plano de la medición de iluminancia es perpendicular a una línea desde la fuente hasta el detector de iluminancia,
- y que la fuente es esencialmente un punto luminoso.
- Para fuentes grandes, este proceso proporciona la intensidad luminosa equivalente.
- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa de campo lejano y esto requiere una distancia de prueba significativamente mayor que la dimensión luminosa más grande de la fuente.
- Para las luminarias arquitectónicas, esto puede implicar distancias de prueba superiores a 8 m.

## Medidores de iluminancia (luxómetro)

- En la mayoría de los casos, se determina la intensidad luminosa de campo lejano y esto requiere una distancia de prueba significativamente mayor que la dimensión luminosa más grande de la fuente.
- Para las luminarias arquitectónicas, esto puede implicar distancias de prueba superiores a 8 m.

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Una serie de medidas de intensidad luminosa alrededor de una fuente caracterizan su distribución de intensidad.
- Estas mediciones se realizan con un fotómetro y un goniómetro combinados, generalmente denominado goniofotómetro.
- La fuente puede ser una lámpara o una luminaria.
- La intensidad se determina en una serie de posiciones alrededor de la fuente en un conjunto de ángulos que abarcan direcciones apropiadas
- En intervalos suficientemente pequeños para proporcionar una densidad de información consistente con el uso previsto de los datos y la naturaleza de la fuente.
- El sistema de coordenadas utilizado para estos ángulos depende de la construcción del goniofotómetro y de los tipos de fuentes

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Una serie de medidas de intensidad luminosa alrededor de una fuente caracterizan su distribución de intensidad.
- Estas mediciones se realizan con un fotómetro y un goniómetro combinados, generalmente denominado goniofotómetro.
- La fuente puede ser una lámpara o una luminaria.
- La intensidad se determina en una serie de posiciones alrededor de la fuente en un conjunto de ángulos que abarcan direcciones apropiadas
- En intervalos suficientemente pequeños para proporcionar una densidad de información consistente con el uso previsto de los datos y la naturaleza de la fuente.
- El sistema de coordenadas utilizado para estos ángulos depende de la construcción del goniofotómetro y de los tipos de fuentes

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Una serie de medidas de intensidad luminosa alrededor de una fuente caracterizan su distribución de intensidad.
- Estas mediciones se realizan con un fotómetro y un goniómetro combinados, generalmente denominado goniofotómetro.
- La fuente puede ser una lámpara o una luminaria.
- La intensidad se determina en una serie de posiciones alrededor de la fuente en un conjunto de ángulos que abarcan direcciones apropiadas
- En intervalos suficientemente pequeños para proporcionar una densidad de información consistente con el uso previsto de los datos y la naturaleza de la fuente.
- El sistema de coordenadas utilizado para estos ángulos depende de la construcción del goniofotómetro y de los tipos de fuentes

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Una serie de medidas de intensidad luminosa alrededor de una fuente caracterizan su distribución de intensidad.
- Estas mediciones se realizan con un fotómetro y un goniómetro combinados, generalmente denominado goniofotómetro.
- La fuente puede ser una lámpara o una luminaria.
- La intensidad se determina en una serie de posiciones alrededor de la fuente en un conjunto de ángulos que abarcan direcciones apropiadas
- En intervalos suficientemente pequeños para proporcionar una densidad de información consistente con el uso previsto de los datos y la naturaleza de la fuente.
- El sistema de coordenadas utilizado para estos ángulos depende de la construcción del goniofotómetro y de los tipos de fuentes

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Una serie de medidas de intensidad luminosa alrededor de una fuente caracterizan su distribución de intensidad.
- Estas mediciones se realizan con un fotómetro y un goniómetro combinados, generalmente denominado goniofotómetro.
- La fuente puede ser una lámpara o una luminaria.
- La intensidad se determina en una serie de posiciones alrededor de la fuente en un conjunto de ángulos que abarcan direcciones apropiadas
- En intervalos suficientemente pequeños para proporcionar una densidad de información consistente con el uso previsto de los datos y la naturaleza de la fuente.
- El sistema de coordenadas utilizado para estos ángulos depende de la construcción del goniofotómetro y de los tipos de fuentes

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Una serie de medidas de intensidad luminosa alrededor de una fuente caracterizan su distribución de intensidad.
- Estas mediciones se realizan con un fotómetro y un goniómetro combinados, generalmente denominado goniofotómetro.
- La fuente puede ser una lámpara o una luminaria.
- La intensidad se determina en una serie de posiciones alrededor de la fuente en un conjunto de ángulos que abarcan direcciones apropiadas
- En intervalos suficientemente pequeños para proporcionar una densidad de información consistente con el uso previsto de los datos y la naturaleza de la fuente.
- El sistema de coordenadas utilizado para estos ángulos depende de la construcción del goniofotómetro y de los tipos de fuentes

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Hay tres tipos comunes de sistemas de coordenadas angulares que se utilizan en la fotometría de distribución, Tipo A, Tipo B y Tipo C.
- El sistema Tipo A se usa ampliamente para fotometría de dispositivos automotrices.
- Este tipo de sistemas es con el que cuenta

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Hay tres tipos comunes de sistemas de coordenadas angulares que se utilizan en la fotometría de distribución, Tipo A, Tipo B y Tipo C.
- El sistema Tipo A se usa ampliamente para fotometría de dispositivos automotrices.
- Este tipo de sistemas es con el que cuenta

## Curvas de Distribución Fotométrica (LID)

- Hay tres tipos comunes de sistemas de coordenadas angulares que se utilizan en la fotometría de distribución, Tipo A, Tipo B y Tipo C.
- El sistema Tipo A se usa ampliamente para fotometría de dispositivos automotrices.
- Este tipo de sistemas es con el que cuenta

# Referencias I

## Referencias II

## Referencias III

-  The IESNA Lighting Handbook, 9<sup>o</sup> edición (2000) ISBN 0-87995-150-8
-  Schanda J, editor. 2007. Colorimetry: Understanding the CIE system. New Jersey: Wiley. 373 p.
-  Poikonen T, Karha P, Manninen P, Manoocheri F, Ikonen E. 2009. Uncertain analysis of photometer quality factor  $f_1'$ . Metrologia. 46(1):75-80.
-  [IES] Illuminating Engineering Society. 1994. IESNA survey of illuminance and luminance meters. Light Des App. 24(6):31-42.

## Referencias IV

-  Ohkubo K, Horiuchi M, Nakagawa Y, Tozawa H, Kobayashi K, Horie I, Chida N. 2000. Domestic comparison of relative spectral responsivity measurements for illuminance meters. J Light Vis Environ. 24(1):66-72.
-  DeCusatis, C. 1997. Handbook of applied photometry. New York: AIPPress.
-  Karas VI, Torpachev PA. 1991. Pulsed light flux measurement by a photodiode operational amplifier pair. Meas Tech. 34(5):13-15.

## Referencias V



Choi H. 2004. Advantages of photodiode array.

*http :*

*//www.hwe.oita – u.ac.jp/kiki/ronnbunn/paper\_choi.pdf*



[IES] Illuminating Engineering Society. 1994. LM-58 IESNA guide to spectroradiometric measurements. 9 p.



ASTM International. 2006. ASTM E1341-06 Standard practice for obtaining spectroradiometric data from radiant sources for colorimetry. 12 p.



ASTM International. 2008. ASTM G138-06 Standard test method for calibration of a spectroradiometer using a standard source of irradiance. 8 p.

# Referencias VI