

PATRONES DE LUMINANCIA EN INTI

A. Zinzallari⁽¹⁾, J. Babaro⁽¹⁾, G. Boggio Marzet⁽¹⁾, C. Bonnano⁽¹⁾,
L. Jazwinski⁽¹⁾, A. Mantellini⁽¹⁾, E. Scatena⁽¹⁾, E. Yasan⁽¹⁾.

azinzallari@inti.gov.ar

⁽¹⁾ U. T. Luminotecnia – INTI.

Palabras Claves: Luminancia; Patrón; Trazabilidad.

INTRODUCCIÓN

La luminancia es una magnitud fotométrica que puede asociarse con el brillo de una superficie emisora de luz. Se utiliza, por ejemplo, para evaluar características luminotécnicas de calzadas de autopistas y carteles publicitarios en vías públicas, dado que los rangos de luminancias están recomendados por normas.

En este artículo presentamos el actual y el nuevo patrón de luminancia en el INTI.

OBJETIVOS

Los patrones de luminancia deben ofrecer una superficie de emisión uniforme, con un espectro específico, y con una luminancia variable que permita alcanzar un rango que cubra los requerimientos de las normas mencionadas, de manera trazable a los patrones nacionales fotométricos y dimensionales.

DESARROLLO

La luminancia consiste en el flujo luminoso por unidad de área emisora y por unidad de ángulo sólido de emisión en una dirección [1,2]. En caso de ser la superficie emisora una superficie lambertiana, entonces la luminancia es la misma en todas las direcciones de emisión.

Un patrón de luminancia deben consistir en una superficie de emisión uniforme y lambertiana. Por convención, su espectro debe coincidir con el de un iluminante CIE “A” (CIE: Comisión Internationale de l’Eclairage) [3]. También debe ofrecer un valor de luminancia variable que permita alcanzar el rango requerido.

Actual patrón de luminancia

El patrón actual de luminancia (ver figura 1) consiste en una placa de sulfato de bario cuadrada de 60mm de lado montada en un banco fotométrico, en forma perpendicular al eje fotométrico y a una cierta distancia de una lámpara patrón de intensidad luminosa, trazable a su vez al patrón nacional de intensidad luminosa. Esta lámpara emite un espectro semejante al de un iluminante CIE “A” con una temperatura de distribución de 2856K. El sulfato de bario de la placa logra: a) una reflectancia elevada y espectralmente uniforme

en el rango visible, provocando una reflexión también con un espectro semejante al de un iluminante CIE “A”; b) una reflexión similar a una superficie lambertiana. De esta manera, la luminancia de la superficie es:

$$L = \frac{I \rho}{\pi d^2} \quad \rho = \frac{\int_{380\text{nm}}^{720\text{nm}} \rho(\lambda) V(\lambda) S(\lambda) d\lambda}{\int_{380\text{nm}}^{720\text{nm}} V(\lambda) S(\lambda) d\lambda} \quad (1)$$

donde I es la intensidad luminosa de la lámpara patrón, d es la distancia entre la lámpara y la placa, ρ es la reflectancia de la placa, ρ(λ) es la reflectancia espectral de la placa, V(λ) es la función de eficiencia luminosa espectral para visión fotópica de la CIE (1931) y S(λ) es la distribución de irradiancia espectral relativa de la emisión de la lámpara. Se obtienen distintos valores de luminancia variando la distancia d.



Figura 1: Actual patrón de luminancia del INTI.

Este patrón es muy efectivo y permite obtener incertidumbres porcentuales relativas (k=2) del orden del 1%. Sus principales defectos son: a) depender de la reflectancia espectral de una placa que, con el tiempo, se va deteriorando; b) obtener un rango de luminancias acotado (entre 50cd/m² y 300cd/m²) debido a las dimensiones del banco fotométrico.

Nuevo patrón de luminancia

El nuevo patrón de luminancia (ver figura 2) consiste en una superficie emisora dada por el difusor de una esfera integradora comercial modificada y montada en un banco fotométrico. Se ilumina el interior de la esfera con una lámpara incandescente halógena alimentada con una fuente de CC de manera de obtener una superficie de radiación homogénea cuyo espectro se asemeja al de un iluminante CIE “A”. Se obtienen las distintas luminancias acercando o alejando dicha lámpara a la entrada trasera de la esfera. Para limitar parcialmente el difusor de salida de la esfera se coloca una apertura de precisión circular

fabricada en INTI y anodizada en negro mate. El área de esta apertura fue medida de manera trazable a los patrones dimensionales nacionales. A una cierta distancia se coloca un luxómetro de transferencia, calibrado de manera trazable a los patrones nacionales.

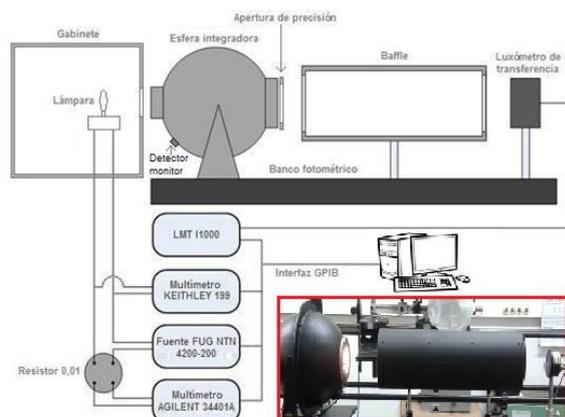


Figura 2: Nuevo patrón de luminancia del INTI.

Considerando que: a) la luminancia de la superficie emisora es uniforme en toda su área, b) que emite de manera lambertiana, c) que el detector del luxómetro de transferencia se encuentra lo suficientemente lejos como para considerar iguales a todos los ángulos sólidos provenientes de la superficie emisora y subtendidos por el mencionado detector, se tiene la siguiente relación:

$$L = E \frac{d^2}{A_p} \quad (2)$$

donde A_p es el área de la apertura de precisión del patrón de luminancia y E es la iluminancia medida por el luxómetro de transferencia. La luminancia del patrón se obtiene a partir de la medición del luxómetro de transferencia, de la distancia medida en el banco fotométrico (calibrado también de manera dimensional) y del área de la apertura de precisión.

Para lograr calibraciones más rápidas se implementó el uso de un detector fotométrico monitor en el interior de la esfera que emite una señal en intensidad de corriente eléctrica, con el objetivo de asociar cada indicación de este detector con una determinada luminancia. Se desarrolló para este fin un programa de LabVIEW de toma de datos automático que permite, a través de sólo la indicación del detector monitor, establecer el valor de luminancia (ver figura 3).

Con este nuevo patrón se amplía en rango de luminancias (entre 10cd/m^2 y 600cd/m^2) y se independiza de materiales que se deterioran y requieren calibraciones espectrofotométricas extras.

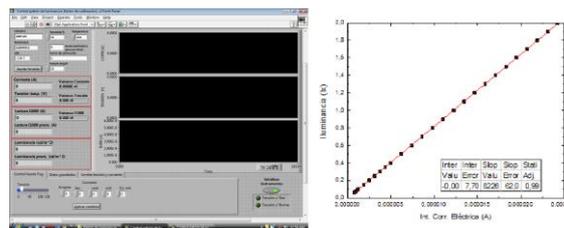


Figura 3: Programa LabVIEW de toma de datos.

Con respecto a las incertidumbres, se excluyen las relacionadas con la reflectancia de la placa pero se incorporan las relacionadas con el área de la apertura de precisión. Se obtienen finalmente incertidumbres porcentuales relativas ($k=2$) también del orden del 1%.

RESULTADOS

Para el nuevo patrón se evaluó la uniformidad espacial de la luminancia obtenida en la superficie del difusor, utilizando diferentes luminancímetros de referencia y se estableció que se consigue una no uniformidad menor al 0,2% en el área central utilizable del difusor (ver figura 4).

También se evaluó que el espectro emitido se asemeje al de un iluminante CIE "A" midiendo la irradiancia espectral relativa emitida con un espectro-radiómetro de referencia y se utilizó un algoritmo basado en la calibración de una lámpara patrón de irradiancia espectral trazable al PTB. Se obtuvieron temperaturas de distribución entre 2860K y 2780K en el rango de luminancias logrado (ver figura 4).

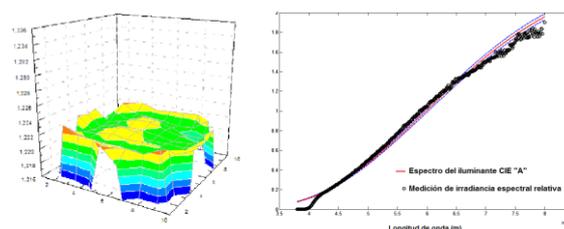


Figura 4: Evaluación de la uniformidad y del espectro del nuevo patrón de luminancia.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un nuevo patrón de luminancia de operación más rápida que el actual y que no requiere utilización del banco fotométrico de lámparas de intensidad luminosa. Este patrón mantiene el nivel de las incertidumbres del actual y amplía su rango de luminancias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Parr, Albert, Raju Datla, and James Gardner. Optical radiometry. Vol. 41. Academic Press, 2005.
- [2] Y. Ohno NIST Special Publication 250-37.
- [3] Norma CIE15:2004 "Colorimetry", 1st Edition.