

RESULTADOS PRELIMINARES EN EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MEDIDOR DE RADIACIÓN UV BASADO EN LED

N. Vidal-Medina, C. H. Matamoros-García.
 División de Óptica y Radiometría, Centro Nacional de Metrología,
 km 4.5 Carretera a Los Cués, 76246, Querétaro, México.
nvidal@cenam.mx

Resumen: Se presenta el diseño, desarrollo y los resultados de medición realizados para generar un prototipo de medidor de UV basado en un led de UV. Considerando la utilización de una fuente estable de radiación ultravioleta de estado sólido con radiación óptica centrada en los 365 nm y una óptica que colime la mayor cantidad de radiación UV al led UV que funciona como detector, se pretende desarrollar un dispositivo detector de radiación UV que pueda ser utilizado en la industria para garantizar los niveles de radiación necesarios en los procesos que incorporan radiación UV. Se presentan los resultados obtenidos en las primeras pruebas de caracterización del LED UV como detector, discutiendo las principales complicaciones en las mediciones necesarias, pequeña área de detección, alto ruido eléctrico en la etapa de amplificación, entre otros aspectos.

1. INTRODUCCIÓN

A partir de 2016 el Patrón Nacional de Dosis de Radiación UV que es mantenido en el Laboratorio de Dosimetría Óptica se actualizó mediante la integración de un conjunto de fuentes de estado sólido en longitudes de onda de 365, 331 y 254 nm lo cual arroja una mejora significativa en la estabilidad del flujo radiante (figura 1), además de la facilidad para controlar los parámetros de consumo eléctrico de la fuente UV para contar con diferentes intensidades para el proceso de calibración.

Éstas mejoras hicieron posible un mejor control en la fuente de radiación UV y facilitaron una reducción de la incertidumbre de medición en valores por debajo del 2.1% ($k=2$) para los servicios de calibración actualmente ofrecidos.

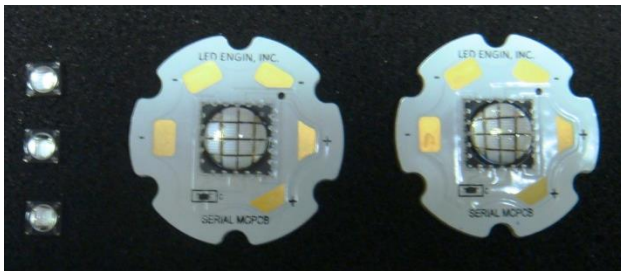


Fig. 1. Referencias de estado sólido para UV.

En las calibraciones realizadas se ha observado que los equipos comerciales presentan una alta variabilidad en sus lecturas y un deterioro significativo en los componentes donde incide la radiación UV (arreglo de difusor, filtro y detector de radiación óptica), provocando en todas las

calibraciones, significativos errores sistemáticos en la medición de radiación UV. Esto debido principalmente a que los detectores de radiación UV se basan en fotodetectores de silicio, filtros y elementos plásticos, que se ven seriamente deteriorados por la acción de la radiación UV. El prototipo de detector de UV en desarrollo tiene como objetivo evaluar el uso de un led de UV habilitado como detector para tratar de mejorar la estabilidad y reducir los errores sistemáticos con respecto a los detectores comerciales que actualmente se calibran en el Laboratorio de Dosimetría Óptica.

Se asume que el material de fabricación del led de UV soportara mejor el desgaste provocado por las altas dosis de radiación UV utilizadas en las aplicaciones industriales, pudiendo reducirse los altos errores sistemáticos y extender el periodo de calibración. Aquí se presentan los primeros resultados de este desarrollo.



Fig. 2. Materiales para el prototipo de detector de radiación UV.

2. DESARROLLO

El diseño del detector es simple y primeramente se monta el led que sirve como medidor sobre el eje óptico de la referencia de UV a 365 nm, utilizando el mismo procedimiento para alinear los medidores de UV bajo calibración. Se coloca una lente de $f = 12$ mm para aumentar la cantidad de radiación incidente en el led usado como medidor (figura 2). Los cables del led se conectan a un amplificador operacional OPA3512, el cual esta alimentado por una fuente de DC externa de $\pm 15V$.

La ganancia del amplificador operacional se puede regular para modificar el valor de tensión eléctrica que se genera al hacer incidir radiación sobre el led que sirve como detector. La señal eléctrica proveniente del amplificador es capturada por un multiplexor Agilent 23534A y registrada en una hoja de cálculo junto a los parámetros de alimentación de la referencia de UV, posteriormente se calcula la relación entre la cantidad de radiación que emite la referencia UV y la señal eléctrica que se genera en el led medidor de UV. A esta relación se le conoce como sensibilidad radiométrica.

3. RESULTADOS

Se hace incidir valores de irradiancia UV a 365 en 1.0, 2.5 y 5.0 mW/cm².

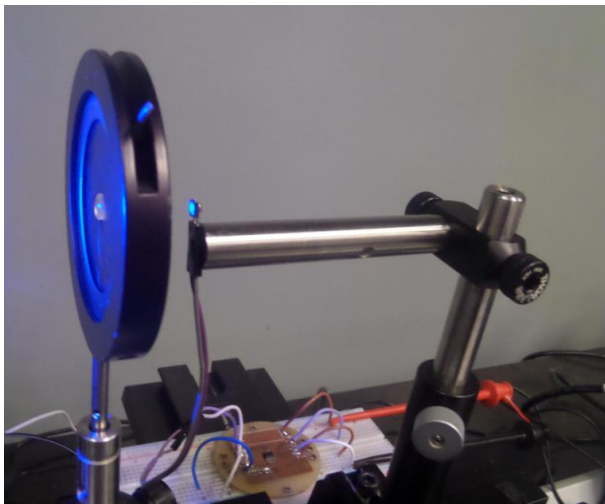


Fig. 3. Led UV medido con radiación UV a 365 nm.

Las mediciones realizadas indican que el led utilizado como medidor de UV requiere una gran cantidad de radiación para generar una señal limpia y clara que pueda relacionarse a una escala de medición similar a los medidores comerciales.

En valores relativamente pequeños de irradiancia UV (1 mW/cm²) la señal proveniente del led es muy

cercana al ruido eléctrico que proviene del amplificador operacional (baja sensibilidad). Si el led se irradia sin la lente no es posible distinguir cambios significativos en la salida del amplificador operacional (pequeña área de detección). Cuando los niveles de radiación son más grandes (5 mW/cm²), es posible obtener valores de tensión eléctrica suficientemente grandes para relacionarlos con una escala de medición funcional. Cambiando la distancia focal de la lente es posible aumentar la cantidad de radiación que incide sobre el led y la señal eléctrica se vuelve más estable.

4. CONCLUSIONES

Para bajos niveles de irradiancia este dispositivo puede no ser adecuado. Las mediciones que se realizan en la industria, encaminadas a medir los niveles de radiación de pequeñas fuentes de radiación (lámparas de descarga) tendrían errores de medición significativos. La baja señal no permite relacionar la señal eléctrica con una escala de medición aceptable.

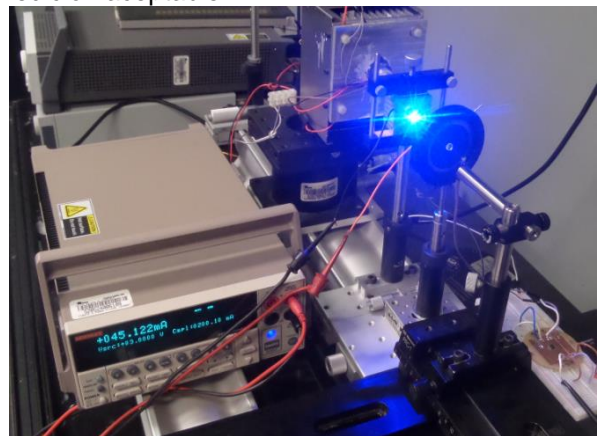


Fig. 4. Caracterización detallada del led UV.

5. TRABAJOS A FUTURO

Seguir con los trabajos de caracterización de led utilizados como medidor. Actualmente es posible adquirir diodos led de UV en forma de arreglo con conexiones internas en serie. Esto puede hacer que la señal proveniente del led pueda ser mejorada.

Es necesario medir este tipo de dispositivos durante periodos ms largos de tiempo, pues debe de caracterizarse la deriva que pueda presentarse en el led que sirve como medidor. La estabilidad y durabilidad de estos dispositivos es importante para desarrollar un medidor confiable que resista los efectos de la radiación UV.