

EXPANSIÓN DE LAS CAPACIDADES RADIOMÉTRICAS DE INTI: CARACTERIZACIÓN DE UN RADIÓMETRO CRIOGÉNICO Y CALIBRACIÓN DE UN DETECTOR SECUNDARIO

D. Luna, L. Jazwinski, A. Zinzallari
INTI Física y Metrología
luna@inti.gov.ar

OBJETIVO

Caracterizar un radiómetro criogénico para ser usado como referencia radiométrica

DESCRIPCIÓN

La técnica conocida como radiometría criogénica se basa en la operación de un radiómetro de sustitución eléctrica (RCSE) a temperatura de helio líquido. Hoy en día los RCSE brindan la base metrológica de las mediciones de radiación óptica en la mayoría de los Institutos Nacionales de Metrología.

El principio de medición de un RCSE se basa en la comparación del calor producido por una radiación óptica, con el calor disipado por efecto Joule de una corriente eléctrica. [1]

El RCSE-INTI consiste en un sensor recubierto por un material absorbente, unido mediante un conductor térmico de baja conductividad térmica a un reservorio de temperatura constante en 4 K (figura 1).

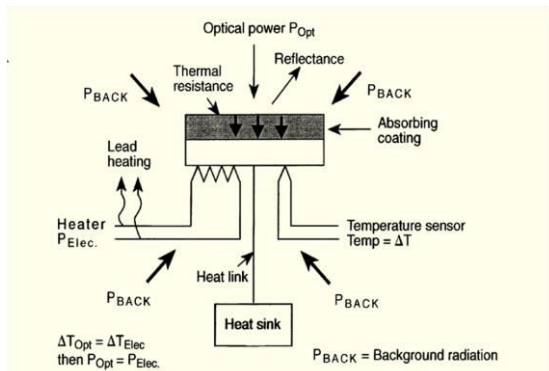


Figura 1: Principio de funcionamiento del RCSE-INTI.

En contacto térmico con el elemento absorbente se hallan un calefactor (una resistencia eléctrica por la cual circula una corriente) y un sensor de temperatura (pastilla de germanio).

En el año 2013, el INTI adquirió un láser de argón-kriptón como fuente sintonizable que permite trabajar en todo el rango visible. Esta incorporación demandó una adecuación de la infraestructura del laboratorio, la construcción de equipos auxiliares y la automatización de ciertos procesos de medición. En este trabajo se presentan los primeros resultados de medición en todo el espectro visible. Se detalla

también la preparación del láser previo a su ingreso a la cavidad de medición: estabilización en potencia, polarización y filtrado espacial.

Finalmente se comparan las mediciones obtenidas con el RCSE-INTI mediante un detector secundario calibrado en el Instituto Nacional de Metrología finlandés, MIKES.

RESULTADOS

Preparación del haz laser

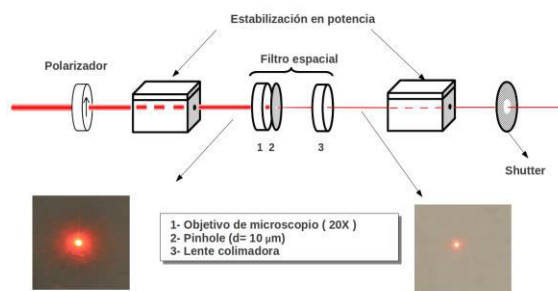


Figura 2: Componentes para la preparación del laser.

Para la estabilización se utiliza un sistema comercial. El filtrado espacial se realiza mediante un objetivo de microscopio, pinhole y lente colimadora. En la figura 2 se muestra un esquema del montaje.

Transmitancia de la ventana de Brewster

El haz ingresa al radiómetro a través de una ventana, orientada según el ángulo Brewster. Para la medición de la transmitancia se implementó el sistema de la figura 3 [2]. Los resultados se muestran en la figura 4. Las barras de incertidumbre corresponden a los desvíos estándar de 10 mediciones.

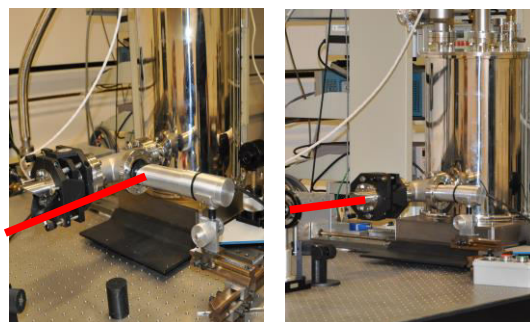


Figura 3: Sistema de medición de la transmitancia de la ventana de Brewster.

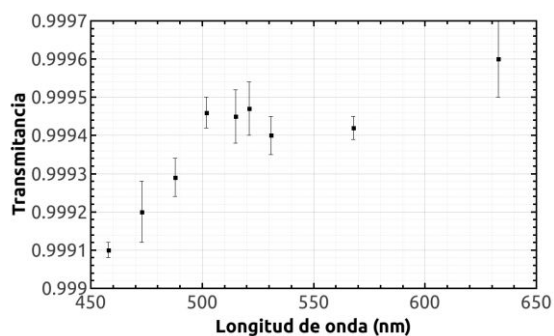


Figura 4: Transmitancias de la ventana de entrada.

Calibración de la electrónica

La medición de potencia eléctrica se realiza según el esquema de la figura 5: Los multímetros internos del RCSE miden las tensiones V_h y V_s . A partir del valor de R_s (medida en forma previa, con un multímetro externo) se calcula la potencia disipada en el Heater.

Para calibrar la electrónica interna del RCSE se utiliza un multímetro de 8 ½ dígitos, con calibración trazable a los patrones eléctricos de INTI. (Efectos Josephson y Hall)

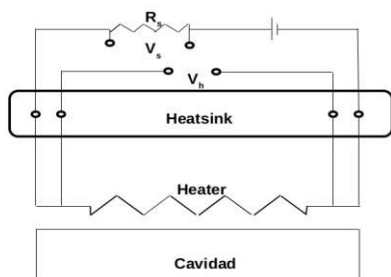


Figura 5: Circuito eléctrico utilizado para la medición de potencia eléctrica.

Instrumento a calibrar: Detector tipo trap

Una vez conocida la potencia del haz incidente, se desplaza el radiómetro y se enfrenta un detector secundario a la luz láser.

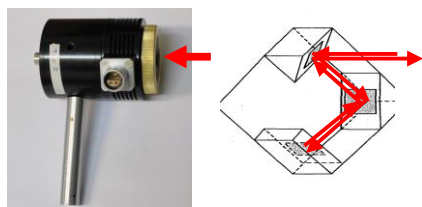


Figura 6: Fotografía y esquema de un detector tipo trap.

El radiómetro secundario a calibrar es un conjunto de tres fotodiodos de silicio dispuestos geoméricamente de forma tal que

las reflexiones de cada diodo sean medidas por el siguiente elemento (figura 6).

Calibración de un detector trap

El modelo de medición (equivalencia de potencia óptica y eléctrica) es el siguiente:

$$P_e = V_h V_s / R_s = F T A$$

Con P_e la potencia eléctrica, V_h la tensión sobre el heater, V_s la tensión sobre resistencia, R_s el valor de la resistencia, F la potencia radiante del láser, T la transmitancia de la ventana de Brewster, y A la absorbancia de la cavidad. En la figura 7 se muestran los resultados de las mediciones, junto con la comparación de los resultados obtenidos por MIKES para el mismo trap.

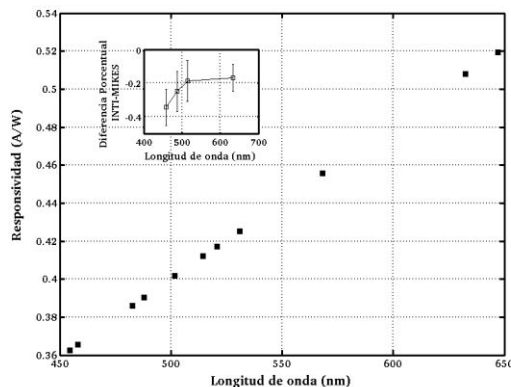


Figura 7: Resultados de medición y comparación con resultados de MIKES. Las incertidumbres del panel principal son demasiado pequeñas para ser distinguidas.

Las incertidumbres en la medición de potencia óptica están dominadas por la transmitancia de la venta de Brewster y por el ruido en las mediciones eléctricas. Además de las transmitancia, y la absorbancia, se modelaron la no-equivalencia y la incertidumbre en la calibración de la electrónica [2].

CONCLUSIONES

Se realizó por primera vez la calibración de un trap en potencia óptica, con trazabilidad al radiómetro criogénico de INTI. Se compararon los resultados con los obtenidos en el instituto MIKES.

REFERENCIAS

[1] Parr, Albert, Raju Datla, and James Gardner. Optical radiometry. Vol. 41. Academic Press, 2005.
 [2] Stock, K. D., and H. Hofer. "PTB primary standard for optical radiant power: transfer-optimized facility in the clean-room centre." Metrologia 32.6 (1995): 545.