XXXII Simposio Peruano de Física
1.er Congreso Internacional de Física 2026
17–20 de noviembre de 2026 · Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Sistema SCADA metrológico basado en arquitectura hexagonal para inversión atmosférica con espectrorradiómetros EKO MS-711 y MS-713

Desarrollo y evaluación funcional en simulación

Fernando Jose Huamani Cadillo | **fhuamanicad@unsa.edu.pe**
Escuela Profesional de Física, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Resumen

Se evaluó en simulación la fusión e integración espectral en un prototipo de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA). Cada grupo produjo 2199 muestras. La irradiancia integrada fue de 746,2 vatios por metro cuadrado para la global horizontal y de 625,3 para la directa normal.

Introducción

Los espectrorradiómetros EKO MS-711 y MS-713 cubren bandas complementarias [1, 2]. Para analizar la irradiancia global y la directa, se necesita fusionar los espectros de cada par en una malla común.

Objetivo
Evaluar en simulación la adquisición, la fusión espectral y la consulta de registros.

Configuración de los cuatro perfiles

Grupo global Plano horizontal → MS-711 + MS-713 → **Espectro global** fusionado

Grupo directo Apuntado al Sol → MS-711 + MS-713 → **Espectro directo** fusionado

El montaje directo contempla un seguidor solar. Los grupos se asignan por configuración.

Metodología y arquitectura hexagonal

La interfaz solicita la adquisición. El núcleo obtiene espectros del adaptador simulado mediante el puerto de instrumentación [3]. El adaptador de entrada guarda el resultado.

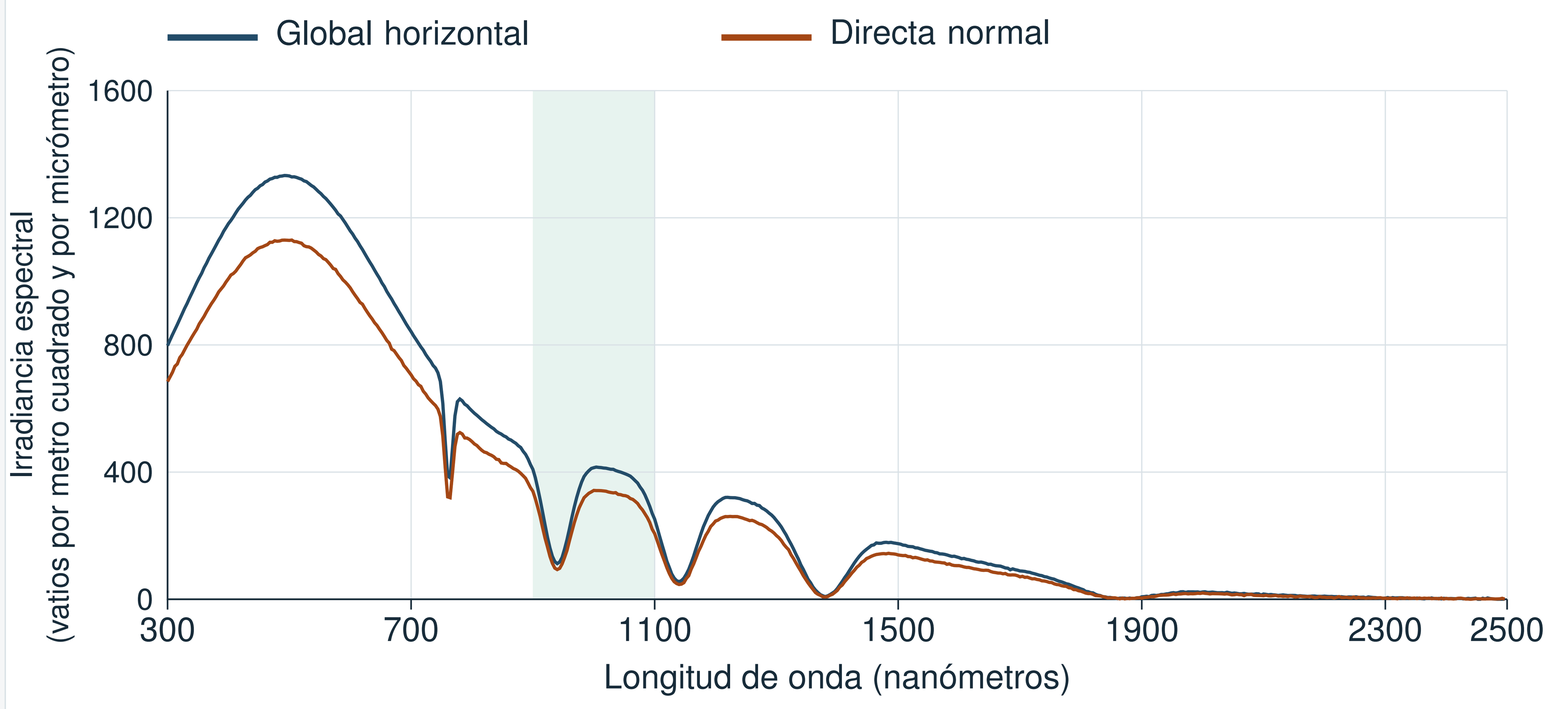
Interfaz web Adquisición e historial → **Adaptador de entrada** Servicio web FastAPI → **Núcleo de aplicación** Caso de uso y análisis → **Puerto de instrumentación** Adaptador simulado EKO

Puerto de repositorio Guardar y consultar → **Almacenamiento local** Base de datos SQLite

Se adquiere primero el grupo global y luego el directo.

Procedencia del registro
La interfaz y el historial identifican las adquisiciones simuladas.

Resultados de una corrida del simulador



La franja verde marca el solapamiento. Semilla 2026 y reloj en cero [5].
Se grafica una de cada cuatro muestras. Cada integral usa las 2199 de su grupo.

Malla y fusión espectral

Perfil	Rango (nm)	Muestras
MS-711	300–1099,5	1600
MS-713	900–2498	800
Fusionado	300–2498	2199

nm = nanómetros. Pasos del simulador de 0,5 y 2 nm. La fusión interpola a 1 nm y promedia ambas señales por igual en la banda común.

Integrales simuladas

746,2 Global horizontal

625,3 Directa normal

Vatios por metro cuadrado. Regla del trapecio entre 300 y 2498 nm.

Estimación de irradiancia difusa

$$\mathrm{DHI} = \max(0,\ \mathrm{GHI} - \mathrm{DNI}\cos\theta_z)$$

DHI = irradiancia difusa horizontal estimada.
GHI = irradiancia global horizontal.
DNI = irradiancia normal directa.
θ_z = ángulo cenital solar.
La relación de cierre [4] usa la misma banda, instante y geometría solar. Si $\cos\theta_z > 0{,}01$, el software calcula la DHI y lleva a cero los valores negativos.

Análisis de resultados

La atenuación del perfil directo explica su menor irradiancia integrada en esta corrida. Las depresiones de las curvas corresponden a bandas de absorción del modelo [5].

Conclusiones

La prueba funcional generó dos espectros de 2199 muestras a partir de cuatro perfiles sintéticos. La malla común permitió integrar los grupos global y directo sobre el mismo intervalo de longitudes de onda.

Referencias

[1] EKO Instruments. Manual MS-711/MS-712, versión 2.
[2] EKO Instruments. Manual MS-713, versión 5, 2019.
[3] Cockburn, A. *Hexagonal (Ports & Adapters) Architecture*, 2005.
[4] Sengupta et al. *Best Practices Handbook for the Collection and Use of Solar Resource Data*, 4.ª ed., 2024. NREL/TP-5D00-88300.
[5] Huamani Cadillo, F. J. Código del prototipo SCADA (simulador y procesamiento espectral).

Agradecimientos

Dr. Juan Ernesto Palo Tejada, asesor del proyecto.