

SIMULADOR SOLAR PARA CARACTERIZACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS.

Bernardo Gottlieb^{*}, Miriam Cutrera^Ψ, Mario Battioni^{*}, Román Buitrago^{*Ψ},
Raúl Crisalle^{*}, Roberto Koropecki^{*Ψ} y Roberto Arce^{*Ψ}.

INTEC
Güemes 3450 - (3000) Santa Fe
Fax: 54 42 55 0944- Tel: 54 42 55 9190
email: rbuitre@intec.unl.edu.ar

SOLARTEC S.A.
México 2145 - (1640) Martínez - Bs.As.
Fax:54 01 733-0808/3381 - Tel: 54 01 733-4040

RESUMEN

Se realizó el diseño y construcción de un simulador solar estacionario para evaluación de las características de módulos fotovoltaicos de áreas iguales a 1,2 m² o menores. Se procedió luego a su calibración y puesta a punto con el objetivo principal de obtener las curvas I-V de paneles fotovoltaicos a la salida de la línea de producción en fábrica, como parte de las rutinas de control de calidad de los mismos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del Simulador M-003 surgió de la necesidad de la empresa productora de paneles fotovoltaicos SOLARTEC S.A., de contar con un sistema de prueba de módulos, independiente de las condiciones climáticas, que permita tener control sobre las variables del test. Principalmente se requiere iluminación uniforme y composición espectral similar a la solar sobre un área que abarque a todos los paneles comerciales disponibles en el mercado.

Si bien en el mercado internacional existe este tipo de simuladores solares, se planteó el proyecto debido al elevado costo de los equipos ofrecidos.

Se adoptó el modo de simulador estacionario, frente a la alternativa de simulador flash, por dos motivos:
1- El método flash requiere mayores exigencias técnicas y económicas sobre el sistema de adquisición de datos.
2- La empresa solicitante ya disponía de un sistema de adquisición de datos homologado para condiciones de iluminación natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO

La estructura del simulador es desmontable y está armada con perfiles tubulares de hierro que soportan cuatro espejos laterales planos y cuatro espejos superiores parabólicos construidos en acero inoxidable pulido altamente reflectivo. En su parte superior va montada una campana con extractor para la evacuación del aire caliente del interior del simulador.

Luego de numerosos ensayos, contemplando diferentes alternativas en lo que se refiere a la selección de los tipos de lámparas y potencias disponibles, se adoptó como fuente de iluminación un conjunto de 8 lámparas de halogenuros metálicos (Tungsram HGMI 1000W/D1 E40 de alto rendimiento) de un 1 kW cada una, montadas de a pares y en oposición a lo largo del eje focal de los espejos parabólicos. Las lámparas seleccionadas tienen una temperatura color de 6000 °K y son las que mejor reproducen el espectro solar entre las alternativas disponibles en el mercado.

El diseño de espejo parabólico se adoptó a partir de los ensayos realizados con diferentes geometrías.

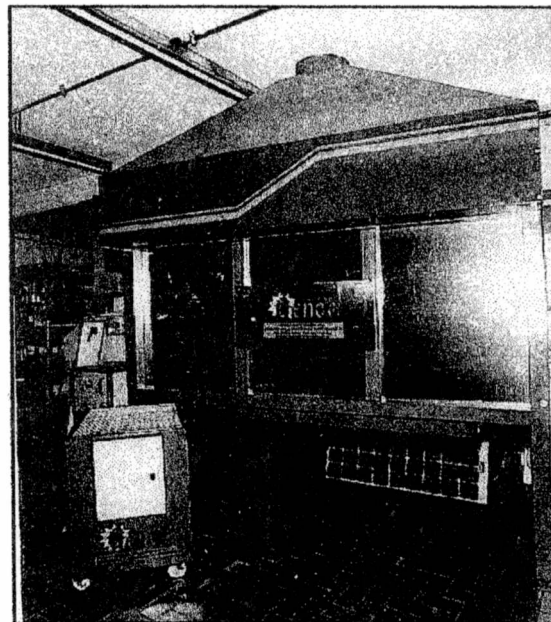


Figura 1: Vista lateral del simulador M-003

^Ψ Universidad Nacional del Litoral
^{*} INTEC (CONICET -UNL)

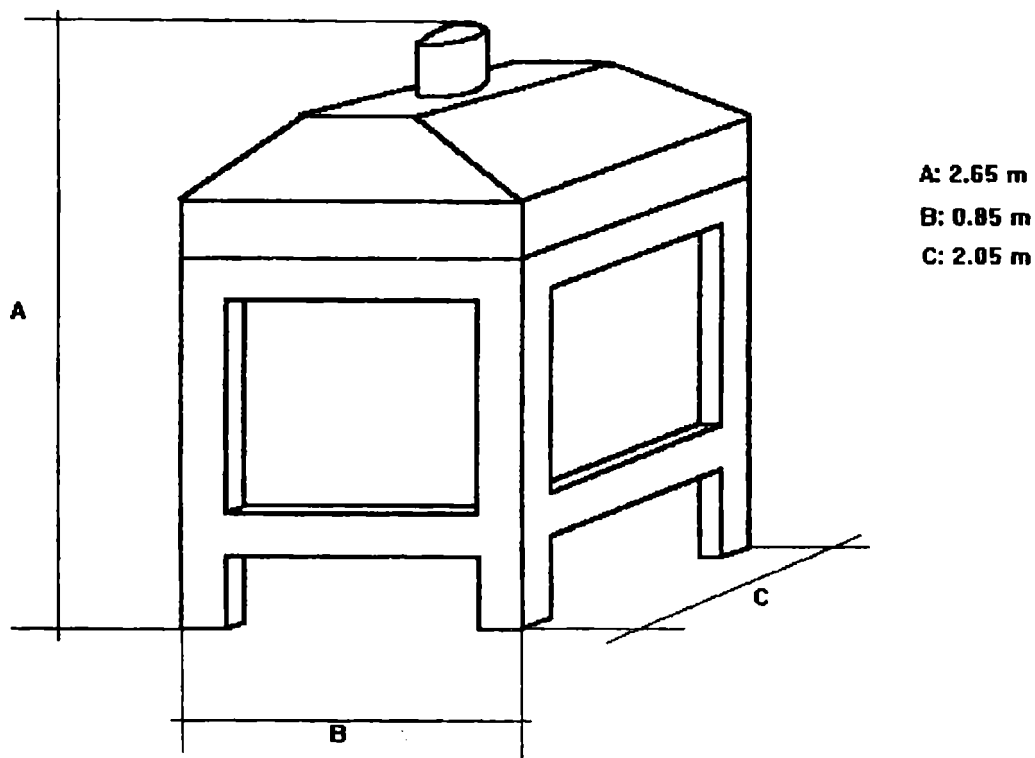


Figura 4: Dimensiones de la estructura principal del Simulador Solar

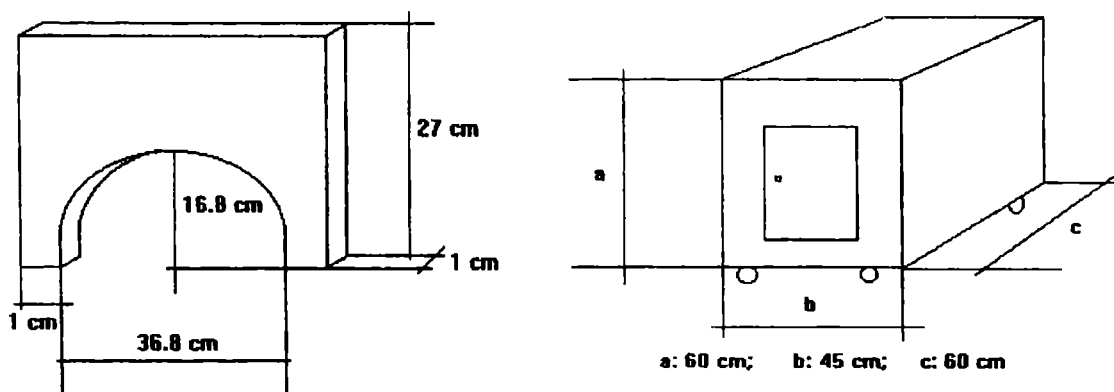


Figura 5: Detalles de soporte del espejo parabólico y banco de balastos.

CALIBRACIÓN

Para lograr el objetivo de obtener una radiación de 1000 W/m^2 de radiación uniforme en un área de $1,2 \text{ m}^2$ a una distancia de un metro de la fuente de iluminación, se comenzó por la caracterización de la distribución de la intensidad de iluminación de lámparas de distintos tipos y potencias. Mediante la simulación por computadora de distintas alternativas de disposición geométrica y distribución espacial, se concluyó en la necesidad de adoptar 8 lámparas montadas de a pares en cuatro espejos concentradores parabólicos. Posteriormente se procedió a optimizar la posición relativa de las lámparas y se estudió la mejor separación entre espejos.

La caracterización de la uniformidad de iluminación se realizó mediante el uso de una celda calibrada del mismo material de los paneles a medir. La celda proveyó la medida de la intensidad de iluminación en los diferentes puntos xy del plano de medición, y estos datos se adquirieron en una computadora tipo PC, en la cual se graficaron las correspondientes curvas de nivel, lo que permitió sistematizar las experiencias de calibración.

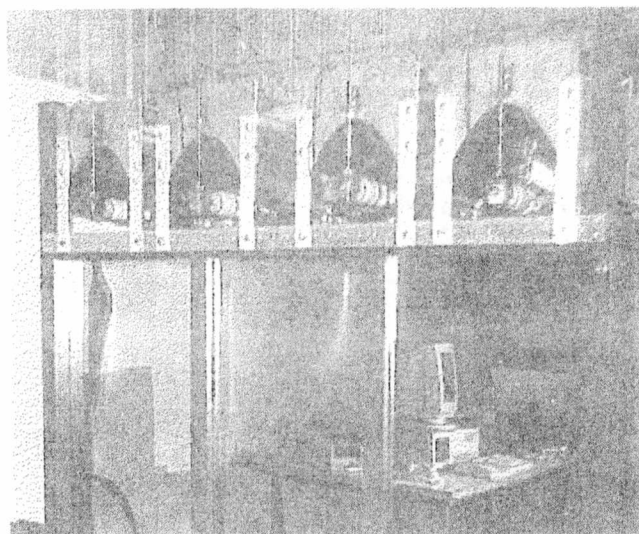


Figura 2: Montaje de los espejos parabólicos y las lámparas.

El soporte de las lámparas va montado sobre las estructuras de aluminio que dan forma y sostienen los espejos parabólicos; dicho soporte permite ajustar la posición de las lámparas, proveyendo suficientes grados de libertad para el ajuste de la uniformidad de la radiación en el plano de medición.

La ubicación del panel fotovoltaico para el ensayo se realiza mediante una bandeja deslizante que permite el posicionamiento fuera de la fuente de calor para no someter al módulo a temperaturas elevadas. El plano de medición se encuentra a un metro de distancia de la fuente luminosa, y es en ese plano donde se asegura una uniformidad de iluminación ajustable entre el 4% y 6%, de acuerdo con la exigencia de la Especificación 101, Segunda Edición, Capítulo 11.3 de la Comisión de Comunidades Europeas.

Para el montaje de los balastos requeridos (Wamco HQI 1000) por las lámparas, se adoptó una estructura móvil, independiente del cuerpo principal, que contiene también el tablero de comando con las correspondientes llaves térmicas y fusibles de protección.

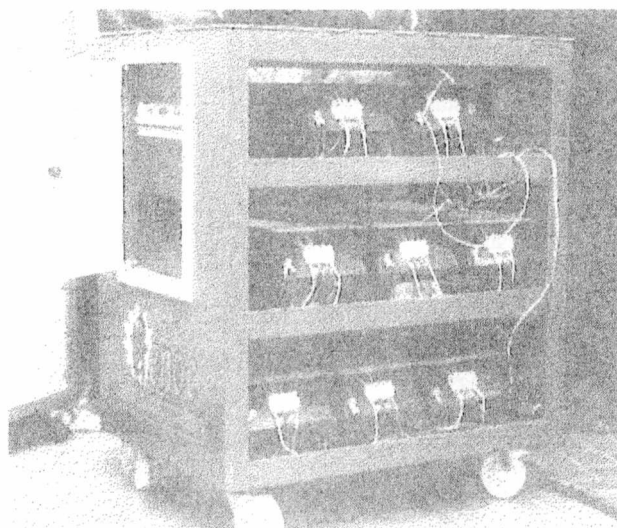


Figura 3: Banco de balastos y tablero de comando.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Alimentación eléctrica:

Trifásica/monofásica 380/220 V C.A. Consumo: 40 A

Tablero de comando:

9 llaves térmicas de 15 A y 9 fusibles para control y protección individual de las lámparas y del extractor

Fuente de iluminación:

8 Lámparas Tungram HgMi 1000 W/D1 E40 de alto rendimiento, con temperatura color de 6000 K .

8 balastos Wamco HQI 1000

Para poder determinar la velocidad de adquisición de cada curva I-V se analizó la influencia térmica en función del tiempo sobre los paneles sometidos a la radiación en el simulador, y se verificó que para tiempos de exposición inferiores a 2 minutos, la influencia de la temperatura está dentro de las normas y es compatible con el sistema de adquisición homologado disponible en la empresa.

Como paso final se procedió a la obtención de la curva I-V de un panel fotovoltaico verificándose la coincidencia de los resultados con los datos obtenidos bajo iluminación natural.

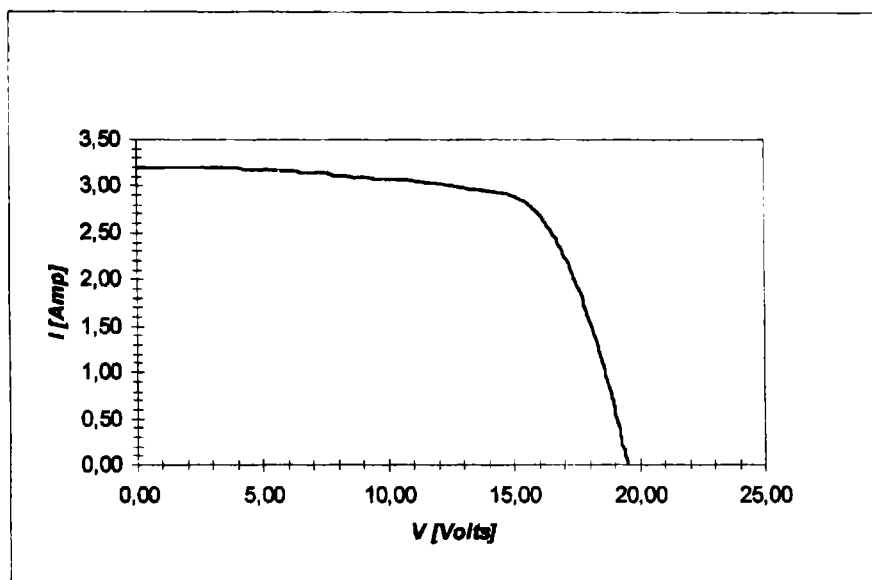


Figura 6: Curva I-V de una panel fotovoltaico obtenida con el simulador solar M-003.

CONCLUSIONES

Una vez ajustado en el laboratorio se procedió al traslado del M-003 a la planta industrial de Solartec en La Rioja, donde fue montado y recalibrado satisfactoriamente. El interés de Solartec en mejorar la calidad de sus productos y la capacidad técnica del INTEC permitió construir un simulador de estado estacionario con materiales existentes en el mercado, que responde a las especificaciones de las normas internacionales a un bajo costo.

REFERENCIAS:

-Comission of the European Communities - Energy
Standard Procedures for the Terrestrial Photovoltaic Performance Measurements
Specification Number 101 - Issue 2 - K. Krebs.
Joint Research Center ISPRA Establishment - Italy.

-Catálogos de lámparas de: Osram, Philips, Tungsram.