

SISTEMA DE MEDICIÓN ANGULAR DE LA RADIACIÓN SOLAR

R. D. Piacentini y G. D. Camussi

Grupo de Energía Solar, Instituto de Física Rosario (CONICET-Universidad Nacional de Rosario) y Observatorio Astronómico de Rosario, CC 606, (2000) Rosario.

Se presenta un sistema especialmente diseñado para medir las dependencias angulares en zenit y altura, de las radiaciones solares. Dos motores paso a paso de comando digital determinan, en pocos segundos, la orientación deseada. Así, los sensores de radiación permiten registrar datos en un gran número de posiciones, antes de que se produzca una modificación significativa de la ubicación del Sol en el cielo. El equipo está conectado a una computadora personal, que controla los movimientos, registra los datos y los procesa en tiempo real. Esto permite realizar verificaciones al instante y tomar decisiones sobre posibles nuevas mediciones que resulten de interés. En particular, se representa la salida gráfica del PC correspondiente a una simulación en laboratorio, de la intensidad angular solar ultravioleta.

I. INTRODUCCIÓN

Las mediciones de la radiación solar se realizan con un sensor, cuya superficie expuesta se ubica comúnmente en un plano horizontal (ver por ejemplo Ref. 1). De ser necesaria la información en otros planos (verticales o inclinados), se emplean fórmulas que transforman los resultados a la nueva situación². Sin embargo, la importancia de la componente difusa de la radiación solar, así como la posibilidad de discriminar la componente directa y principalmente sus variaciones con el estado y tipo de la superficie reflectora (agua, arena, nieve, césped, cemento, etc.), determinan la necesidad de realizar mediciones angulares detalladas. Por este motivo, se desarrolló un equipo que permite realizar estas mediciones. Además mediante su conexión con una computadora personal (eventualmente portable), se controlan los movimientos, se registran los datos y se los procesa en tiempo real.

II. DESCRIPCIÓN

El equipo (Figura 1) consta de dos recintos (para protección de intemperies), donde están ubicados dos motores paso a paso (PAP), con reductores sinfin-corona.

Estos motores brindan la posibilidad de controlar con precisión los movimientos y las posiciones de los sensores.

Cada paso equivale a 1.8° , ya que se realizan 200 pasos en una vuelta completa. Mediante un sistema sinfin-corona de 50 dientes, el paso queda reducido a $2.2'$, siendo este valor el límite inferior del error asociado a la medición angular. Sin embargo, debemos tener en cuenta otras fuentes de errores, tales como los espacios existentes entre los dien-

tes de la corona y los surcos del sinfín, la indeterminación en la ubicación de las coordenadas N/S y E/O, la horizontalidad de todo el sistema, etc. Podemos estimar, en consecuencia, que los resultados están dentro del grado, lo cual en 360° , es menos del 0.3%.

El conjunto está ubicado sobre una montura azimutal, la cual puede a su vez simular una ecuatorial, si se programan previamente los movimientos combinados de los ejes vertical (azimutal) y horizontal.

El equipo posee un módulo adquisidor de datos, el cual contiene un conversor analógico/digital simple de 8 bits, multiplexado en 2 canales de 4

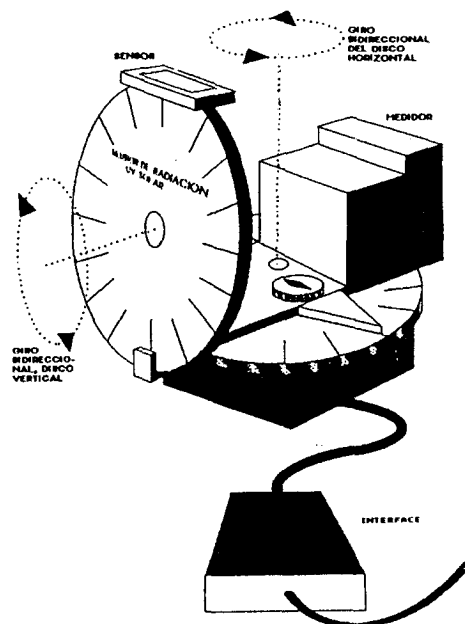


Figura 1: Esquema del equipo de medición angular de la radiación solar.

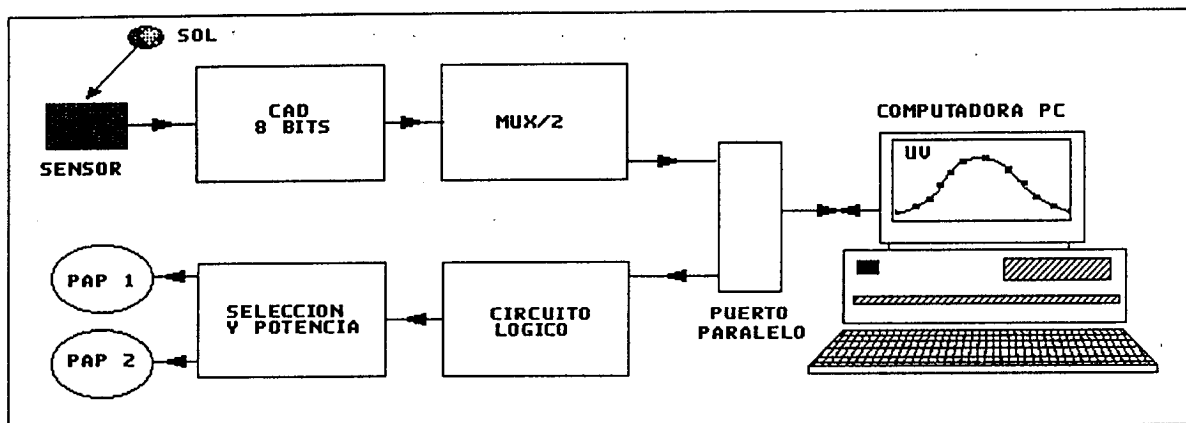


Fig.2: Circuito de control.

bits. Esto fue necesario, dado que el puerto paralelo de la computadora interconectada (tipo PC), sólo posee 4 bits de estado (entradas) y esta configuración es una de las más accesibles para cualquier usuario. Para señales que varían entre 0 y 0.5 V, tales como las que proveen sensores solares típicos, la precisión es del orden de 0.004 V. Para convertir señales menores o mayores, el dispositivo electrónico posee un preset de calibración de la precisión. Los sensores se ubican sobre el disco vertical pudiendo, en principio, girar 360° y registrar en todas las orientaciones posibles. Los datos transferidos a una computadora se procesan, registran y grafican en tiempo real. Esto permite tomar decisiones sobre la prosecución del experimento en la forma inicialmente programada o bien introducir modificaciones, las cuales suelen deberse a la variabilidad de la fuente (Sol).

El programa fue realizado en lenguaje de alto nivel (Qbasic), lo que permite un sencillo acceso al mismo. Ingresando día, hora y posición geográfica, los motores PAP posicionan automáticamente al sensor en la orientación elegida (N/S, E/O y plano solar). Reprogramando el sistema pueden efectuarse mediciones en cualquier plano vertical.

III. INTERFACE

La interface consta de un modulo de recepción, que contiene el transductor (sensor solar), el convertor A/D (CAD) y el multiplexor (MUX). De este último salen los datos listos para ser procesados por el PC. El segundo módulo contiene la "lógica cableada" y provee la potencia necesaria para el movimiento de los motores.

IV. PRUEBA DEL EQUIPO

Se realizaron pruebas preliminares con sensores de radiación y fuente artificial de iluminación, para determinar la respuesta del equipo. Se comprobó que el tiempo promedio de medición es de 11 segundos para un PC (IBM o compatible) modelo XT. Este tiempo se reduce aproximadamente a la mitad si se emplea un PC modelo AT286 (20 MHz). Este dato es de gran importancia, ya que el Sol recorre 1° cada 4 minutos en el firmamento y las mediciones pueden considerarse asociadas a una dada

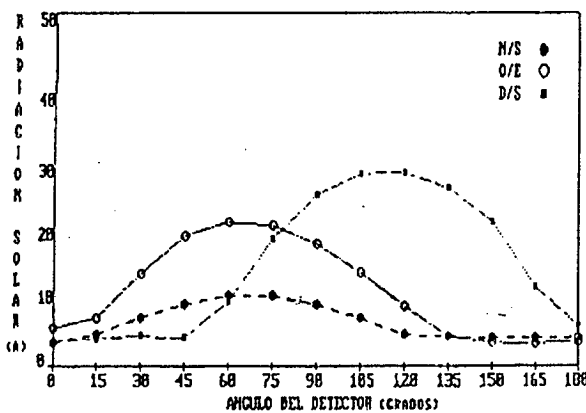


Figura. 3: Salida gráfica del PC correspondiente a mediciones simuladas en laboratorio, de radiación solar UV (orientaciones N/S, E/O y D/S: directa al Sol o plano solar).

"hora o posición angular", si se realizan en un entorno de unos $\pm 10'$ alrededor de dicha posición.

Dado que para obtener una curva con suficiente detalle para cada orientación, es necesario medir entre 0° y 180° , a saltos de a 15° (es decir hay que efectuar 13 mediciones) y que además deberían registrarse valores para al menos 3 orientaciones (N/S, O/E y en el plano solar), se tendrá un tiempo total de (5 s/med).(13 med).(3 orientaciones) = 195 s, para AT, que es bastante menor al límite superior aconsejado.

Con el objeto de comprobar el funcionamiento del equipo se efectuaron mediciones en condiciones simuladas de radiación solar UV (Fig.3), tales como las registradas por Piacentini³ en sus investigaciones de la radiación solar UV efectuadas con el mismo medidor, en forma manual en días de cielo claro y para distintas orientaciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Fundación Pablo Cassará por el apoyo brindado al presente proyecto y a José Pomar y Pablo J. García por la eficiente asistencia técnica.

REFERENCIAS

1. H. Grossi Gallegos, G. Atienza G. y M.García. *Actas del II Congreso Interamericano de Meteorología y V Congreso Argentino de Meteorología*, Buenos Aires, Argentina (1987).
2. F. Kreith y J. F. Kreider "Principles of Solar Engineering" McGraw-Hill Book Co (1978).
3. R. D. Piacentini. *Actualizaciones Terapéuticas Dermatológicas* (Revista del Colegio Ibero-Latinoamericano de Dermatología) 16, 111-123 (1993).