

DISEÑO DE UN SEGUIDOR SOLAR DE DOS EJES PARAMETRIZADO POR PC

F. Grassi¹, G.M Salum^{1,2} y J.C. Ansaldi¹

¹Grupo de Investigación Sobre Automatización (GISA), Regional Concepción del Uruguay,
Universidad Tecnológica Nacional, e-mail: franciscoegrassi@gmail.com

²Área de Física de la Atmósfera y Radiación Solar, Instituto de Física Rosario,
CCT-Rosario, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

RESUMEN: A través de este trabajo se presenta la segunda parte del desarrollo de un seguidor solar de dos ejes, ahora parametrizable por medio de una conexión serial a una PC. Se dan a conocer todas sus partes y la forma en la que trabajan. El sistema propuesto es de bajo costo, utiliza componentes de reciclado y permite aumentar el rendimiento de los paneles fotovoltaicos de manera significativa.

Palabras clave: seguidor, rendimiento, celdas fotovoltaicas, microcontrolador, conexión serial, software

INTRODUCCIÓN

Los seguidores solares más básicos que se encuentran en la bibliografía utilizan sensores que detectan la posición del sol (fotorresistencias) con cuya señal se maneja uno o dos motores para seguir el movimiento del Sol (Hoyos y colab, 2008 y Di Lalla N, 1999). Otros, incorporan inteligencia artificial, como es la lógica difusa (Hoyos y colab, 2005). Existen algunos desarrollos que utilizan microcontroladores (Duarte y colab, 2010).

En la Regional Concepción del Uruguay (UTN), en el año 2010 se había comenzado a desarrollar un seguidor solar de dos ejes cuyo propósito era aumentar el rendimiento de celdas fotovoltaicas (Grassi et al, 2010). Este desarrollo no usa sensores para posicionar los paneles sino que incorpora programación de la ecuación solar en un microcontrolador tipo PIC. Ahora a este prototipo se le anexará una etapa para la conexión del sistema microcontrolado con la PC logrando de esta manera una mayor flexibilidad en su instalación al permitir seleccionar las coordenadas geográficas de un listado previamente incluido en el software. Además este nuevo proyecto incorporará la re-utilización de desechos tecnológicos (por ejemplo, motores de impresoras) para reducir costos y reciclar materiales. Actualmente existen varios diseños parecidos, tal como el que corresponde a la patente (Miller et al., 2012).

DISEÑO GENERAL

El nuevo prototipo de seguidor solar está ahora constituido por cuatro etapas principales: sistema electrónico, sistema electromecánico, software del microcontrolador y software de la PC.

A su vez, la etapa electromecánica está compuesta por: una estructura de hierro para soporte de la tecnología solar que se quiere utilizar (en este caso celdas solares), el sistema de reducción de la transmisión y los dos motores de potencia. Estos últimos serán controlados con una retroalimentación mediante un encoder angular (cuya función es detectar el desplazamiento angular de un eje) para eliminar futuros errores posibles y así tener una mayor exactitud en el movimiento.

La placa electrónica es un gran circuito compuesto por un microcontrolador (central o maestro), de tecnología PIC 16F877A, la que se le incluirá un software capaz de recibir datos desde una PC al momento de iniciar y luego direccionar el panel fotovoltaico de manera que se aproveche mejor la radiación solar incidente (en dirección lo más aproximada posible a la perpendicular de los rayos solares). El control electrónico de potencia fue explicado en un trabajo anterior (Grassi et al, 2010) como así también el sistema electrónico.

En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques de sistema general del proyecto (adaptada de la figura presentada en Grassi et al, 2010).

El software, que se encuentra dentro del microcontrolador, está desarrollado en un lenguaje de bajo nivel (como es el *assembler*) y consiste en las ecuaciones del movimiento relativo entre el Sol y la Tierra.

A continuación se presenta la ecuación utilizada para la programación del microcontrolador (Iqbal, 1983):

(1)

$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left(\frac{360}{365} (d_n + 284) \right)$$

$$\omega = -\operatorname{tg} \left(\phi \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\delta - \phi}{180} \right) \right)$$

(2)

donde: d_n es el día del año expresado en día juliano; ω es el ángulo horario en radianes; ϕ es la latitud en radianes y δ es la declinación solar. Debido a la complejidad de la ecuación anterior, la ecuación del ángulo horario debió linealizarse para su implementación en el microcontrolador, calculándose las constantes a través de un algoritmo implementado en software de PC.

El software en el microcontrolador recibe los datos de una PC, por medio del puerto serie (RS-232), al momento de ponerse en marcha, luego trabaja de forma independiente a la PC. El seguidor cuenta con un sistema capaz de seguir al Sol todos los días del año con un mínimo de error (aproximadamente $\pm 5\%$) y también tiene incorporado un sistema actuador de lavado del panel fotovoltaico para mantener su rendimiento independiente de la suciedad que pudiera depositarse sobre él.

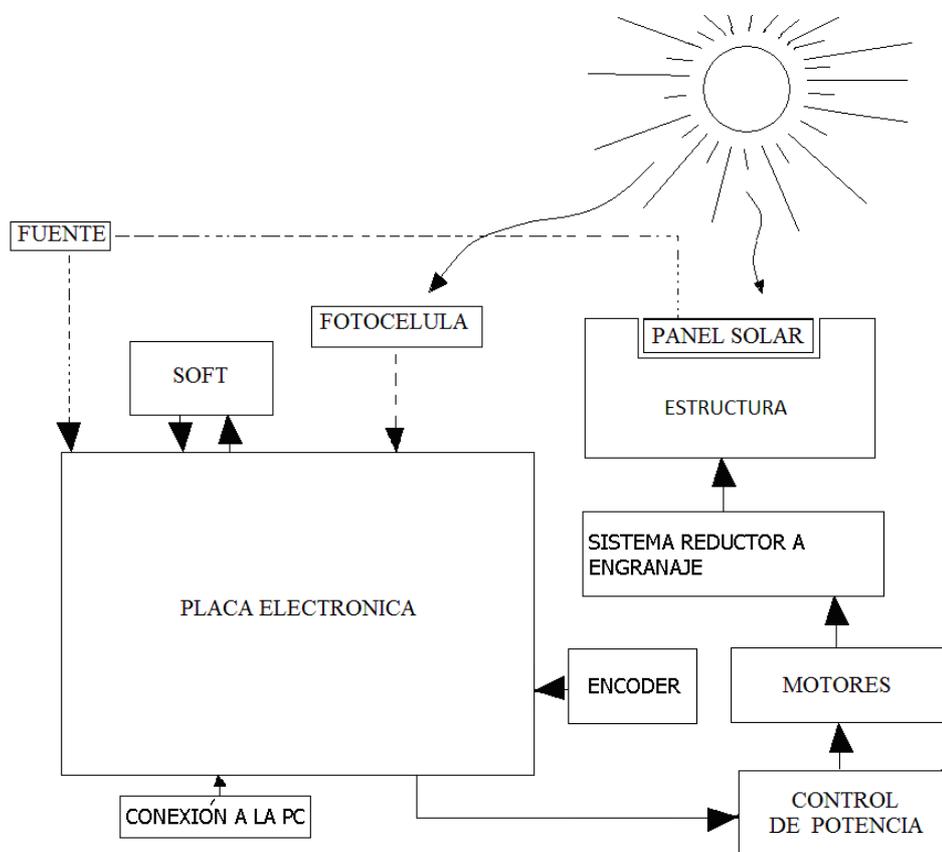


Figura 1: Esquema de las partes constitutivas del sistema completo (adaptado de Grassi et al, 2010).

A grandes rasgos se puede apreciar el funcionamiento del mismo a través del diagrama de flujo de la figura 2.

En la misma puede verse que el software consta de una rutina de recepción de datos desde la PC, una rutina encargada de verificar el sistema mecánico y realizar el cálculo del tiempo que le lleva a los motores realizar todo en movimiento, una rutina en la cual a través de la fecha carga los datos correspondientes al día y por último una rutina que actualiza la posición del sistema cada 15 minutos.

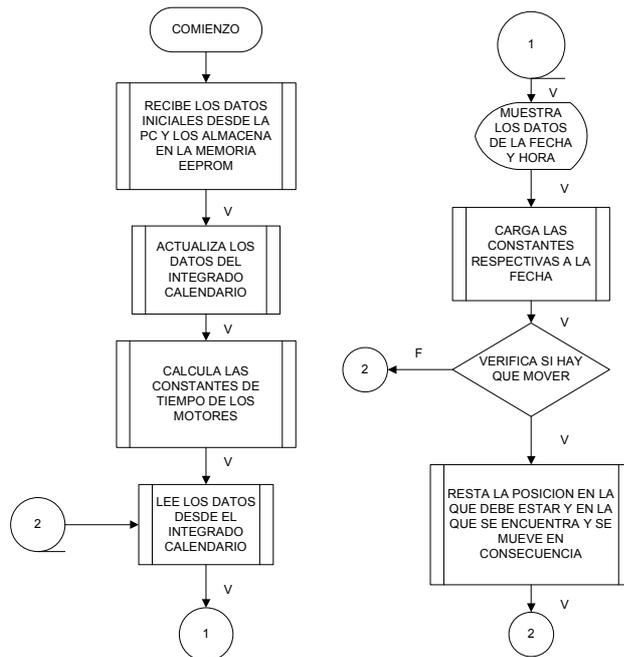


Figura 2. Diagrama de flujo del software del microcontrolador.

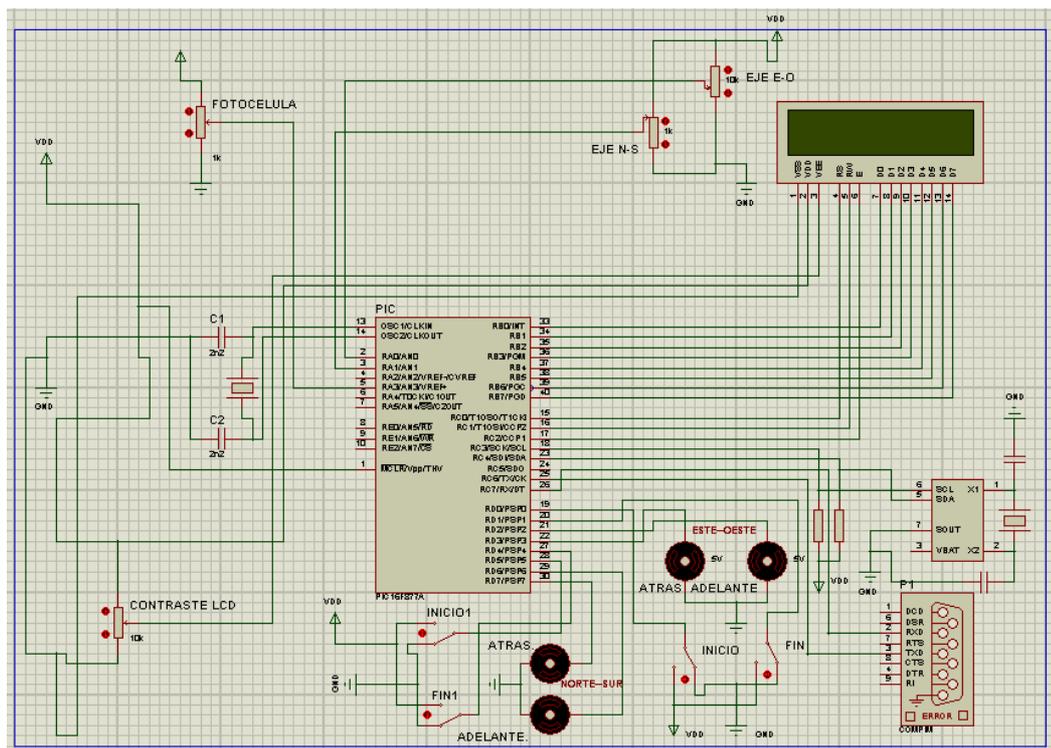


Figura 3. Simulación del circuito del microcontrolador en Proteus.

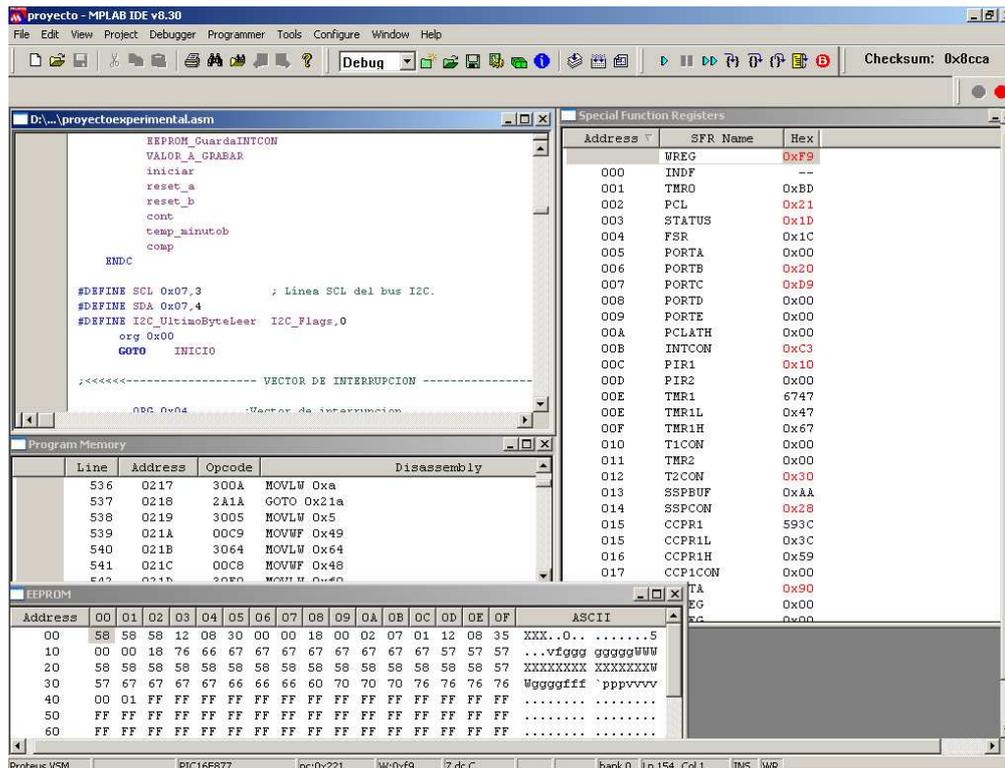


Figura 4. Simulación del software del microcontrolador en MPLAB.

Recientemente el software del microcontrolador fue testeado en un programa de simulación (Proteus®) de donde se obtuvieron resultados satisfactorios. En la figura 3 se puede ver una imagen del circuito utilizado en dicha simulación y en la figura 4 se visualiza los registros del microcontrolador a través del programa MPLAB.

SOFTWARE DE INTERFAZ CON LA PC

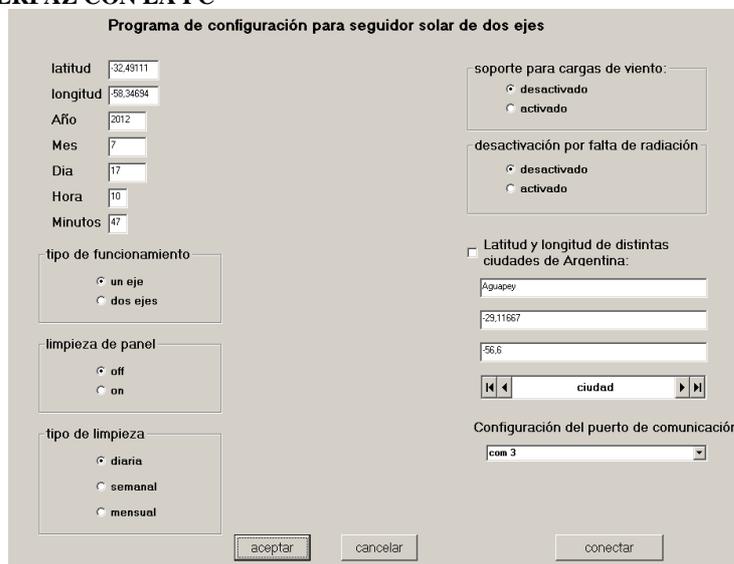


Figura 5. Imagen de la pantalla del software de interfaz de la PC.

En la figura 5 se muestra la pantalla del software de interfaz con la PC desarrollado para nuestro sistema. En la misma se muestra la carga de los datos de la fecha que son obtenidos desde la PC y permite también que el usuario realice la configuración con respecto al movimiento de uno o dos ejes, la limpieza del panel y a la posibilidad de actuar contra cargas de viento.

Así mismo posee una base de datos de las principales localidades argentinas para posibilitar al usuario buscar la latitud y longitud acorde al lugar de instalación del panel.

CONCLUSIONES

Hasta el momento se implementaron las etapas mencionadas y restan desarrollar dos mejoras. La primera consiste en la instalación de una cámara fotográfica que permitirá capturar imágenes del Sol para verificar el correcto posicionamiento debido a fallas mecánicas. En caso de una anomalía en el sistema se prevé que envíe un alerta al usuario. Esta etapa utilizará teléfonos inteligentes desechados por obsolescencia.

La otra mejora es incorporar un soporte para el caso de tormentas para que el sistema ubique los paneles para que reciban la menor carga de viento posible así la estructura no recibe tantos esfuerzos.

REFERENCIAS

- Di Lalla N (1999). Avances en el diseño y elaboración de un concentrador parabólico con seguidor solar. AVERMA, 3.
- Duarte F, Dinis Gaspar P y Carrilho Gonçalves L. (2010). Two axis solar tracker based on solar maps, controlled by a low-power microcontroller. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10), Granada (España).
- Grassi F, Busquet J y Salum GM (2010). Seguidor solar de dos ejes para celdas fotovoltaicas, AVERMA 14, 4.21-4.24.
- Hoyos D, Bárcena H, Echazú R, Cadena C y Farfán R. (2005). Control inteligente de seguidor solar utilizando la técnica de lógica difusa o borrosa. AVERMA, 9, 8.97-8.102
- Hoyos D, Gea M, Cadena C y Echazú R (2008). Diseño y construcción de seguidores solares. Análisis y comparación. AVERMA 12, 8.71-8.77
- Iqbal M (1983). An Introduction to Solar Radiation – Academic Press

ABSTRACT

Through this paper, it presents a second part of the development of two-axis solar tracker, now with serial connection to a PC. It shows all its parts and how they work. The system is of low cost, uses recycled components and allows increase the performance PV panels significantly.

Keywords: tracker, efficiency, PV panels, microcontrolador, serial connection, software.