

DISEÑO DE UN SEGUIDOR SOLAR DE DOS EJES PARA CELDAS FOTOVOLTAICAS.

F. Grassi, J. Busquet y G.M. Salum
Grupo de Investigación Sobre Automatización (GISA)
Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional
e-mail: gmsalum@hotmail.com

RESUMEN: En este trabajo se presenta el desarrollo de un seguidor solar de dos ejes para aplicaciones solares, tales como celdas fotovoltaicas. Se detallan sus componentes, así como el funcionamiento de cada uno de ellos. El sistema ha demostrado un rendimiento satisfactorio, lo que permite una mayor absorción de los rayos solares.

Palabras clave: seguidor solar, PIC, electromecánico, programación, renovable.

INTRODUCCIÓN

La utilización de un seguidor solar se justifica en el aumento de captación solar que implica utilizarlo, y el consecuente incremento de la potencia de salida.

Los seguidores solares para aplicaciones fotovoltaicas pueden clasificarse, según la cantidad y orientación de los ejes de seguimiento, en: de montaje fijo, de un eje y de dos ejes. En el caso de los seguidores de un solo eje de movimiento el incremento anual en la potencia de salida es de aproximadamente un 30% mientras que en los de dos ejes de movimiento el incremento es 6% más que lo de simple eje (King, 2002).

Un seguidor de simple eje posee un único grado de libertad que actúa como un eje de rotación. Los seguidores con dos ejes poseen dos grados de libertad actuando como ejes de rotación. En general, estos ejes son perpendiculares entre sí.

Gay y colaboradores (1982) encontraron que para equiparar la cantidad de energía obtenida por un sistema de montaje fijo y uno con dos ejes de seguimiento, el primero debía incrementar en un 40% la cantidad de módulos fotovoltaicos.

En los sistemas de seguimiento solar mediante celdas fotovoltaicas, la radiación solar es un dato de entrada muy importante dado que requieren de esa medición para el correcto posicionamiento. En el presente desarrollo, no se requiere esa medición dado que el sistema posee las ecuaciones propias del posicionamiento del Sol relativo a la Tierra.

DISEÑO GENERAL

El seguidor solar diseñado consiste en tres grandes bloques: el electromecánico, el electrónico y el software principal, el cual contiene los pasos a seguir por el microcontrolador para posicionar correctamente al tracker (o seguidor).

La parte electromecánica está compuesta, en forma sencilla, en una estructura de hierro para soporte de la tecnología solar que se quiere utilizar (en este caso celdas solares), el sistema de engranajes encargado de desarrollar el movimiento gradual necesario, los motores de potencia, los cuales serán controlados con una retroalimentación mediante un sistema PID (proporcional-integral-derivativo) para eliminar el mayor error posible y así tener una mayor exactitud en el movimiento. A su vez, el sistema cuenta con un bloque encargado de manejar a los motores de potencia, denominado *control electrónico de potencia*.

La placa electrónica es un gran circuito compuesta de manera central por un microcontrolador de tecnología PIC (16F876A). Ésta se encarga de procesar las tareas contenidas en el software, comunicarse con el usuario, enviar los pulsos adecuados al sistema de *control de potencia*.

El software, que se encuentra dentro del microcontrolador, está desarrollado en assembler. Partiendo de las ecuaciones que modelizan el movimiento relativo del Sol y la Tierra (Iqbal, 1983), se implementó el cálculo de las posiciones que deben tener las celdas solares en cada momento del día y del año, considerando la ubicación del sistema (latitud y longitud). Además, contiene las acciones de comunicación con el usuario y con la parte electromecánica.

En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques de sistema general del presente proyecto. Las líneas punteadas implican etapas diseñadas pero no diseñadas ni implementadas a la fecha.

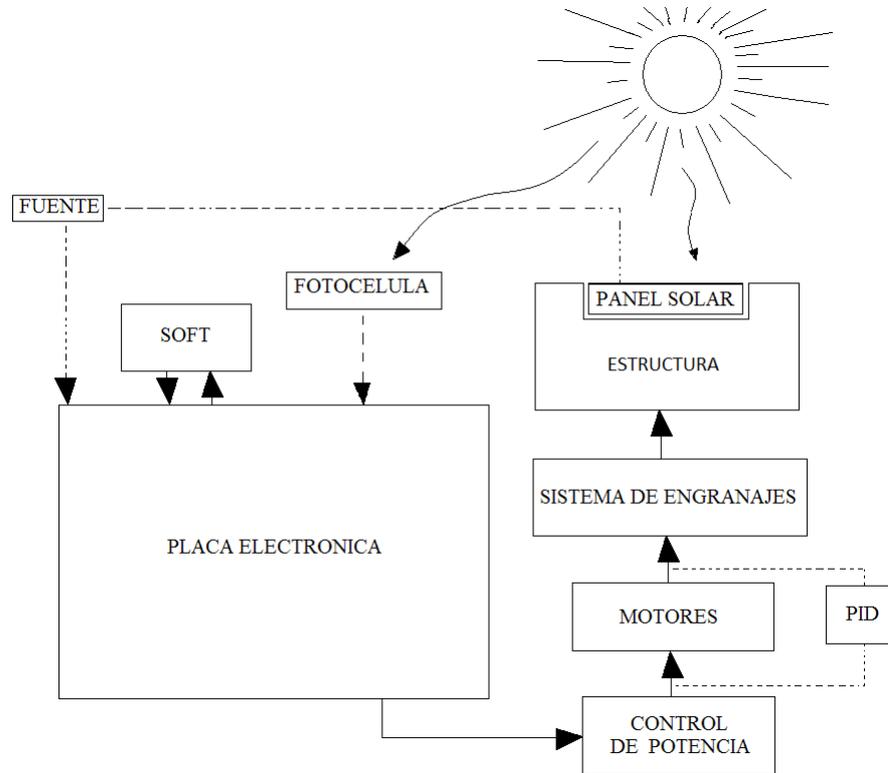


Figura 1: Esquema de las partes constitutivas del sistema completo.

Cabe agregar que el sistema se alimenta mediante una batería de 6 volts, 4 A/hora, recargable. Esto permite ubicar al sistema en zonas aisladas.

SISTEMA ELECTROMECHANICO

El control electrónico de potencia está compuesto por: un PIC secundario (16F627A), dos motores *paso a paso* y sus drivers (ULN2003). Los drivers son la etapa de potencia propiamente dicha, necesaria para manejar a los motores. Estos drivers siguen al PIC secundario, quien a su vez actúa bajo las directivas del PIC principal.

SISTEMA ELECTRONICO

El circuito electrónico (figura 2) consta esencialmente de los siguientes componentes:

- microcontrolador PIC principal (16F876A)
- microcontrolador PIC (16F627A)
- integrado calendario (DS1307)
- driver de potencia (integrado ULN2003)
- visor LCD(16x2)

En nuestro sistema, el PIC principal es el componente fundamental de la placa electrónica, ya que controla a todos los bloques de nuestro sistema. Cuando el sistema inicia, el software espera que el usuario que le ingrese los datos correspondientes para comenzar su rutina.

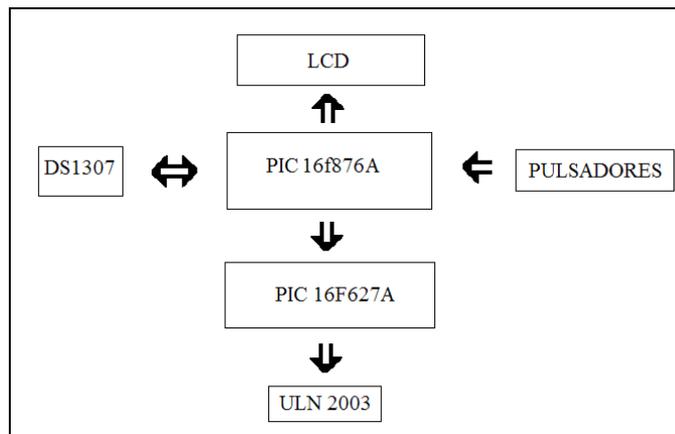


Figura 2: Esquema de los componentes constitutivos de la placa electrónica.

Estos datos se ven reflejados en la pantalla LCD y corresponden a la fecha y hora actuales, así como también la posición exacta en que se encuentra el tracker (para su posterior corrección). El usuario ingresa estos datos mediante pulsadores. Dado que el PIC no debe perder de vista el tiempo en que “vive”, un reloj calendario (DS1307) será el encargado de calcular exactamente la fecha y la hora.

SOFTWARE PRINCIPAL

En la figura 3 se muestran los bloques lógicos principales de nuestro software. El bloque *usr_leer_reloj* lee los datos del reloj calendario. Luego, el bloque *usr_ajustar_hora* consulta al usuario si desea modificar la hora que el PIC leyó del calendario, en caso contrario la muestra (bloque *usr_lcd_hora*).

El bloque *usr_julianos* se encarga de transformar el dato de la fecha en el día juliano correspondiente. El día juliano es la denominación de cada fecha del año (formato dd/mm) en un número entero consecutivo, tal que el 1º de enero es 1 y el 31 de diciembre es 365 (para un año no bisiesto).

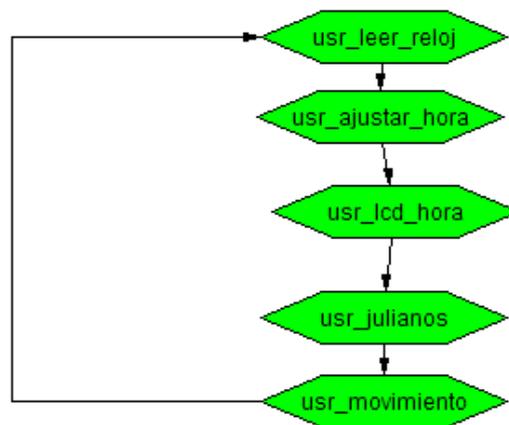


Figura 3: Esquema de los bloques lógicos del software.

El bloque *usr_movimiento*, una vez cargadas la fecha y la hora actuales, calcula la orientación del Sol respecto del lugar en que se encuentra nuestro tracker, previamente incorporados en la programación los datos de la latitud y longitud. Es decir, que éstos no podrán ser modificados por el usuario. Cabe señalar que la posición es calculada cada 15 minutos y corregida según sea necesario. Si la posición en la que se encuentra inicialmente el sistema es diferente a la correspondiente a ese instante, éste la corregirá.

Hasta el momento se implementaron las etapas mencionadas y restan desarrollar dos mejoras. La primera está relacionada con el agregado de una etapa de control mediante el sensado por celda fotovoltaica que evitaría que el sistema realice las tareas de posicionamiento si se trata de un día muy nublado. Esto no sólo permite el ahorro de energía sino también de que en caso de tormentas de granizo el sistema sea dañado.

La otra etapa consiste en implementar la alimentación del sistema desde el mismo panel solar, generando así un auto-abastecimiento y logrando un sistema completamente autónomo.

RESULTADOS PRELIMINARES

Para determinar el buen funcionamiento se realizaron ensayos técnicos de parte electrónica y de la programación. En el primer caso se agregaron LEDs al circuito para verificar si las salidas digitales eran las correctas. En el caso de la programación, se verificó que las posiciones angulares que adoptaban los motores coincidieran con las programadas y fueran correctamente informadas en el display LCD.

Por último se ensayó la alimentación individual, a través de una batería por un lapso de una semana, obteniendo excelentes respuestas.

CONCLUSIONES

Se diseñó un seguidor solar económico, preciso, de fácil instalación y versátil, para utilizar con cualquier tipo (colector solar, panel solar, etc) y tamaño de tecnología solar. Una vez iniciado y en funcionamiento, el sistema no requiere atención permanente.

Se implementaron completamente la etapa electrónica y el software principal y en gran parte la etapa electromecánica, obteniendo resultados satisfactorios.

AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros Jorge Antivero y Horacio López. A la Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional.

REFERENCIAS

Gay CF, Yerkes JW y Wilson JH, 1982. Performance advantages of two-axis tracking for large flat-plate photovoltaic energy systems – 16th Photovoltaic Specialists Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1368-1371

Iqbal M, 1983. An Introduction to Solar Radiation – Academic Press

King DL, Boyson WE y Kratochvil JA, 2002. Analysis of factors influencing the annual energy production of photovoltaic systems – 29th Photovoltaic Specialists Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1356-1361

ABSTRACT. This paper presents the development of a two-axis solar tracker for solar applications, such as photovoltaic cells. It details its constituent parts as well as the operation of each of them. The system has demonstrated satisfactory performance, allowing greater uptake of solar rays.

Keywords: solar tracker, PIC, electromechanic, programming, renewable.