

Seguidor electrónico del sol para
control de módulos solares con monitorización de posición
y datos

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades

Seguidor electrónico del sol para
control de módulos solares con monitorización de posición
y datos

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

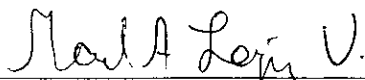
Trabajo de graduación presentado por
Alejandro Prera Estradé para optar al título de
licenciado en Ingeniería Electrónica
Guatemala 2002

Vo. Bo.



Asesor: Dr. Ing. Manuel Antonio López Valdez

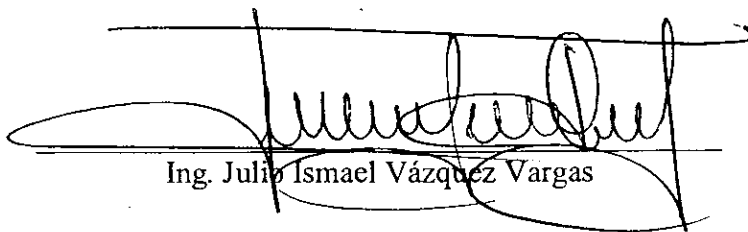
Tribunal:



Dr. Ing. Manuel Antonio López Valdez



Ing. Gonzalo Antonio Palarea Murga



Ing. Julio Ismael Vázquez Vargas

Fecha de Aprobación: 27 de junio del 2002

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	iv
LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICAS	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	7
III. MÉTODOS DE TRABAJO	8
IV. RESULTADOS OBTENIDOS.....	15
V. CONCLUSIONES.....	17
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	18
VII. APÉNDICES.....	19

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca en el desarrollo de un seguidor electrónico solar para la optimización del uso de celdas solares. Este sistema surge en la búsqueda del mayor uso de los recursos naturales, tal es como el agua, el viento y el Sol. En este caso, una de las formas de utilizar la energía solar es la transformación de energía solar a energía eléctrica a través de celdas solares.

La forma para lograr un mayor provecho a las celdas solares es consiguiendo que los rayos lumínicos provenientes del Sol incidan de forma perpendicular a la superficie de la celda. Si la plataforma donde se encuentran las celdas solares se posiciona de forma fija, entonces sólo se aprovecha de forma máxima durante un instante y se desaprovecha el resto del día. Ahora bien, si dicha plataforma se encuentra en cada momento alineada al Sol para que los rayos incidan de forma perpendicular, se estará aprovechando todo el día mientras haya Sol.

Para demostrar que un sistema seguidor del Sol es más eficiente que un sistema fijo, se elaboró un par de plataformas con un sistema de tubos donde circulaba agua. La diferencia entre las dos plataformas es que una de ellas tenía los movimientos necesarios para poder estar siguiendo al Sol. Por lo tanto, el agua que circula por el sistema fijo se calienta menos que el agua que circula por el sistema en movimiento.

Los movimientos se logran por medio de motores manejados por un microcontrolador que analiza el valor de cuatro pequeñas celdas solares inclinadas cada una hacia los cuatro puntos cardinales.

LISTA DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figuras y Gráficos	Página
1. Figura: Azimut y altura solar	3
2. Figura: Trayectoria solar en tres dimensiones	4
3. Figura: Mapa de la trayectoria solar en Guatemala	4
4. Figura: Inclinación solar durante el año en Guatemala	5
5. Figura: Transferencia de calor	6
6. Figura: Sistemas de tubos	8
7. Figura: Plataforma fija	9
8. Figura: Plataforma móvil	9
9. Figura: Motor <i>Stepper</i>	10
10. Figura: Rampas con celdas solares	10
11. Figura: Alineamiento hacia el Sol	11
12. Figura: Diagrama básico del circuito	12
13. Figura: Movimiento de la plataforma	12
14. Figura: Movimiento de la plataforma	13
15. Figura: Circuito con transistor de potencia	14
16. Gráfica: Altitud solar	15
17. Gráfica: Temperatura del agua	16

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de utilizar recursos alternos, y sobre todo recursos renovables o inagotables, se ha vuelto una búsqueda importante por encima de los recursos tradicionales en los últimos tiempos. Los recursos tradicionales, como los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), han sido desde hace mucho tiempo la energía más utilizada, aunque con grandes dificultades con respecto a su consumo, a su costo y, sobre todo, a la falta de protección al medio ambiente. Por eso mismo, la búsqueda de diferentes fuentes de energía se ha centrado en la conservación del ambiente y del ecosistema en sí.

Energía renovable se le llama a la que, administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente, ya que su cantidad disponible en la Tierra no disminuye a medida que se aprovecha. Las principales fuentes de energía renovable son el viento, el agua y el Sol.

El Sol envía a la Tierra únicamente energía radiante, que está compuesta por luz visible, radiación infrarroja y una pequeña porción de ultravioleta. Sin embargo, en la atmósfera se convierte en una variedad de efectos, algunos de los cuales tienen importancia como recurso energético.

Desde la antigüedad, la energía solar ha sido muy utilizada. Los egipcios descubrieron el efecto del vidrio, ahora llamado efecto invernadero, comprobando que un cuerpo expuesto al Sol en un recipiente de vidrio se calienta más que al aire libre. Hacia el año 100 d.C., Herón de Alejandría construyó un dispositivo para bombear agua con ayuda de la radiación solar. Arquímedes incendió una flota en el siglo III con ayuda de pequeños espejos planos agrupados de manera de formar grandes espejos cóncavos. En el siglo XIII, Lavoisier realizó el primer horno solar concentrando la energía con ayuda de una lente con líquido, obteniendo la temperatura de fusión del platino. En el siglo XIX y a principios del XX, importantes instalaciones fueron construidas con la finalidad de producir energía mecánica a partir de la energía solar por intermedio del aire caliente o del vapor de agua.

Principalmente, se puede aprovechar la radiación solar de tres maneras distintas:

- Directa: Una de las aplicaciones más comunes es el uso directo como, por ejemplo, la luz solar para la iluminación de recintos. Otra aplicación directa es el secado de ropa y algunos productos con procesos de tecnología simple.

- **Térmica:** Se denomina térmica a la energía solar cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún medio. Por ejemplo, encontramos aplicaciones térmicas en la climatización de viviendas, en la calefacción, la refrigeración y el secado.
- **Fotovoltaica:** Se llama fotovoltaica (*photo* = luz, *voltic* = electricidad) a la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin pasar por un efecto térmico.

También existen dos tipos de sistemas para el aprovechamiento de la energía solar con respecto de su captación:

- **Pasivos:** No se necesita ningún dispositivo para captar la energía solar, cuyo aprovechamiento se logra aplicando distintos elementos arquitectónicos
- **Activos:** Se capta la radiación solar por medio de un elemento de determinadas características, llamado Colector, según como sea el colector se puede llevar a cabo una conversión térmica a baja, mediana o alta temperatura, aprovechando el calor contenido en la radiación solar, o también puede ser una conversión eléctrica, aprovechando la energía luminosa de la radiación solar para generar directamente energía eléctrica, efecto llamado fotovoltaico.

Además para que el aprovechamiento sea óptimo, es necesario que los ángulos de incidencia sean de forma perpendicular al sistema. Usualmente los sistemas se colocan de forma fija con una inclinación igual a la latitud del lugar. Para lograr un sistema eficiente es necesario que siga la trayectoria solar en todo momento, no importando la hora del día o la época del año.

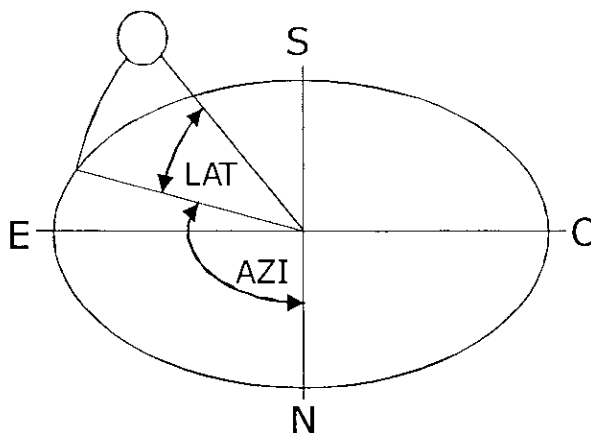
En cuanto a la trayectoria solar, se toma como convención que la Tierra se encuentra en estado estacionario en relación a un observador. Este observador se encuentra en algún lugar de la superficie y ve la Tierra a su alrededor como un plano circular de radio infinito limitado por el horizonte. Si además se considera al cielo como la mitad de una bóveda cubriendo totalmente el plano donde se está parado, entonces el Sol, durante el curso del día describirá su trayectoria a lo largo del arco de la circunferencia.

Al mediodía solar las líneas que describe el Sol en su recorrido por la bóveda celeste alcanzan su punto más alto. Además de este movimiento diario, el Sol tiene un segundo movimiento aparente, el cual sólo podría observarse si pudiera dejarse registrado día tras día, y se manifiesta como trayectorias paralelas cada día. La posición del Sol, para cualquier mes del año y hora del día, se define por dos ángulos: azimut del Sol y altura solar.

Azimet del Sol representa el ángulo horizontal de la proyección del Sol con respecto al norte terrestre. Este ángulo es siempre positivo en la dirección de las manecillas del reloj desde el norte y su rango es generalmente entre -180 y 180 grados.

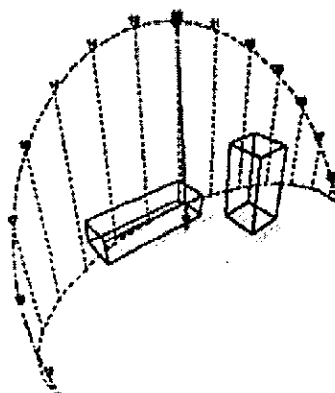
Altura solar representa el ángulo vertical entre el Sol y el plano horizontal. Este ángulo es dado entre un rango de 0 a 90 grados.

Figura 1 - Azimet y altura solar



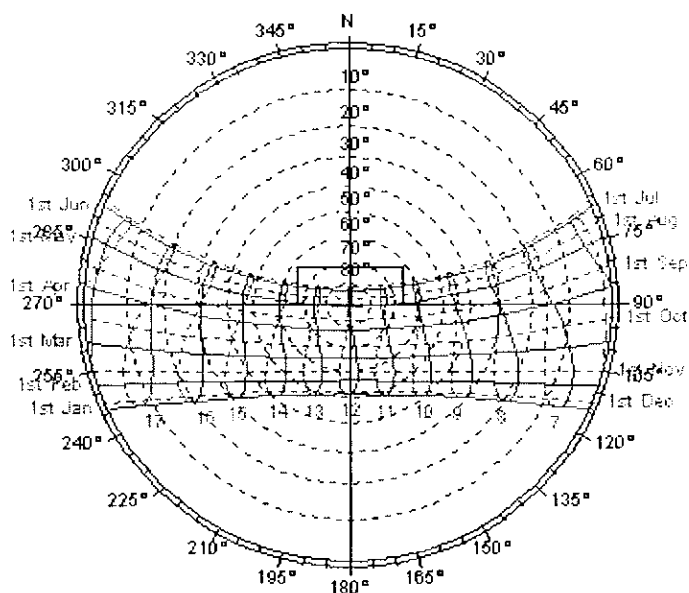
La posición del Sol en el cielo varía dependiendo de la hora del día de su inclinación (estaciones) durante el año. Esto se debe a la rotación de la Tierra sobre su propio eje y la órbita elíptica que hace la Tierra alrededor del Sol. La altura del Sol depende de la latitud del lugar en que se encuentre la observación con respecto a la línea del Ecuador.

Figura 2 – Trayectoria solar en tres dimensiones



La característica más importante de la posición del Sol es el cambio de las estaciones. Durante el verano en el hemisferio Norte, el Sol se eleva un poco al Norte del Este y se pone un poco al Norte del Oeste. En invierno, se eleva un poco al Sur del Este y se pone un poco al Sur del Oeste.

Figura 3 – Mapa de la trayectoria solar en Guatemala

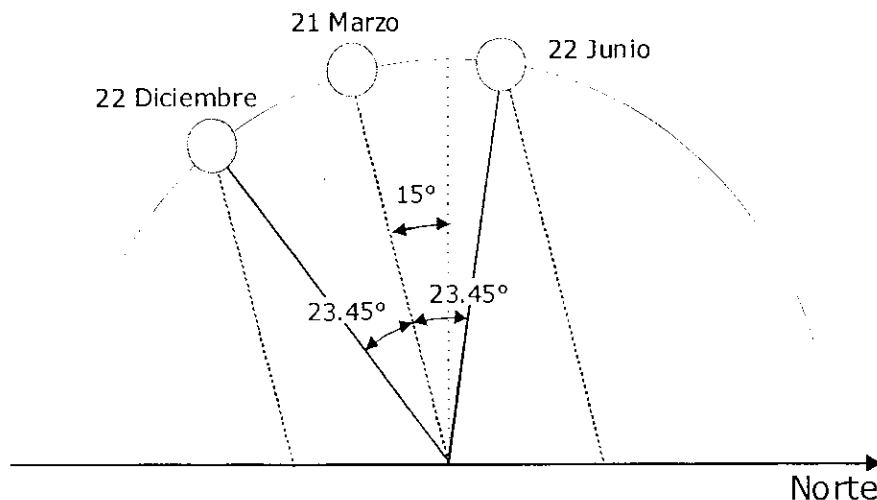


La altura del Sol al mediodía en el equinoccio es determinado por la latitud del lugar. Los puntos máximos se pueden calcular de la siguiente manera:

$$\text{Altura del Sol al mediodía del solsticio del verano} = 90^\circ - (|\text{latitud}| - 23.45^\circ)$$

$$\text{Altura del Sol al mediodía del solsticio del invierno} = 90^\circ - (|\text{latitud}| + 23.45^\circ)$$

Figura 4 – Inclinación solar durante el año en Guatemala



La posición de Guatemala es 15 grados latitud Norte y 91 grados longitud Oeste. Gracias a su posición, Guatemala cuenta con una gran ventaja para la utilización del Sol como una forma de energía alternativa. Al mediodía, la altura del Sol varía entre 51.55 y 98.45 grados. En promedio, el Sol se encuentra a la altura de 75 grados respecto al horizonte, solamente 15 grados de inclinación hacia el Sur de la vertical. Por ello, Guatemala se encuentra en una situación privilegiada para un eficiente aprovechamiento de la energía solar

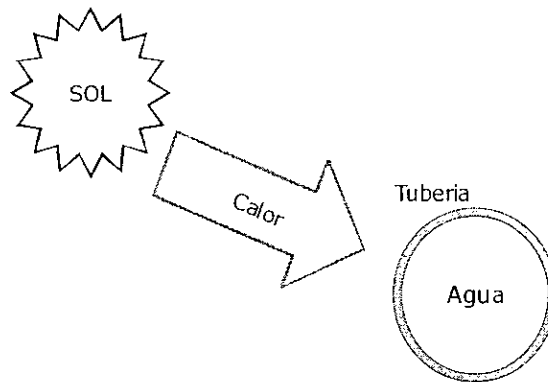
Las celdas solares, o celdas fotovoltaicas, convierten la luz solar directamente a electricidad. Las celdas fotovoltaicas están formadas por un material especial llamado semiconductor, como el silicio, que es actualmente el más usado.

Básicamente, cuando la luz solar golpea la celda una porción es absorbida por el material semiconductor. Eso significa que la energía de la luz absorbida es transferida al semiconductor, llenando los electrones perdidos permitiendo que fluyan libremente. Todas las celdas fotovoltaicas tienen uno o más campos eléctricos, los cuales actúan para forzar que los electrones liberados por la luz absorbida fluyan en cierta dirección. Este flujo de electrones es corriente y, por los contactos metálicos, se puede usar externamente. Esta corriente, junto con el voltaje de la celda que es un resultado del campo eléctrico interno, define el poder que produce la celda solar.

En un momento dado, con cierta intensidad luminica, la celda solar muestra un voltaje máximo si la luz incide en la superficie en forma perpendicular y disminuye en forma senoidal con respecto al ángulo de incidencia. El voltaje de la celda disminuye en caso de una reducción de intensidad solar, por ejemplo, en días nublados.

Con respecto a la propagación de calor, si un extremo de una barra metálica se coloca en una llama, se observará que, con el tiempo, el otro extremo de la barra se irá calentando cada vez más, aunque no se encuentre en contacto con la llama. La existencia de diferentes medios durante una transferencia de calor no evita que el calor se propague de material en material. Si se coloca un tubo de metal bajo el Sol, en el cual circula agua, el resultado será que el agua se caliente con el tiempo. En este proceso, el calor emitido por el Sol calentará el tubo, haciendo que este caliente su interior donde se encontrará el agua. Puesto que el agua está en circulación, poco a poco hará calentar la totalidad del agua en circulación.

Figura 5 – Transferencia de calor



II. OBJETIVOS

- A. Crear un sistema que siga la posición del Sol
 - 1. Utilizando una pirámide con celdas solares dirigidas hacia los cuatro puntos cardinales
 - 2. Utilizando un microcontrolador para analizar el valor de los dos pares opuestos de celdas solares

- B. Construir dos plataformas con un sistema de tubos para circular agua
 - 1. Una de las plataformas estará fija
 - 2. La otra plataforma se guiará hacia el Sol, utilizando el análisis del microcontrolador

- C. Medir la temperatura del agua de ambos sistemas (fijo y móvil)

- D. Enviar, por medio de una interfaz de comunicación serial entre el microcontrolador y la computadora personal (PC), los datos de las inclinaciones de la plataforma y los valores de las celdas solares

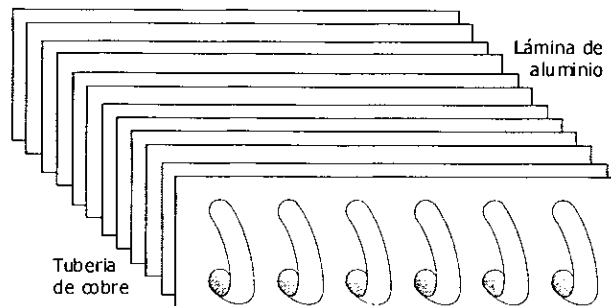
- E. Comprobar la eficiencia del sistema móvil con respecto al fijo
 - 1. Graficar ambas temperaturas sobre pequeños intervalos de cinco minutos durante todo el día

III. MÉTODOS DE TRABAJO

La metodología que se usó para conseguir que una plataforma esté constantemente guiada hacia el Sol consiste en utilizar un microcontrolador, para analizar cada una de las cuatro pequeñas celdas solares inclinadas a 45° con respecto a la plataforma, guiadas hacia cada uno de los puntos cardinales. Junto al análisis de las celdas solares, el microcontrolador hace girar la plataforma accionando los motores ubicados en la plataforma.

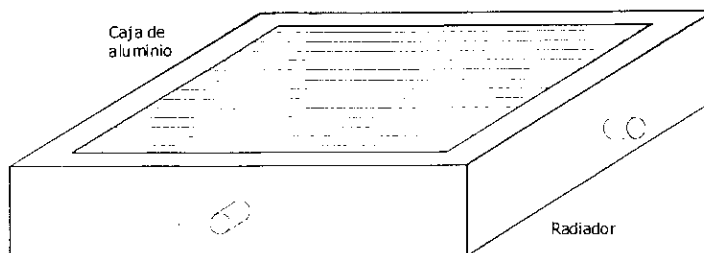
Se utilizaron dos plataformas, una fija y otra móvil, las cuales consistían en un sistema de tubos para la circulación del agua caliente, utilizándose un radiador adquirido en el mercado. El radiador, con medidas de 11" de ancho, 10" de largo y 3" de alto, fue fabricado con un sistema de diez y seis tubos de cobre de ¼" de diámetro con sus respectivos codos para las vueltas. Perpendicularmente a los tubos hay varias láminas delgadas de aluminio para obtener la mayor área de absorción del calor. En la entrada y salida del sistema de tubos se usó una manguera plástica del mismo diámetro que el tubo de cobre. El radiador se encuentra dentro de una caja de las mismas dimensiones fabricada de aluminio en los costados y el fondo, y de vidrio en la tapadera. Entre el radiador y la caja se relleno de "duroport" con la doble función de fijar el radiador dentro de la caja y de retener el calor en el radiador. El interior de la caja se pintó de negro para maximizar la retención del calor proveniente del Sol. Además, la tapadera de vidrio tiene la función de hacer el efecto invernadero dentro de la caja, logrando también retener la mayor cantidad de energía calorífica.

Figura 6 – Sistema de tubos



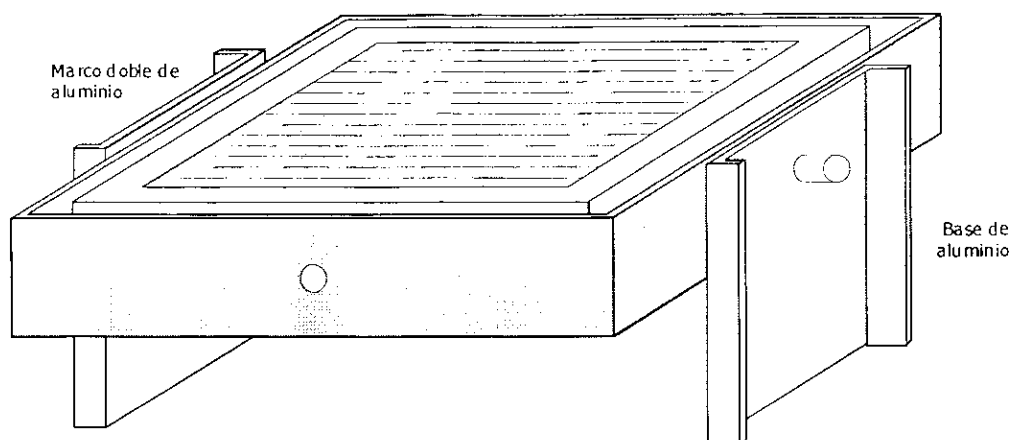
La plataforma fija se ubicó en la superficie para que el ángulo de incidencia varíe en el transcurso del día. Se usó la plataforma fija como referencia para poder determinar la diferencia de absorción de calor y eficiencias.

Figura 7 – Plataforma fija



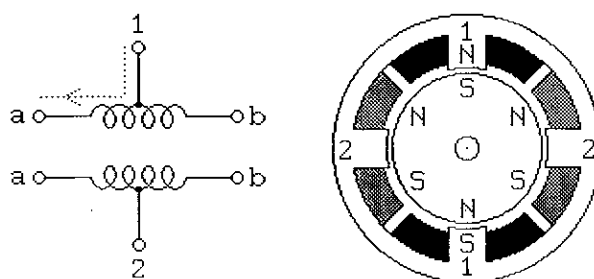
La plataforma móvil se construyó haciendo un marco doble para independizar los dos ángulos de inclinación. Se colocó sobre una base de madera, dos pares de aluminio para sostener el marco. Se logró que las dos inclinaciones (Este-Oeste y Norte-Sur) sean independientes haciendo, para el primer ángulo, unir en el mismo eje centrado de acción el radiador y el marco, y para el segundo ángulo, uniendo en el eje centrado, transversal al anterior, el marco y los pares.

Figura 8 – Plataforma móvil



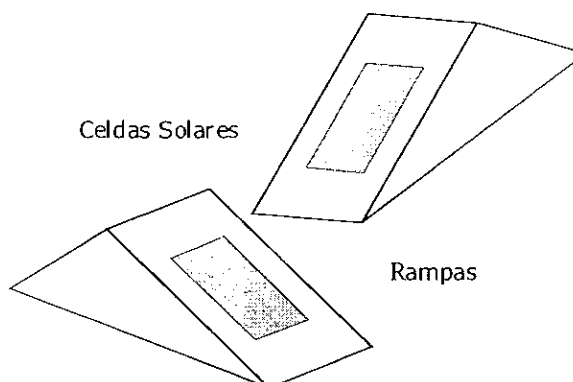
Para el movimiento de las inclinaciones de la plataforma se utilizaron motores tipo *Stepper*. Con este tipo de motores se puede controlar los pasos de inclinación, pero fue necesario colocar un punto de inicio para conocer su posición. Para ello, se colocaron dos sensores de contacto en uno de los puntos extremos de la inclinación, para cada una de las inclinaciones. Para hacer efectivo el movimiento, se usó un sistema de cuerdas en cada motor. Para la inclinación Este-Oeste, se usó una cuerda de acero amarrada a los extremos del marco doble. Aunque inicialmente se trató de usar una faja colocada en el eje de inclinación, se determinó que era mucho mayor el torque necesario para el movimiento. Para la segunda inclinación, Norte-Sur, se usó también una cuerda de acero amarrada en los extremos del radiador en el eje muerto de la inclinación.

Figura 9 – Motor Stepper



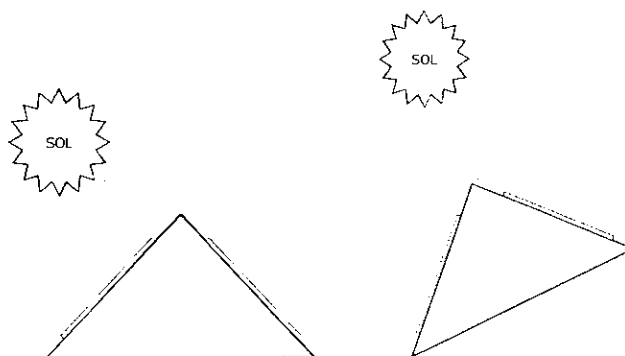
Para el análisis de la posición del Sol se utilizó el microcontrolador de MicroChip, *Peripheral Interface Controller* (PIC, Controlador Periférico de Interfaz), el cual ejecuta un set de instrucciones electrónicas predefinidas, para un uso específico, operando dispositivos desde los puertos de entrada y salida.

Figura 10 – Rampas con celdas solares



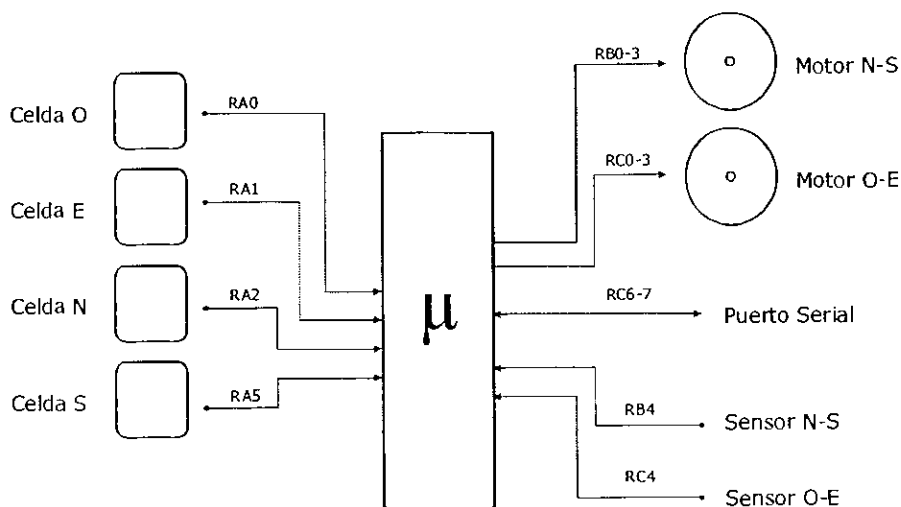
Sobre el plano de la plataforma se colocaron cuatro celdas solares inclinadas a 45° , cada celda sobre una rampa propia dirigida hacia cada uno de los puntos cardinales. Como el voltaje de la celda disminuye en forma senoidal con respecto al ángulo de incidencia de la luz solar, se puede encontrar la posición del Sol utilizando esta característica. Recurriendo al PIC para medir los voltajes de las celdas, con una conversión analógica digital de 8 bits y restando los voltajes de las celdas opuestas; es decir, la celda norte con la celda sur y la celda oeste con la celda este, se puede determinar hacia qué lado se encuentra el Sol. El microcontrolador hace inclinar la plataforma hasta que la resta de las celdas opuestas sea cero, ya que la luz solar incide en ambas celdas al mismo ángulo, por lo tanto tiene la misma diferencia potencial. En el caso de la puesta del Sol; es decir, cuando la intensidad lumínica disminuye, la potencia de las celdas solares baja. Por lo tanto en el punto en que la suma de ambos voltajes opuestos sea menor al 10% del voltaje máximo de una de las celdas, el PIC hace girar los motores hasta que la plataforma quede horizontal esperando que la luminosidad solar aumente para poder guiarse hacia el Sol nuevamente.

Figura 11 – Alineamiento hacia el Sol



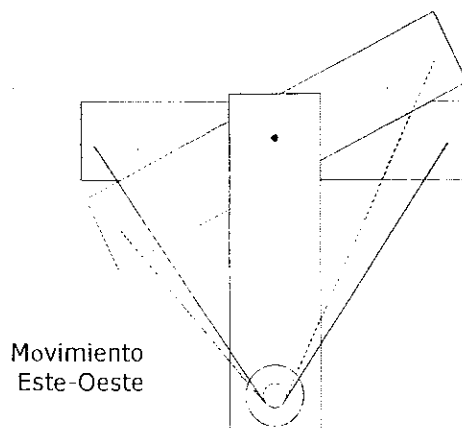
El microcontrolador, luego de hacer las inclinaciones de la plataforma para guiarla al Sol, envía datos importantes a la PC por medio de un puerto serial para hacer un análisis comparativo entre las plataformas, además de las inclinaciones de la plataforma móvil y los voltajes de las celdas solares. En la PC, un programa (elaborado en lenguaje VisualBasic de Microsoft) captura los datos enviados por el PIC, los muestra en pantalla en tiempo real y los guarda en una hoja de cálculo para luego poder ser graficados los datos.

Figura 12 – Diagrama básico del circuito



El PIC realiza estas tres rutinas principales: ubicar los motores, enviar los datos por serial y al finalizar el ciclo empieza una pausa de cinco minutos, haciendo que los datos sean lo más seguidos posible.

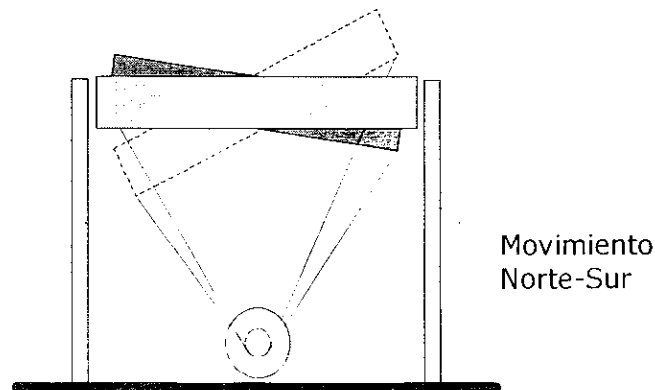
Figura 13 – Movimiento de la plataforma



Antes de empezar el ciclo de las rutinas, el PIC inicia configurando los puertos digitales de salida para los motores y de entrada para los sensores, los puertos analógicos para las celdas solares y el puerto serial para la comunicación con la PC. Luego del proceso de configuración, se procede a la rutina de centrar motores, el cual consiste en ubicar la plataforma a cero grados respecto al horizonte. La rutina de centrado de motores radica en mover los motores hacia el lado en que se encuentra el sensor, para determinar el extremo del ángulo de inclinación, luego regresa un número determinado de pasos, para dejar la plataforma en forma horizontal. Esta etapa se repite en el otro sentido.

La primera rutina del ciclo hace ubicar los motores dirigidos al Sol, empezando a analizar el sentido Este-Oeste y luego Norte-Sur. El primer paso que hace es convertir los voltajes de ambas celdas en información digital y en seguida verifica si la intensidad lumínica recibida del Sol es menor al 10% del valor máximo de la celda solar usada. Si es menor, los motores se regresan a la posición horizontal para esperar que aumente la intensidad lumínica. Si es mayor, pasa a analizar el resultado de la diferencia de los voltajes. En caso de que el resultado sea positivo significa que la plataforma se debe inclinar hacia la primera celda analizada, en caso de que el resultado sea negativo, se inclina hacia el lado contrario. La plataforma se inclina hasta que el resultado de la diferencia sea cero. Al llegar a ese punto, se analiza el otro sentido de inclinación de la misma manera.

Figura 14 – Movimiento de la plataforma

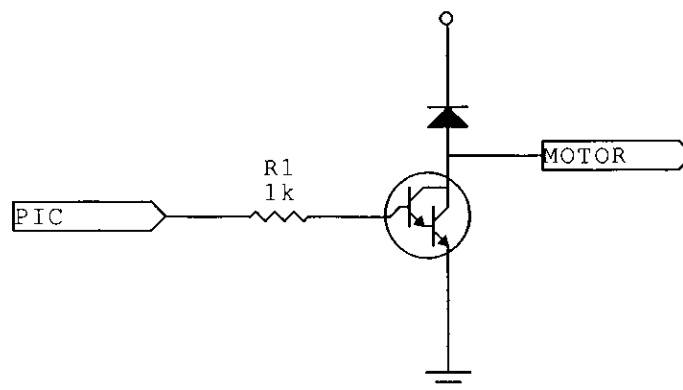


La segunda rutina consiste en enviar a través del puerto serial los datos más importantes para ser analizados desde una PC. La información se envía tal y como la almacena el microprocesador, cada dato es un byte (es decir, 8 bits de datos, por lo tanto el número varía entre 0 y 256). Los datos enviados son las posiciones de los dos motores y los valores de las cuatro celdas.

Al finalizar el ciclo, el PIC entra en una etapa de espera durante cinco minutos para que inmediatamente empiece el ciclo nuevamente.

Por parte de la PC, el programa recibe cada dato a la vez, mostrando los datos en pantalla y guardándolos en un archivo de valores separados por comas, con la información de la hora y fecha de cada medición. Con estos datos guardados, se hacen diferentes gráficas para la comparación de los sistemas.

Figura 15 – Circuito con transistor de potencia

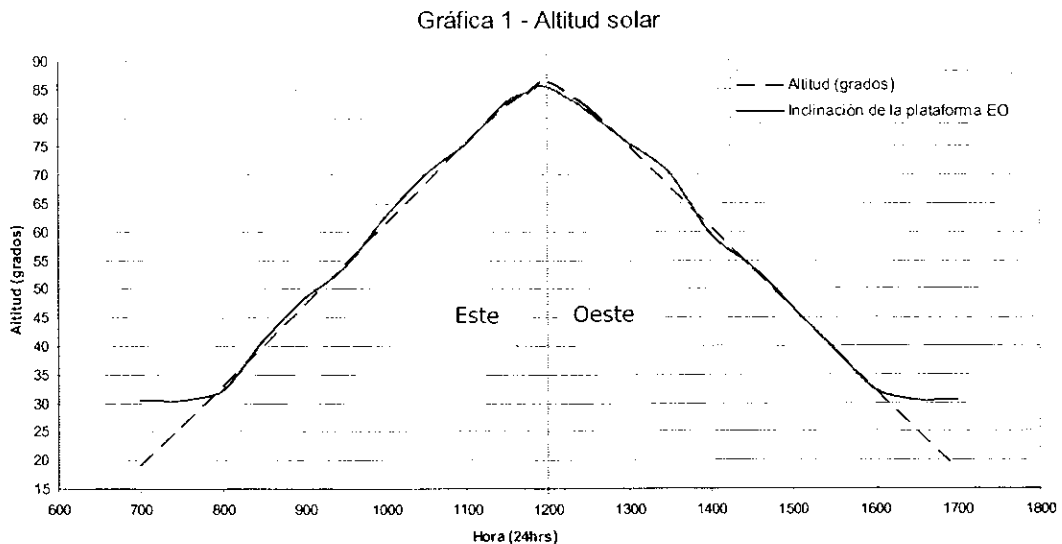


Para el movimiento de los motores *Stepper*, ya que consumen bastante potencia que el PIC no puede administrar, se usó para cada terminal del motor un transistor de potencia tipo Darlington. Estos tipos de motores stepper tienen cuatro terminales, las cuales para su movimiento, se deben energizar cada una a la vez, proceso el cual es realizado por el microcontrolador.

Por parte de la circulación del agua en el sistema de tubos de la plataforma se utilizó una bomba de agua para pecera, ya que no se necesitaba que el caudal fuese alto, solamente que circulara. En un recipiente externo se depositó una cantidad de agua suficiente para que la bomba se sumergiera y estuviera lleno el sistema.

IV. RESULTADOS OBTENIDOS

Los datos obtenidos de los análisis realizados por el PIC fueron determinantes para demostrar la eficiencia del sistema móvil sobre el sistema fijo. Estos datos fueron los valores de las celdas, las dos posiciones de la plataforma, con respecto a los movimientos Norte-Sur y Este-Oeste, y las temperaturas de los sistemas móvil y fijo.



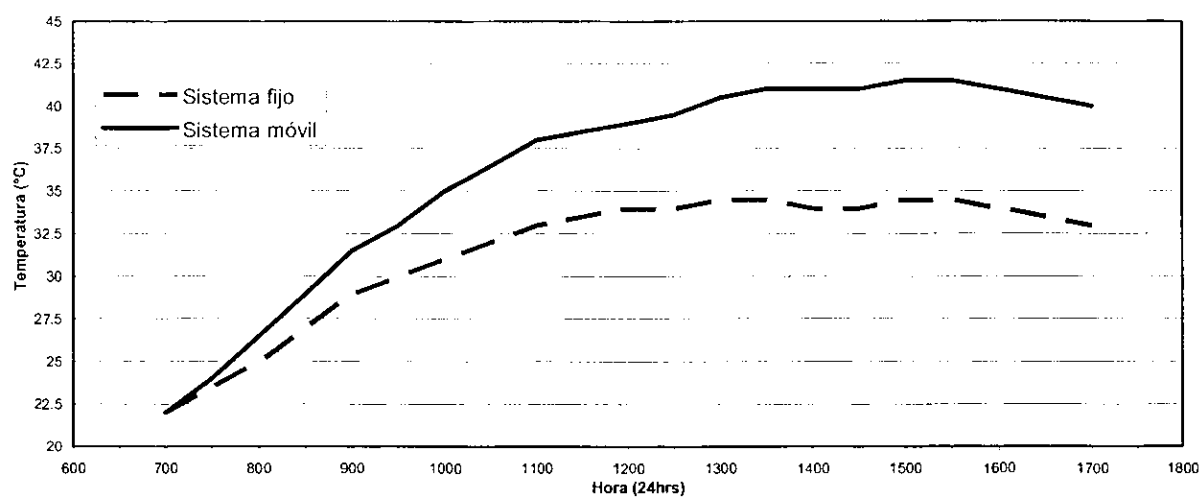
A través de los datos obtenidos en las cuatro celdas solares, se pudo observar el nivel de intensidad solar en el transcurso del día. Debido a que el voltaje de las celdas solares usadas era del orden de las centenas de milivoltios, el voltaje analizado fue bajo. Durante el día analizado, las horas más productivas fueron, para la plataforma móvil, a partir de las 9:00 horas hasta las 15:30 horas. Puesto que durante esas horas la intensidad lumínica recibida por las celdas fue mayor al resto del día. Por consiguiente al amanecer, aunque había suficiente intensidad para el análisis, no era suficiente para el calentamiento de la plataforma. Por el contrario, al final de la tarde, el Sol se esconde en el horizonte rápidamente. Una limitante en el sistema de la plataforma es que los ángulos de inclinación están limitados, por lo tanto a partir del ángulo máximo, el ángulo de incidencia empieza a variar con lo que transcurre el día. Aun así el ángulo de incidencia es menor al de la plataforma fija.

Los datos de las posiciones de la inclinación de la plataforma, obtenidos durante las muestras, confirman la natural trayectoria del Sol durante la fecha analizada. Durante el día analizado, la plataforma empezó a tener respuesta del movimiento de la mañana al final de las 7:00 horas, antes de esa hora sólo había detectado la intensidad de la luz solar. Al final de la tarde, la plataforma deja de percibir movimiento

pasadas las 16:00 horas. Debido a la época del año al hacer la muestra, mes de mayo, se observa que al medio día ambas inclinaciones se colocan horizontalmente, ya que la altitud del Sol es casi 90 grados.

El comportamiento de las diferentes temperaturas, según el sistema en cuestión, se muestra en la siguiente gráfica. Donde el sistema móvil presenta un mejor aprovechamiento de la energía solar en relación al sistema fijo.

Gráfica 2 - Temperatura del agua



V. CONCLUSIONES

La necesidad de encontrar energías alternas renovables, para países en desarrollo como Guatemala, se intensifica cada vez más. De este modo, no sólo se necesita encontrar los distintos recursos alternos, sino también alcanzar la mayor eficiencia posible, maximizando su utilización.

En el caso de módulos solares, se buscó el máximo aprovechamiento de la energía solar. Se alcanzó el objetivo de posicionar el ángulo de incidencia sobre la plataforma en que se encuentra el módulo a fin de maximizar la energía captada.

Se aplicó un calentador de agua solar con el objeto de demostrar la eficiencia del seguidor electrónico del sol para el control de módulos solares. Al comparar las temperaturas del agua durante el mismo día, con una plataforma fija y una móvil, se pudo observar que el sistema guiado en relación al Sol (sistema móvil) tiene una eficiencia mayor de 18% sobre el sistema fijo. Por otro lado, el análisis comparativo entre el sistema móvil con respecto a la posición real del Sol (consultada en algoritmo especial para calcular la posiciones del Sol y de la Luna, las horas de salida y de la puesta, con respecto a una posición específica en el globo terrestre, indicando la latitud, longitud y altura, en un día y hora específica) determinó un margen de error de 1.93 grados en promedio durante el día en estudio.

La solución generada a través de un seguidor solar tiene la propiedad de múltiples aplicaciones. Por ejemplo, la captación de energía para el uso de aparatos domésticos, la cual ayudará a la disminución de las necesidades básicas insatisfechas (luz, agua, condiciones higiénicas, salubridad en los alimentos, refrigeración, calefacción, etc.).

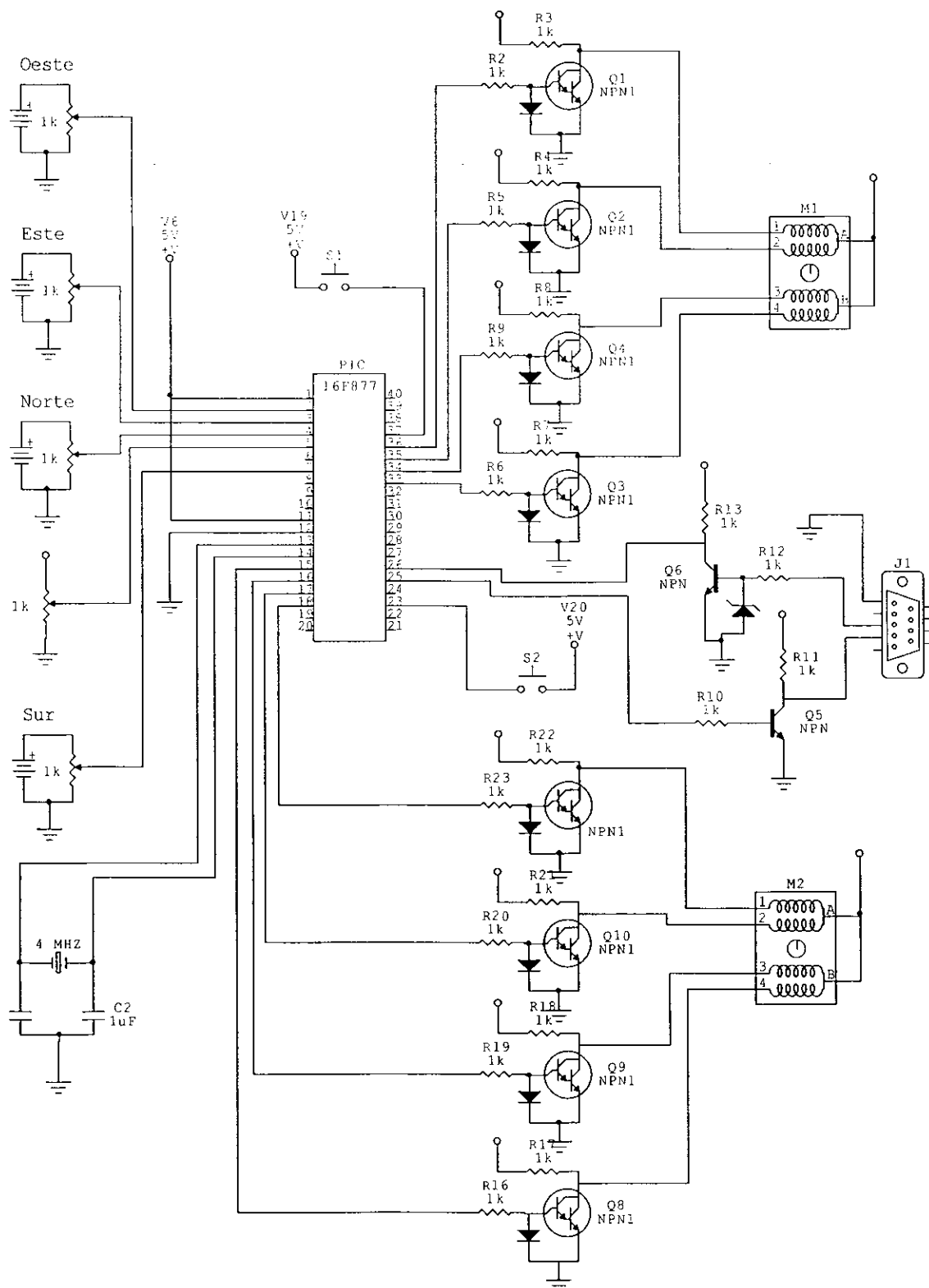
En consecuencia, el uso de energías alternas y renovables por medio de seguidores electrónicos del Sol, permitirán un mejoramiento del nivel de vida en donde las necesidades básicas del individuo y de la comunidad no estén satisfechas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- *Aplicaciones de energía solar*. 1983. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, ICAITI. Costa Rica.
- Camacho, P. 1971. *Determinación del punto de compensación de luz en algunas especies de plantas cultivadas en los trópicos*. Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. Costa Rica.
- *New Mexico State University*. [en línea] Programa de Energía Renovable en México, MREP. <<http://www.re.sandia.gov/>>, 2002.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, Universidad Jesuita de Guadalajara, México. [en línea] Grupo Solar de ITESO. <<http://witss.gdl.iteso.mx/solar/>>, 2002.
- *Sandia Nacional Laboratorios, SNL*, EUA. [en línea] Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía sotovoltaica. <<http://www.re.sandia.gov/wp/wpGuia/>>, 2002.
- *National Oseanic & Atmospheric Administration, NOAA*, EUA. [en línea] *Solar Position Calculator*. <<http://www.srrb.noaa.gov/highlights/sunrise/azel.html>>, 2002.
- *Design*, EUA. [en línea] *Solar Angle*. <<http://susdesign.com/sunangle/>>, 2002.
- *The University of Western Australia*, EUA. [en línea] *Square One, Sun Control*. <<http://www.uwa.edu.au/>>, 2002.
- Cepis, Perú. [en línea] Trayectoria Solar y Ángulos Solares. <<http://webmail.cepis.org.pe/vivi/forum/ponencias>>, 2002.

VII. APÉNDICES

DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO



CÓDIGO DEL MICROCONTROLADOR

```

LIST P=16f877

include "p16f877.inc"

__CONFIG      b'11111100110001'

=====
; Trabajo de Graduación
;
; Alejandro Prera Estradé
; 97047
;
; PIC - SEGUIDOR ELECTRÓNICO DEL SOL
; PARA CONTROL DE MÓDULOS SOLARES
; CON MONITORIZACIÓN DE POSICIÓN Y DATOS
;
=====

CBLOCK 0x20

; Variables
    TEMP
    TEMP1
    PDe10
    PDe11
    d1
    d2
    d3
    d4
    CENT_MNS
    CENT_MOE
    PASO
    POS_MNS
    POS_MOE
    C.O_L
    C.O_H
    C.E_L
    C.E_H
    C.N_L
    C.N_H
    C.S_L
    C.S_H
    T.A_L
    T.A_H
    T.B_L
    T.B_H
    SUMA.OE
    SUMA.NS

ENDC

ORG 0x00

    GOTO INICIO

;*****
; BANK_MACROS
;*****
INICIO
BANK0    MACRO
          BCF     STATUS,RP0
          BCF     STATUS,RP1
          ENDM

```

```

BANK1    MACRO
          BSF    STATUS,RP0
          BCF    STATUS,RP1
          ENDM

BANK2    MACRO
          BCF    STATUS,RP0
          BSF    STATUS,RP1
          ENDM

BANK3    MACRO
          BSF    STATUS,RP0
          BSF    STATUS,RP1
          ENDM

```

```

*****
;   INICIO
*****

```

```

BANKSEL    TRISA
CLRF    TRISA
CLRF    TRISB
CLRF    TRISC
CLRF    TRISD
CLRF    TRISE

BSF    TRISA,0    ;IN Celda.norte AD
BSF    TRISA,1    ;IN Celda.sur AD
BSF    TRISA,2    ;IN Celda.este AD
BSF    TRISA,5    ;IN Celda.oeste AD

BSF    TRISB,4    ;IN Sensor.NS
BSF    TRISC,4    ;IN Sensor.OE

BSF    TRISE,0    ;IN Term.A AD
BSF    TRISE,1    ;IN Term.B AD

BCF    TRISC,6    ;OUT TX
BSF    TRISC,7    ;IN RX

BANK1
MOVLW    .129
MOVWF    SPBRG

BANK1
MOVLW    B'00100100'    ; Serial port and continuous transmit
MOVWF    TXSTA
BANK1
MOVLW    B'00100000'    ; Enable Receive Interrupt RCIE
MOVWF    PIE1

BANK0
BSF    RCSTA,SPEN
BSF    RCSTA,CREN

BANKSEL    PORTA
CLRF    PORTA
CLRF    PORTB
CLRF    PORTC
CLRF    PORTD
CLRF    PORTE

CLRF    POS_MNS
CLRF    POS_MOE
CLRF    C_O_L
CLRF    C_O_H
CLRF    C_E_L
CLRF    C_E_H

```

```

CLRF  C.N_L
CLRF  C.N_H
CLRF  C.S_L
CLRF  C.S_H
CLRF  T.A_L
CLRF  T.A_H
CLRF  T.B_L
CLRF  T.B_H
CLRF  SUMA.OE
CLRF  SUMA.NS

BANKSEL      ADCON0
MOVLW b'10000001' ; fOSC/32, A/D module on
MOVWF ADCON0

BANKSEL      ADCON1
MOVLW b'00000001'
MOVWF ADCON1 ; todos analogos y guarda en high y low

BANK0
GOTO  CENTRARSE

;*****INICIO*****

;*****
;  CENTRARSE
;*****
CENTRARSE
BANK0 ; caminan hasta
CALL  MOV_DER_MOE_CENT ; toparse con
; CALL  MOV_IZQ_MOE_CENT ; los sensores
BTFSS PORTC, 4
GOTO  CENTRARSE

MOVLW .20 ; pasos necesarios
MOVWF CENT_MOE ; para ir del sensor al centro
CLRF  POS_MOE

CENT2
CALL  MOV_IZQ_MOE
; CALL  MOV_DER_MOE
DECFSZ CENT_MOE,F
GOTO  CENT2

CENTRARSE1
CALL  MOV_DER_MNS_CENT
; CALL  MOV_IZQ_MNS_CENT
BTFSS PORTB, 4
GOTO  CENTRARSE1

MOVLW .20
MOVWF CENT_MNS
CLRF  POS_MNS

CENT1
CALL  MOV_IZQ_MNS
; CALL  MOV_DER_MNS
DECFSZ CENT_MNS,F
GOTO  CENT1

GOTO  MAIN

```

```

*****
;
;   MAIN
*****
MAIN
  NOP

  CALL  UBICAR_POS

;
  CALL  MEDIR_TEMP

  CALL  ENVIAR_DATOS

  CALL  PAUSA_MAIN_5MIN
;
  CALL  PAUSA_MAIN_5SEG

;
  CALL  PRUEBA_ADC

  NOP
  GOTO  MAIN

;*****MAIN*****

*****
;
;*   UBICAR_POS   *
*****
;
;_____
UBICAR_POS

  CALL  MEDIR_C.O      ; ADC DE CELDA O
  CALL  MEDIR_C.E      ; ADC DE CELDA E

  MOVF  C.O_H,W
  ADDWF C.E_H,W
  MOVWF SUMA.OE; SUMA E+O
  BTFS  STATUS,C      ; VERIFICA SI ES MAYOR QUE 8 BITS
  GOTO  NO_ZERO

  MOVF  SUMA.OE,W
  SUBLW .3            ; 10% de 2 VOLTS
  BTFS  STATUS,C
  GOTO  NO_ZERO
  CALL  CENTRAR_MOE   ; CENTRAR MOTOR.OE
  GOTO  UBICAR_POS

NO_ZERO
  MOVF  C.E_H,W
  SUBWF C.O_H,W ; RESTA E-O
  BTFS  STATUS,Z
  GOTO  UBICAR_NS    ; SI E-O=0, SEGUIR
  BTFS  STATUS,C
  CALL  MOV_IZQ_MOE  ; SI E-O>0, MOV IZQ

  MOVF  C.E_H,W
  SUBWF C.O_H,W
  BTFS  STATUS,C
  CALL  MOV_DER_MOE  ; SI E-O<0, MOV DER

  GOTO  UBICAR_POS  ; REPETIR LA RUTINA

;_____
UBICAR_NS

  CALL  MEDIR_C.N      ; ADC DE CELDA N
  CALL  MEDIR_C.S      ; ADC DE CELDA S

  MOVF  C.N_H,W
  ADDWF C.S_H,W

```

```

MOVWF SUMA_NS; SUMA N+S
BTFSK STATUS,C ;VERIFICA SI ES MAYOR QUE 8 BITS
GOTO NO_ZERO1

MOVF SUMA_NS,W
SUBLW .3 ; 10% de 2 VOLTS
BTFSK STATUS,C
GOTO NO_ZERO1
CALL CENTRAR_MNS ; CENTRAR MOTOR NS
GOTO UBICAR_NS

NO_ZERO1
MOVF C.N_H,W
SUBWF C.S_H,W ; RESTA N-S
BTFSK STATUS,Z
GOTO SEGUIR ; SI N-S=0, SEGUIR
BTFSK STATUS,C
CALL MOV_IZQ_MNS ; SI N-S>0, MOV IZQ

MOVF C.N_H,W
SUBWF C.S_H,W
BTFSK STATUS,C
CALL MOV_DER_MNS ; SI N-S<0, MOV DER

GOTO UBICAR_NS ; REPETIR LA RUTINA

SEGUIR
RETURN

;-----
; Rutinas a usar en UBICAR_POS
;-----
CENTRAR_MOE

MOVF POS_MOE,W
SUBLW .90 ; RESTA 100-POS_MOE

BTFSK STATUS,Z
GOTO CENTRAR_MOE2 ; SI POS_MOE = 100

BTFSK STATUS,C
CALL MOV_IZQ_MOE ; SI POS_MOE < 100

MOVF POS_MOE,W
SUBLW .90 ; VUELVE A HACER LA RESTA 100-POS_MOE

BTFSK STATUS,C
CALL MOV_DER_MOE ; SI POS_MOE > 100
GOTO CENTRAR_MOE

CENTRAR_MOE2
RETURN

;-----

;-----
CENTRAR_MNS

MOVF POS_MNS,W
SUBLW .25 ; RESTA 100-POS_MNS

BTFSK STATUS,Z
GOTO CENTRAR_MNS2 ; SI POS_MNS = 20

BTFSK STATUS,C
CALL MOV_IZQ_MNS ; SI POS_MNS < 20

MOVF POS_MNS,W

```

```

SUBLW .25 ; VUELVE A HACER LA RESTA 100-POS_MNS

BTSS STATUS,C
CALL MOV_DER_MNS
GOTO CENTRAR_MNS

CENTRAR_MNS2
RETURN
;-----

;-----
MEDIR_C.O
BANKSEL ADCON0
MOVLW b'10000001' ; RA0
MOVWF ADCON0
BANK0

CALL DELAY_20
BSF ADCON0,2 ; SETEA GO
GO_ADC
BTSS ADCON0,2 ; ESPERA QUE SE LIMPIE GO PARA SEGUIR
GOTO GO_ADC

BANKSEL ADRESH
MOVF ADRESH,W ;

MOVWF C.O_H
BANKSEL ADRESL ;
MOVF ADRESL,W
BANKSEL PORTA
MOVWF C.O_L

RETURN
;-----

;-----
MEDIR_C.E
BANKSEL ADCON0
MOVLW b'10001001' ; RA1
MOVWF ADCON0
BANK0

CALL DELAY_20
BSF ADCON0,2 ; SETEA GO
GO_ADC1
BTSS ADCON0,2 ; ESPERA QUE SE LIMPIE GO PARA SEGUIR
GOTO GO_ADC1

BANKSEL ADRESH
MOVF ADRESH,W ;
MOVWF C.E_H
BANKSEL ADRESL ;
MOVF ADRESL,W
BANKSEL PORTA
MOVWF C.E_L

RETURN
;-----

;-----
MEDIR_C.N
BANKSEL ADCON0
MOVLW b'10010001' ; RA2
MOVWF ADCON0
BANK0

```

```

CALL    DELAY_20
BSF     ADCON0, 2      ; SETEA GO
GO_ADC2
BTFSC   ADCON0,2      ; ESPERA QUE SE LIMPIE GO PARA SEGUIR
GOTO    GO_ADC2

```

```

BANKSEL    ADRESH
MOVF      ADRESH,W      ;
MOVWF     C.N_H
BANKSEL    ADRESL
MOVF      ADRESL,W      ;
BANKSEL    PORTA
MOVWF     C.N_L

```

```
RETURN
```

```
-----
```

```
-----
MEDIR_C.S
```

```

BANKSEL    ADCON0
MOVLW     b'10100001'  ; RA5
MOVWF     ADCON0
BANK0

```

```

CALL    DELAY_20
BSF     ADCON0, 2      ; SETEA GO
GO_ADC3
BTFSC   ADCON0,2      ; ESPERA QUE SE LIMPIE GO PARA SEGUIR
GOTO    GO_ADC3

```

```

BANKSEL    ADRESH
MOVF      ADRESH,W      ;
MOVWF     C.S_H
BANKSEL    ADRESL
MOVF      ADRESL,W      ;
BANKSEL    PORTA
MOVWF     C.S_L

```

```
RETURN
```

```
-----
```

```
*****UBICAR_POS*****
```

```

*****
,*  ENVIAR_DATOS  *
*****

```

```
ENVIAR_DATOS
```

```

MOVF     C.N_H,W
CALL     TRANSMIT

```

```

MOVF     C.S_H,W
CALL     TRANSMIT

```

```

MOVF     C.O_H,W
CALL     TRANSMIT

```

```

MOVF     C.E_H,W
CALL     TRANSMIT

```

```

MOVF     POS_MOE,W
CALL     TRANSMIT

```

```

MOVF  POS_MNS,W
CALL  TRANSMIT

RETURN

:*****ENVIAR_DATOS*****

:*****
:  TRANSMIT
:*****
TRANSMIT
  BTFSS  PIR1,TXIF      ; ESPERA QUE TERMINE DE TRANSMITIR
  GOTO   TRANSMIT
  MOVWF  TXREG          ; MANDA W A TX
  RETURN

:*****
:  MOVIMIENTO DE LOS MOTORES
:*****
:*****
:  MOV_DER_MNS
:*****
MOV_DER_MNS

;  BSF   PORT?, ? ; LED DE MOV

  MOVF  POS_MNS,W
  SUBLW .0          ; RESTA 0-POS_MNS

  BTFSC STATUS,Z
  GOTO  MOV_DER_MNS_RET ; SI POS_MNS = 0

;  MOVF  POS_MNS,W
;  SUBLW .50        ; RESTA 50-POS_MNS

;  BTFSC STATUS,Z
;  GOTO  MOV_DER_MNS_RET ; SI POS_MNS = 50

  DECF  POS_MNS,F
MOV_DER_MNS_CENT
  MOVLW B'00000001'
  MOVWF PASO
  MOVF  PASO,W
  MOVWF PORTB      ; MOTOR NS, PORTB
  CALL  WAIT_STEP
  RLF  PASO,F      ; ROTAR HACIA LA IZQ.
  MOVF  PASO,W
  MOVWF PORTB
  CALL  WAIT_STEP
  RLF  PASO,F
  MOVF  PASO,W
  MOVWF PORTB
  CALL  WAIT_STEP
  RLF  PASO,F
  MOVF  PASO,W
  MOVWF PORTB
  CALL  WAIT_STEP

MOV_DER_MNS_RET
;  BCF  PORT?, ? ; LED DE MOV
  RETURN

```

```

*****
;
;   MOV_IQ_MNS
*****
MOV_IQ_MNS

;   MOVF   POS_MNS,W
;   SUBLW  .0                ; RESTA 0-POS_MNS

;   BTFSC  STATUS,Z
;   GOTO   MOV_IQ_MNS_RET    ; SI POS_MOE = 0

;   MOVF   POS_MNS,W
;   SUBLW  .50              ; RESTA 50-POS_MNS

;   BTFSC  STATUS,Z
;   GOTO   MOV_IQ_MNS_RET    ; SI POS_MNS = 50

;   INCF   POS_MNS,F
MOV_IQ_MNS_CENT
;   MOVLW  B'0001000'
;   MOVWF  PASO
;   MOVF   PASO,W
;   MOVWF  PORTB
;   CALL   WAIT_STEP
;   RRF   PASO,F
;   MOVF   PASO,W
;   MOVWF  PORTB
;   CALL   WAIT_STEP
;   RRF   PASO,F
;   MOVF   PASO,W
;   MOVWF  PORTB
;   CALL   WAIT_STEP
;   RRF   PASO,F
;   MOVF   PASO,W
;   MOVWF  PORTB
;   CALL   WAIT_STEP

MOV_IQ_MNS_RET
RETURN

*****
;
;   MOV_DER_MOE
*****
MOV_DER_MOE

;   MOVF   POS_MOE,W
;   SUBLW  .0                ; RESTA 0-POS_MOE

;   BTFSC  STATUS,Z
;   GOTO   MOV_DER_MOE_RET  ; SI POS_MOE = 0

;   MOVF   POS_MOE,W
;   SUBLW  .180             ; RESTA 180-POS_MOE

;   BTFSC  STATUS,Z
;   GOTO   MOV_DER_MOE_RET  ; SI POS_MOE = 180

;   DECF   POS_MOE,F
MOV_DER_MOE_CENT
;   MOVLW  B'0001001'
;   MOVWF  PORTC
;   CALL   WAIT_STEP
;   MOVLW  B'00000101'

```

```

MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP
MOVLW B'0000110'
MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP
MOVLW B'00001010'
MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP

MOV_DER_MOE_RET
RETURN

;*****
; MOV_IQ_MOE
;*****
MOV_IQ_MOE

; MOVF POS_MOE,W
; SUBLW .0 ; RESTA 0-POS_MOE

; BTFSC STATUS,Z
; GOTO MOV_IQ_MOE_RET ; SI POS_MOE = 0

MOVF POS_MOE,W
SUBLW .180 ; RESTA 180-POS_MOE

BTFSC STATUS,Z
GOTO MOV_IQ_MOE_RET ; SI POS_MOE = 180

INCF POS_MOE,F
MOV_IQ_MOE_CENT

MOVLW B'00001010'
MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP
MOVLW B'00000110'
MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP
MOVLW B'00000101'
MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP
MOVLW B'00001001'
MOVWF PORTC
CALL WAIT_STEP

MOV_IQ_MOE_RET
RETURN

;*****MOV_MOTORES*****

;*****
; RUTINAS DE DELAYS
;*****

;*****
; PAUSA_MAIN_5MIN
;*****
PAUSA_MAIN_5MIN

;299999995 cycles
movlw 0x54
movwf dl

```

```

    movlw 0xA1
    movwf d2
    movlw 0xFD
    movwf d3
    movlw 0x02
    movwf d4
PAUSA_MAIN_0
    decfsz d1, f
    goto $+2
    decfsz d2, f
    goto $+2
    decfsz d3, f
    goto $+2
    decfsz d4, f
    goto PAUSA_MAIN_0

;5 cycles
    goto $+1
    goto $+1
    nop

RETURN

;*****
;
;*****
; PAUSA_MAIN_5SEG
;*****
PAUSA_MAIN_5SEG
;4999993 cycles
    movlw 0x2C
    movwf d1
    movlw 0xE7
    movwf d2
    movlw 0x0B
    movwf d3
PAUSA_MAIN_5seg_0
    decfsz d1, f
    goto $+2
    decfsz d2, f
    goto $+2
    decfsz d3, f
    goto PAUSA_MAIN_5seg_0

;3 cycles
    goto $+1
    nop

;4 cycles (including call)
    return

;*****
;
;=====
; DELAY_20, PARA ADC
;=====
DELAY_20

    MOVLW .255
    MOVWF TEMP
    DECF TEMP,F
    BTFSS STATUS,Z
    GOTO $-2

    MOVLW .255
    MOVWF TEMP
    DECF TEMP,F
    BTFSS STATUS,Z
    GOTO $-2

```

```

MOVLW .255
MOVWF TEMP
DECF TEMP,F
BTSS STATUS,Z
GOTO $-2

```

```

MOVLW .255
MOVWF TEMP
DECF TEMP,F
BTSS STATUS,Z
GOTO $-2

```

```

MOVLW .255
MOVWF TEMP
DECF TEMP,F
BTSS STATUS,Z
GOTO $-2

```

```

MOVLW .255
MOVWF TEMP
DECF TEMP,F
BTSS STATUS,Z
GOTO $-2

```

```

MOVLW .255
MOVWF TEMP
DECF TEMP,F
BTSS STATUS,Z
GOTO $-2

```

```

MOVLW .255
MOVWF TEMP
DECF TEMP,F
BTSS STATUS,Z
GOTO $-2

```

```

RETURN

```

```

*****
;   WAIT_STEP, PARA PAUSA DE MOTORES
*****
WAIT_STEP
    movlw .48                ; 1 set number of repetitions (B)
    movwf PDeI0              ; 1 |
PLoop1_50ms
    movlw .232               ; 1 set number of repetitions (A)
    movwf PDeI1              ; 1 |
PLoop2_50ms
    clrwdt                   ; 1 clear watchdog
    decfsz PDeI1, 1          ; 1 + (1) is the time over? (A)
    goto PLoop2_50ms        ; 2 no, loop
    decfsz PDeI0, 1          ; 1 + (1) is the time over? (B)
    goto PLoop1_50ms        ; 2 no, loop
PDeI1_50ms
    goto PDeI2_50ms         ; 2 cycles delay
PDeI2_50ms
    clrwdt                   ; 1 cycle delay
    return                   ; 2+2 Done
;-----

```

```

*****

```

```

END

```

CÓDIGO DE VISUAL BASIC

```

*****
'
' Trabajo de Graduación
'
' Alejandro Prera Estradé
' 97047
'
' Aplicación - SEGUIDOR ELECTRÓNICO DEL SOL PARA
' CONTROL DE MÓDULOS SOLARES CON MONITORIZACIÓN DE POSICIÓN Y DATOS
'
*****

Dim TA_1, TB_1, kelv_A, kelv_B, V_ref

' Rutina para seleccionar el Puerto a utilizar

Private Sub com1_Click()
    MSComm1.CommPort = 1
    com1.Checked = True
    com2.Checked = False
    com3.Checked = False
End Sub

Private Sub com2_Click()
    MSComm1.CommPort = 2
    com1.Checked = False
    com2.Checked = True
    com3.Checked = False
End Sub

Private Sub com3_Click()
    MSComm1.CommPort = 3
    com1.Checked = False
    com2.Checked = False
    com3.Checked = True
End Sub

' Rutina para Conectar el puerto serial

Private Sub conectar_Click()
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    End If
    desconectar.Enabled = True
    conectar.Enabled = False
    g_cent.Enabled = True
    g_fahr.Enabled = True
    kelvin.Enabled = True
End Sub

' Rutina para Desconectar el puerto serial

Private Sub desconectar_Click()
    MSComm1.PortOpen = False
    conectar.Enabled = True
    desconectar.Enabled = False
    Timer1.Enabled = False
    g_cent.Enabled = False
    g_fahr.Enabled = False
    kelvin.Enabled = False
End Sub

```

' Rutina para la recepcion de los datos que envie el PIC.

Private Sub MSComm1_OnComm()

Dim C_N, C_S, C_O, C_E, TA_h, TA_l, TB_h, TB_l, POS_OE, POS_NS

On Error Resume Next

V_ref = Volt_ref.Text

'Datos del PIC

C_N = Asc(MSComm1.Input)

C_S = Asc(MSComm1.Input)

C_O = Asc(MSComm1.Input)

C_E = Asc(MSComm1.Input)

POS_OE = Asc(MSComm1.Input)

POS_NS = Asc(MSComm1.Input)

'Rutina para las Celdas

Celda_N = C_N * V_ref / 256

cel_n.Text = Celda_N

Celda_S = C_S * V_ref / 256

cel_s.Text = Celda_S

Celda_O = C_O * V_ref / 256

cel_o.Text = Celda_O

Celda_E = C_E * V_ref / 256

cel_e.Text = Celda_E

posicion_oe = POS_OE * 1.8 - 20 * 1.8

pos_moe.Text = posicion_oe

posicion_ns = POS_NS * 1.8 - 50 * 1.8

pos_mns.Text = posicion_ns

'Open "c:/tesis_prera.csv" For Output As #1

Write #1, Date, Time, Celda_N, Celda_S, Celda_O, Celda_E, posicion_oe, posicion_ns

End Sub

Private Sub Form_Load()

Open "c:/tesis_prera.csv" For Output As #1

Write #1, "Fecha", "Hora", "Celda_N", "Celda_S", "Celda_O", "Celda_E", "Posicion_oe", "Posicion_ns"

End Sub

' Rutina para salir

Private Sub salir_Click()

Close #1

End

End Sub