

# SISTEMA DE TRANSFORMACION, REGULACION, SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE CORRIENTE CONTINUA A MENOR ESCALA POR ENERGIA SOLAR, PARA DISPOSITIVOS ELECTRONICOS.

López Cardoso Carlos, Martínez Robayo Carlos David  
Junio de 2014, carlos\_940907@hotmail.com, cardamaro@hotmail.com  
Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Sede Regional - Girardot

**Resumen-** En el presente documento se presenta el procedimiento de un sistema de recepción de energía solar controlado por Microcontrolador PIC, el cual está encaminado al aporte físico de un dispositivo electrónico capaz tener una óptima admisión de dicha energía, transformarla a energía eléctrica y posteriormente almacenarla en una batería.

Se tiene como elemento base el aprovechamiento de un recurso natural como lo es el sol, el cual a través de los tiempos hace más notorio y asimismo es fácil su concepción.

**Palabras claves-** Energía, transformación, panel fotovoltaico, control, movimiento, prototipo.

**Abstract-** This work is aimed at physical contribution of an electronic device capable of receiving light control provided by the sun and so subsequently, by a photovoltaic panel, do the respective process and conversion of this solar energy to electric power, the which will be stored in a battery and then be exploited by low-power devices in power.

## I. OBJETIVOS

### ✓ **OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Diseñar e implementar un dispositivo electrónico que permita aprovechar la energía solar el suministro de energía

eléctrica para la posterior adecuación a dispositivos electrónicos de potencias inferiores a un vatio.

### ✓ **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Determinar los tipos de dispositivos que se utilizan para la transformación y aprovechamiento de la energía solar como fuente de energía eléctrica.
- ✓ Identificar los tipos de mecanismos electrónicos que se utilizan en los procesos de transformación, regulación y almacenamiento de energía eléctrica proveniente de energía solar.
- ✓ Construir un sistema de seguimiento de luminosidad solar, por medio de una etapa de control para un óptimo aprovechamiento de energía solar.

## II. INTRODUCCION

En el presente documento se presenta información basada en la utilización de un recurso natural renovable, como lo es la energía solar y su posterior uso en un dispositivo electrónico. Igualmente aporta información sobre cada uno de los elementos que en el proceso intervienen, siendo de gran ayuda para

la comprensión del funcionamiento global del sistema. El dispositivo electrónico es capaz tener el control de recepción de la energía solar y luego ser transformada en corriente eléctrica, teniendo así diversos usos a dispositivos que laboren con cargas inferiores a un vatio, como por ejemplo sería el suministro de energía eléctrica a baterías de teléfonos celulares, encendido de led's en lámparas que apoyen las labores diarias cuando no halla flujo eléctrico en los recintos domiciliarios, entre otros.

Dicho dispositivo dará la oportunidad de alimentar energéticamente también a los elementos eléctricos que en el proceso interviene, ya que no es necesario tener apoyo de otros medios que proporcionen energía, sino su alimentación energética se proveerá de la transformación de la energía solar a energía eléctrica, teniendo así un óptimo desempeño, ejemplo de ello serían la pantalla LCD, relays, resistencias, diodos Led's, componentes de luminosidad, carga de baterías de bajas potencias.

### III. REFERENTES INVESTIGATIVOS

A continuación se presenta un conjunto de documentos informativos que presentan análisis y resultados obtenidos a partir de investigaciones, conferencias, definición de términos:

- ✓ Energía solar como recurso renovable.

Habla sobre la importancia de la utilización de la energía solar, exponiendo las ventajas sobre otros recursos y los países que cuentan con éste tipo de sustento energético, dejando de lado lo tradicional.

- ✓ De nuevo las energías renovables.

Es una conferencia, redactada por Diana González Couret, en la cual sustenta los punto

de vista que se trataron en dicha conferencia y los grandes trabajos que se encuentran realizando en los edificios con paneles solares.

- ✓ Fotocal, sistema automatizado para área y costo de un módulo fotovoltaico

Por su parte, el artículo de Fotocal, explica que éste es un software que permite realizar el cálculo de las dimensiones y la generación de electricidad del módulo fotovoltaico que se necesita para la demanda energética según la radiación solar generada en el momento y estableciendo el precio de la tecnología requerida.

### IV. MARCO TEORICO

Como fundamento base para el desarrollo del proyecto es necesario tener en cuenta las diferentes apreciaciones que se han postulado por parte de la ciencia y que ayudan al buen desarrollo de la temática sobre la energía solar.

- ✓ ¿Qué son los paneles solares?

Los paneles solares son módulos que aprovechan la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente en zonas domésticas) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

Un panel solar es un dispositivo diseñado para captar parte de la radiación solar y convertirla en energía eléctrica, para posteriormente ser utilizada por los trabajos del hombre. Desde hace tiempo, nuestros científicos e investigadores se han propuesto el mejoramiento de las labores diarias, por medio de artefactos tecnológicos los cuales de una u otra forma aprovechan los recursos naturales con los que se cuenta actualmente.

- ✓ La primer celda solar

El efecto fotovoltaico fue descubierto desde el siglo XIX, pero no fue sino hasta los años 50 que en los laboratorios de Bell diseñaron la primera celda solar capaz de transformar la luz en electricidad, empleando un semiconductor con una eficiencia de conversión considerable.

### ✓ Principios de funcionamiento de los paneles fotovoltaicos

Un panel solar fotovoltaico es una especie de módulo que tiene como objetivo intentar aprovechar la mayor cantidad de energía que proviene de la radiación solar para transformarla en electricidad, a este proceso se le llama proceso fotovoltaico.

Al incidir los rayos del sol sobre un material semiconductor, los fotones contenidos en la luz entregan su energía a los electrones que se desprenden y pasan de la banda de valencia a la banda de conducción, provocando la ausencia de electrones dejando "huecos" y estableciéndose la corriente eléctrica.

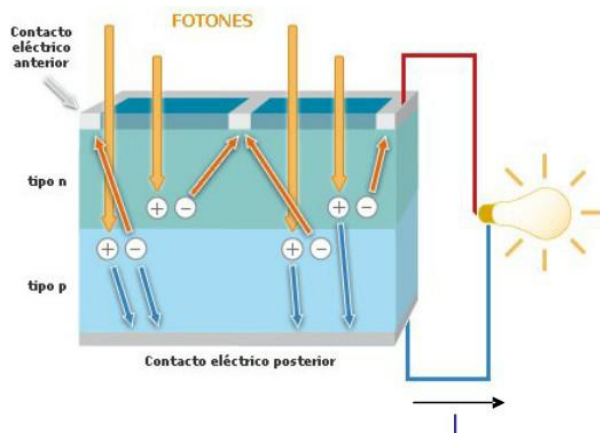


Figura 1. Efecto fotoeléctrico en paneles solares.

### ✓ Módulos Fotovoltaicos

Son la parte del sistema que convierte la energía de la luz solar en corriente continua, entre los cuales se pueden identificar tres grupos, los cuales son:

#### ✓ Silicio Monocristalinos

- ✓ Silicio Policristalinos
- ✓ Silicio Amorfo

Según la Primer Ley de la Termodinámica al establecer que: "La energía no puede ser creada ni destruida, solo transformada de una forma a otra", se pueden analizar los diferentes tipos de origen de la cual proviene, enumerando los siguientes:

- ✓ Energía química
- ✓ Energía nuclear
- ✓ Energía eléctrica
- ✓ Energía mecánica
- ✓ Energía radiante

### ✓ Dispositivos electrónicos a utilizar

Para un óptimo desarrollo del prototipo, se tiene en cuenta el funcionamiento de algunos dispositivos electrónicos, de acuerdo a sus características que puedan ser más acordes a la necesidad del proyecto, entre ellos se destacan:

- ✓ **Microcontrolador**, circuito integrado o chip que tiene una estructura (arquitectura) interior tres unidades funcionales de una computadora: Procesador, Memoria y unidades de entrada y salida.
- ✓ **Batería**, cumplen la función de almacenamiento de la energía generada por los paneles fotovoltaicos, además de esto proporcionan una potencia y fijan la tensión del sistema.
- ✓ **Panel fotovoltaico**, Son dispositivos que aprovechan la energía de la radiación solar; están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos.
- ✓ **Motor de corriente continua**, es una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

- ✓ **Regulador - elevador de tensión XL6009E1**, es un regulador-elevador de voltaje de alto rendimiento de conmutación.

## V. MARCO CONCEPTUAL

- ✓ **Regulador**, El regulador de carga corresponde a un dispositivo de protección que tiene como finalidad proteger a la batería de sobretensiones o sobrecargas producidas por los paneles fotovoltaicos.
- ✓ **Inversor**, Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna para uso en la red eléctrica convencional.
- ✓ **Sistemas de seguimiento**, En algunos casos las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos poseen sistemas que proveen seguimiento solar de manera de proveer un máximo de aprovechamiento de la energía entregada por el Sol.
- ✓ **Sobrecarga**, La sobrecarga es el efecto causado por el pasaje de una corriente alta, durante un largo período de tiempo, por la batería.

## VI. DESARROLLO DEL PROYECTO

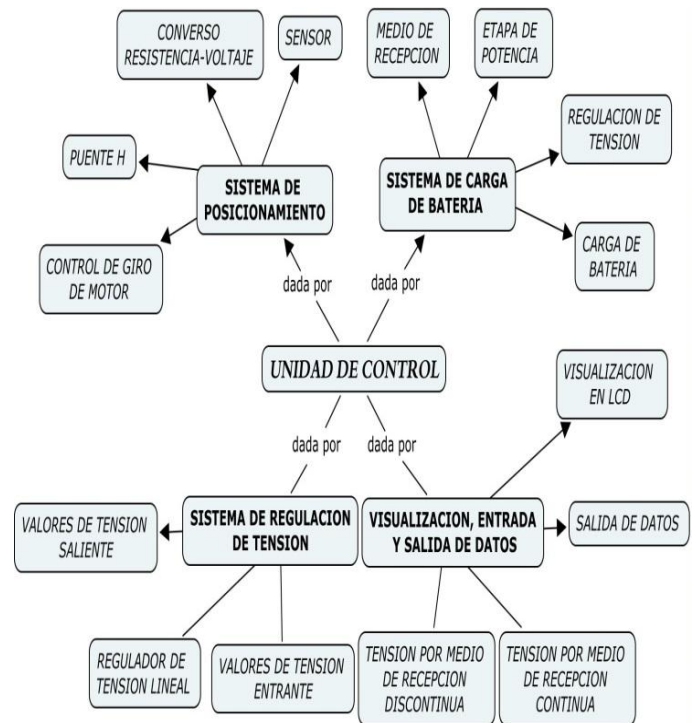
Para dar inicio el proceso de desarrollo, diseño, construcción e implementación del presente proyecto, éste se aborda desde tres enfoques, los cuales si bien son diferentes, al integrarse dan forma al trabajo realizado y permiten apreciarlo de forma global. Los enfoques son:

- ✓ Diseño y Desarrollo Funcional-Modular.
- ✓ Diseño y Desarrollo Electrónico.
- ✓ Diseño y Desarrollo Mecánico-Estructural.

### ❖ Diseño y desarrollo funcional-modular

Para el diseño del dispositivo, se tuvo en cuenta los componentes que forman parte de las siguientes etapas:

- ✓ Sistema de posicionamiento
- ✓ Sistema de carga de batería
- ✓ Sistema de regulación de tensión
- ✓ Sistema de visualización, entrada y salida de datos

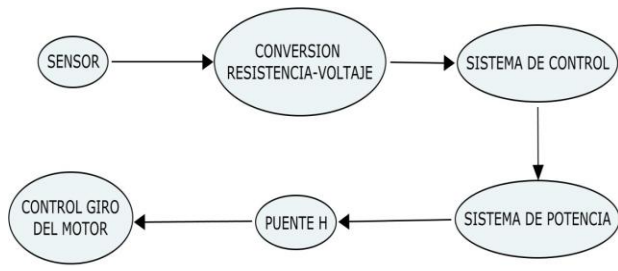


### Imagen general de diseño y desarrollo funcional-modular

*Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto*

#### Sistema de posicionamiento:

Dado que el sol es una fuente de energía en movimiento, al dispositivo de transformación de energía, se le ha adicionado un sistema que permite mejorar el ángulo de incidencia de los haces de luz sobre el panel, a continuación se muestra el diagrama actuante:

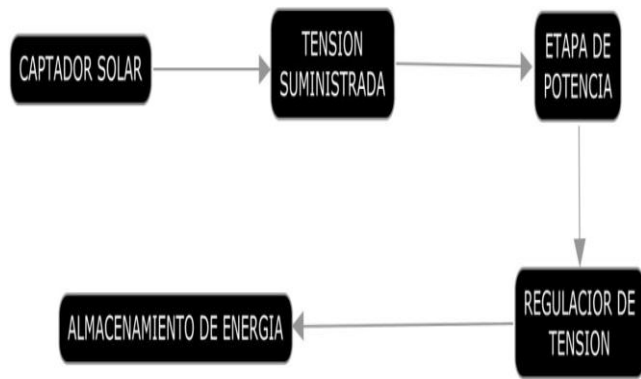


**Sistema de posicionamiento.**

*Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto*

**Sistema de carga de batería:**

Ante la oportunidad de obtener energía eléctrica por medio de la transformación fotovoltaica, surge la idea de almacenarla por medio de una batería, adquiriendo así una fuente portable y ver la necesidad de no solicitar medios de alimentación eléctrica adicionales. En la siguiente figura, se puede observar los bloques actuantes:

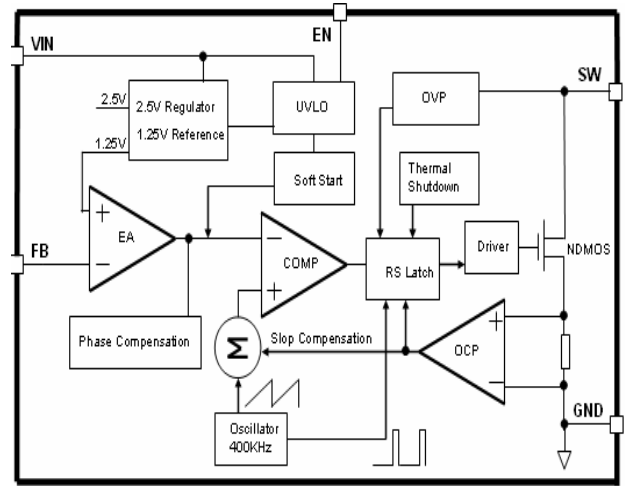


**Sistema de carga de batería**

*Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto*

**Sistema de regulación de tensión:**

Para el presente sistema es necesario tomar de apoyo del regulador y elevador de tensión XL6009, ya que se ajusta a las necesidades requeridas, pero como ante todo, es necesario saber el funcionamiento interno de dicho dispositivo.

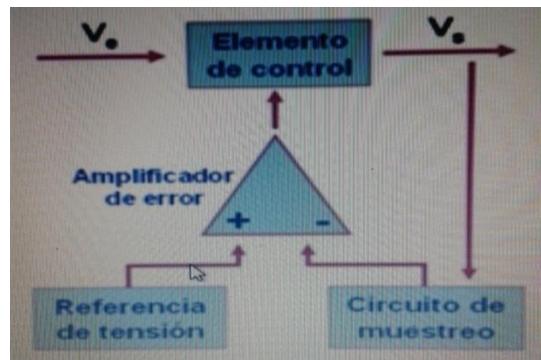


**Diagrama de bloques funcional del regulador XL6009**

*Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto*

**Funcionamiento del regulador.**

Su funcionamiento se basa en un sistema en el cual un parámetro electrónico deseado se compara con uno de referencia.

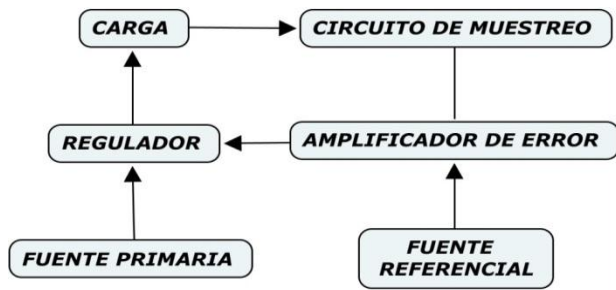


**Diagrama de bloques de funcionamiento regulador lineal**

*Recuperado de: Video-tutorial de regulador lineal*

**Sistema de regulación de tensión en lazo cerrado**

Una variación de tensión de salida es detectada por el amplificador de error al comparar la referencia de tensión con el circuito de muestreo.

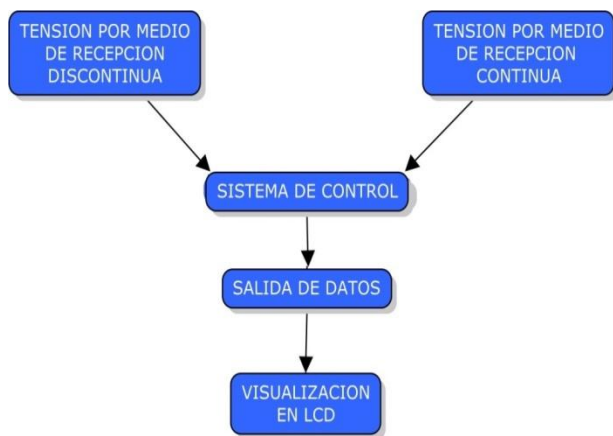


**Figura 1 Diagrama de bloques del regulador y elevador de tensión**

*Realizado por el autor del proyecto*

### Visualización, entrada y salida de datos

Como medida alternativa, se decidió crear un espacio en el desarrollo del proyecto, en el cual se tuviese el control por medio visual de las tensiones arrojadas tanto por el panel, como en la salida del regulador.



**Diagrama de bloques de visualización en LCD**

*Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto*

En el anterior diagrama se observan las tensiones tomadas a las salidas de la batería y del regulador, las cuales son dirigidas al sistema de control que lo domina el Microcontrolador.

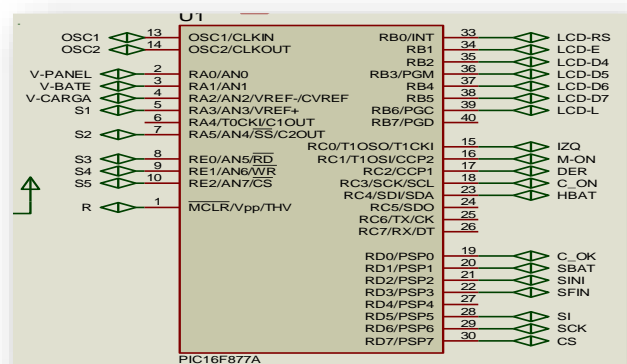
### ❖ DISEÑO ESTRUCTURAL Y DESARROLLO ELECTRÓNICO

Mediante el diseño y la aplicación de los circuitos electrónicos, se puede observar el

funcionamiento de los sistemas con más claridad, es por ello que se ha querido intervenir en este aspecto. Para interpretar los requerimientos que el presente sistema electrónico solicita, se hizo necesario contar con el apoyo de dos software que permite un trabajo apropiado, los cuales son PIC C Compiler e ISIS Professional Proteus.

### ✓ CONTROL

El sistema de control se realiza por medio de un Microcontrolador PIC 16F877A, el cual al introducirle el código fuente diseñado y comprobado, tiene el gobierno de dicho sistema siendo el eje central del funcionamiento global. En la anterior imagen se aprecian los puertos usados en modo emisión y recepción respectivamente. La emisión de datos por medio de sensores de luz y el sensor efecto hall y recepción a los diferentes comandos que actúan como son el motor, la pantalla LCD, las baterías, los leds, entre otros.



**Símbolo de Microcontrolador PIC 16F877A en software ISIS PROTEUS.**

*Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto*

Para mejor la comprensión del funcionamiento al usuario, se pretende generar en el circuito, algunas características físicas que muestran los procedimientos que en el momento suceden, tales como:

Leds, que permiten observar el estado en que se encuentran las baterías con respecto al nivel de la carga de energía con que cuentan.

La dirección en el gira el rotor del motor luego de que los sensores de luz hallan hecho su comparación.

dos que detectan ángulos que 45 grados y uno que detecta la ortogonalidad del sol en ángulo de 90 grados.

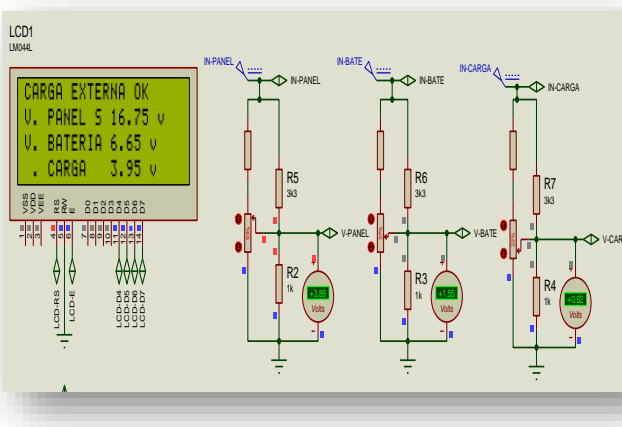
Los sensores promedian sus valores de acuerdo a la siguiente configuración: S5 y S4 son la variable izquierda, S1 y S2 son la variable derecha y S3 es la variable central. Primero se compara entre izquierda y derecha, posicionándose la estructura hacia donde sean mayores los valores y luego entre éste punto seleccionado y centro, sucediendo de igual forma y teniendo en cuenta la el voltaje superior detectado.

La LCD utilizada no tiene ánodo y cátodo para la luz de fondo, lo cual fue necesario utilizar un transistor en el que se conecta el ánodo, poniéndose de tal manera que cuando haya algún suceso dentro del sistema, él prenda la luz y a la vez se apague cuando no se esté utilizando para ahorrar energía.

Se utilizan dos relays que permite administrar la dirección de la energía proporcionada por el panel, decidiendo el primero si alimenta las baterías o se queda en estado reposo; y el siguiente decide si alimenta la batería interna del circuito o la carga del circuito.

La batería interna del circuito cuenta con un regulador de voltaje para alimentar todos los circuitos internos como el Microcontrolador, el motor, los transistores. Etc.

Se cuenta con un potenciómetro digital que permite establecer el nivel de voltaje considerado como alto o bajo, ya que dependiendo de la intensidad de luz, los valores son muy variantes.



### Visualización de valores de voltajes por medio de pantalla LCD.

Recuperado de: Realizado por el autor del proyecto

### ✓ ANALISIS Y OBSERVACIONES

Los sensores de luminosidad usados generan una corriente dependiendo de la intensidad de luz detectada. Los sensores tienen unas resistencias conectadas, las cuales permaneciendo corriente sobre ellas, generan un voltaje monitoreado por el Microcontrolador.

La comparación de valores con que disponen los sensores, es de acuerdo a la posición en que se encuentren, siendo: dos sensores que detectan 0 grados y 180 grados;

Para el circuito de lecturas de voltajes es necesario hacer un divisor de voltajes, ya que los valores que se suministran al Microcontrolador no deben ser mayores a 5.5 voltios, siendo los valores que el conversor análogo-digital acepta.

En el código, cuando los valores se ponen en “float” significa que se pueden mostrar en decimales, teniendo un rango bastante amplio con respecto a los enteros que tienen un rango solo hasta 255 bytes.

Las lecturas tomadas y llevadas al código son necesarias dividir las en cuatro valores, es decir, cuando se trabaja con sensores análogos, una diferencia muy minúscula puede hacer que los valores varíen. Se hacen estos ajustes de división para restarle tanta sensibilidad al conversor análogo y obtener valores menos complejos.

El Microcontrolador siempre va a dar prioridad a la batería interna del sistema porque si el voltaje de ella disminuye, el sistema no funcionaría.

## VII. CONCLUSIONES

El modo de operación del panel solar no es constante, ya que se relaciona a la cantidad de luminosidad que el módulo esté recibiendo en el momento, por ello al elegir la sección de potencia hubo variedad de modos para realizarlo, pero no fue posible su implementación proporcionada por las fuentes de la web, debido a la obtención de los integrados que los conformaban, por lo anterior al tener información de la tarjeta reguladora y elevadora de tensión, se optó por el acceso a ella, obteniendo así un óptimo funcionamiento,

fácil conexión y permanente entrega de tensión en el proceso de carga de la batería.

En las fechas de entrega de los adelantos constructivos del proyecto, se presentó un sistema análogo, el cual funcionaba con dos fotorresistencias detectoras de luz solar y una compuerta lógica, pero con base en los conocimientos de programación, se optó por mejorar el prototipo con éste método, proporcionando así un mejor funcionamiento que permitió un control de posicionamiento mejor diseñado.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Cargador Solar para Baterías 12Volt - 50Amper. (n.f.). Recuperada Agosto 22 de 2013, de <http://www.bandasaltas.com.ar/Cargador%20Panel%20Solar.html>.
- Paneles solares, colector solar y paneles solares fotovoltaicos. (n.f.). Recuperada Agosto 22 de 2013, de <http://www.portalsolar.com/energia-solar-paneles-solares.html>.
- ¿Cómo Funcionan los Paneles Solares? (2012). Recuperada Agosto 25 de 2013, de <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/6593306/Como-Funcionan-los-Paneles-Solares.html>.
- Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada. (2008). Recuperada Agosto 28 de 2013, de <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0831t.pdf>.
- Energía Eléctrica. (n.f.). Recuperada Agosto 30 de 2013, de



[http://html.rincondelvago.com/energia-electrica\\_7.html](http://html.rincondelvago.com/energia-electrica_7.html).

- Así evolucionan los paneles solares. (2009). Recuperada Septiembre 4 de 2013, de <http://carlosvallejo.wordpress.com/2009/10/20/asi-evolucionan-los-paneles-solares/#comments>.