

**SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DE PANEL SOLAR PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA
FOTOVOLTAICA.**

**WEIMAR PINEDA PÉREZ.
ANDRÉS FELIPE SANABRIA GUTIÉRREZ.**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2015**

**SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DE PANEL SOLAR PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA
FOTOVOLTAICA.**

**WEIMAR PINEDA PÉREZ.
ANDRÉS FELIPE SANABRIA GUTIÉRREZ.**

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en mecatrónica

Asesor

**Carlos Alberto Valencia Hernández.
Ingeniero en instrumentación y control**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2015**

CONTENIDO

1. Planteamiento del Problema	9
1.1. Descripción	9
1.2. Formulación	9
2. Justificación	10
3. Objetivos.....	11
3.1. General.....	11
3.2. Específicos.....	11
4. Marco Teórico	12
5. Metodología.....	19
5.1. Tipo de proyecto	19
5.2. Método	19
5.3. Instrumentos de recolección de información	20
6. Implementar el sistema mecánico de posicionamiento	21
7. Diseño del sistema eléctrico y electrónico	23
8. Implementar el sistema de control de posición	24
9. Validación del sistema de posicionamiento bajo un ambiente controlado.....	25
10. Conclusiones	27
11. Recomendaciones.....	29
12. Referencias Bibliográficas	30
13. Bibliografía.....	31

Lista de figuras

<i>FIGURA 1.</i> ENERGIA FOTOVOLTAICA	12
<i>FIGURA 2.</i> CÉLULA FOTOVOLTAICA.....	13
<i>FIGURA 4.</i> PANEL SOLAR.....	14
<i>FIGURA 3.</i> RADIACIÓN SOLAR.....	14
<i>FIGURA 5.</i> ENERGÍA SOLAR.....	15
<i>FIGURA 6.</i> SERVOMOTOR.....	16
<i>FIGURA 7.</i> ARDUINO.....	17
<i>FIGURA 8.</i> SOFTWARE LABVIEW.....	18
<i>FIGURA 9</i> FOTORRESISTENCIA.....	18
<i>FIGURA 10.</i> MOVIMIENTO MECÁNICO.....	21
<i>FIGURA 11.</i> DISEÑO.....	21
<i>FIGURA 12.</i> PLATAFORMA DE POSICIONAMIENTO	22
<i>FIGURA 13.</i> SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.....	23
<i>FIGURA 14.</i> DIAGRAMA DE FLUJO	24
<i>FIGURA 15.</i> SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	25
<i>FIGURA 16.</i> COMPARACION DE VOLTAJES	26

Resumen

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO DE PANEL SOLAR PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

WEIMAR PINEDA PÉREZ.

ANDRÉS FELIPE SANABRIA GUTIÉRREZ.

La energía solar, también llamada fotovoltaica, es la radiación del sol que podemos aprovechar para generar electricidad, utilizando un dispositivo semiconductor llamado panel solar. En la actualidad, la gran mayoría de implementaciones de paneles solares se instalan de forma fija, lo que no permite el máximo aprovechamiento de la energía fotovoltaica en el transcurso del día, y hace al sistema solar instalado, poco eficiente. Para resolver el problema, se decidió desarrollar este trabajo en varias fases iniciando con la implementación de un sistema mecánico de posicionamiento, posteriormente se realizó el diseño del sistema eléctrico y electrónico junto con la implementación del sistema de control de posición.

Realizando una serie de pruebas con el panel solar estático, y el panel solar sobre la plataforma de posicionamiento bajo un ambiente controlado, con un bombillo incandescente simulando el recorrido del sol se empezaron a obtener una serie de registros del voltaje que arrojaba cada uno de los paneles solares; esto mediante un software llamado Labview en el que se hizo una interfaz de adquisición de datos conectada por serial (RS232) con un Arduino. Una vez terminadas las pruebas, se hizo una comparación de los datos obtenidos de cada panel solar; y se pudo concluir que el panel solar ubicado sobre la plataforma de posicionamiento tuvo un rendimiento muy superior comparado con el rendimiento del panel solar que se encontraba estático.

Palabras clave: energía solar, rendimiento, panel solar, plataforma, posicionamiento.

Abstract

**POSITIONING SYSTEM OF SOLAR PANEL
FOR OPTIMIZATION OF USE OF THE PHOTOVOLTAICS ENERGY.**

**WEIMAR PINEDA PEREZ.
ANDRÉS FELIPE SANABRIA GUTIÉRREZ.**

The solar energy, also called photovoltaics, is the sunlight that we can use to generate electricity using a semiconductor device called solar panel. Currently, the vast majority of implementations of solar panel are installed of fixed form, which doesn't allow the maximum use of photovoltaics in the course of the day, and makes the installed solar system in efficient. To solve the problem, it decided to develop this work in several phases starting with the implementation of a mechanical positioning system, then we designed of the electrical and electronics system along with the implementation of position control system.

Doing a series of tests with static solar panel, and solar panel on the positioning Platform under a controlled atmosphere with an incandescent bulb simulating the path of the sun it began to get a number of records of voltage threw in each of solar panels. This through software called LabView where you made a data acquisition interface connected by serial (RS232) with an Arduino. Once testing is complete, a comparison was made of data obtained from each solar panel; and it was concluded that the solar panel located on the positioning platform had a far superior performance compared to the performance of the solar panel that was static.

Keywords: solar energy, performance, solar panel, platform, positioning.

Glosario

Adquisición de datos: es el registro continuo de un evento determinado

Célula fotovoltaica: es una de las celdas que dan forma al panel solar y está en la capacidad de transformar la energía solar en energía eléctrica.

Energía renovable: fuente natural de energía inagotable.

Energía solar: es la energía que se puede obtener del sol con los objetos y/o herramientas necesarias.

LabVIEW: Es un software de código gráfico utilizado normalmente para la supervisión y control

Panel Solar: conjunto de células fotovoltaicas interconectadas entre sí para cubrir las necesidades de energía eléctrica.

Plataforma de posicionamiento: es un mecanismo sobre el cual va soportado un panel solar, cuya función además de soportar el panel es brindar la posición adecuada para que este optimice su funcionamiento

Radiación: es la expansión de energía en el ambiente. Esta se puede dar de manera directa, difusa o reflejada

Servomotor: motor en el cual se puede manipular su sentido de giro y la cantidad de grados que girará.

Introducción

Con el paso de los días, son cada vez más las personas que se convencen de que debemos ayudar a mitigar el cambio climático; es por esta razón que muchas personas comenzaron a buscar diferentes maneras de ayudar al planeta, algunos reciclan, otros plantan árboles, otros evitan los combustibles fósiles que tanto daño causan al medio ambiente y hasta a nosotros mismos, reemplazándolos por energías renovables.

Los paneles solares permiten convertir la energía solar en energía eléctrica pero el rendimiento de este tiende a ser limitado, debido a que el panel se encuentra estático en un solo lugar, y en la misma posición durante todo el día; estas características impiden que el panel solar trabaje a su máxima capacidad y genere el máximo voltaje posible. Para solucionar esta limitación, se puede implementar un sistema de posicionamiento que esté siempre tomando la inclinación y posición correcta a medida que el sol se mueva durante el transcurso del día.

La realización del proyecto se dio de la siguiente manera; primero se diseñó e implementó un prototipo de plataforma de posicionamiento y luego se implementó y ajustó el sistema electrónico y de control.

1. Planteamiento del Problema

1.1. Descripción

La energía solar, también llamada fotovoltaica, es la radiación del sol que podemos aprovechar para generar electricidad, utilizando un dispositivo semiconductor llamado panel solar. En la actualidad, la gran mayoría de implementaciones de paneles solares se instalan de forma fija, lo que no permite el máximo aprovechamiento de la energía fotovoltaica en el transcurso del día, y hace al sistema solar instalado, poco eficiente.

1.2. Formulación

¿Es posible que un panel solar pueda optimizar su rendimiento con la implementación de un sistema de posicionamiento?

2. Justificación

La plataforma de posicionamiento, brindara beneficios a toda la comunidad que esté implementando la tecnología de paneles solares para la producción de energía eléctrica, entre esta comunidad se encuentra la Institución Universitaria Pascual Bravo; institución en la que se evidenciaría un significativo aumento en el rendimiento de los paneles solares instalados.

Según el portal www.ybasolar.net las plataformas de posicionamiento, “dependiendo del tipo pueden ofrecer una mayor eficiencia de producción frente a las instalaciones fijas, la variación va desde un 30% hasta un 45%, e incluso el rendimiento puede ser mayor dependiendo de la localización de esta”.

3. Objetivos

3.1. General.

Implementar un sistema de posicionamiento de panel solar para la optimización del aprovechamiento de la energía fotovoltaica.

3.2. Específicos.

- Implementar el sistema mecánico de posicionamiento
- Diseño del sistema eléctrico y electrónico.
- implementar el sistema de control de posición
- Validación del sistema de posicionamiento bajo un ambiente controlado.

4. Marco Teórico

Energía fotovoltaica: El efecto fotovoltaico se basa sobre la capacidad de algunos semiconductores, como el silicio, de generar directamente energía eléctrica cuando se exponen a la radiación solar.

La conversión de la radiación solar en energía eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica, que es el elemento base del proceso de transformación de la radiación solar en energía eléctrica.

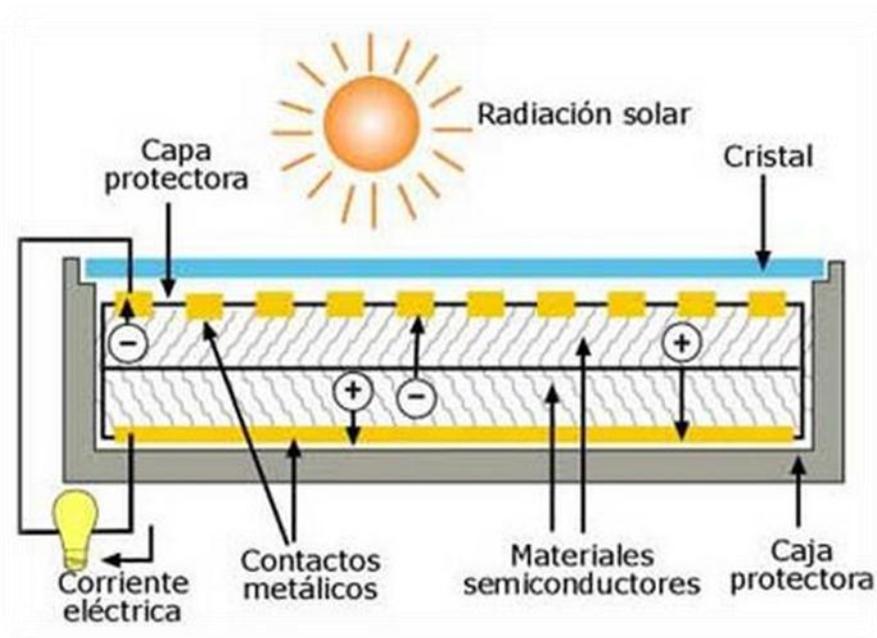


Figura 1. Energía fotovoltaica

Fuente: extraído de http://www.empresaeiciente.com/images/empresas/tecnologias/25/img_01.jpg

La luz está formada por partículas, los fotones, que transportan energía. Cuando un fotón con suficiente energía golpea la célula, es absorbido por los materiales semiconductores y libera un electrón. El electrón, una vez libre, deja detrás de sí una carga positiva llamada hueco.

Por lo tanto, cuanto mayor será la cantidad de fotones que golpean la célula, tanto más numerosas serán las parejas electrón-hueco producida por efecto fotovoltaico y por lo tanto más elevada la cantidad de corriente producida.

(Appa, 2015)

Célula fotovoltaica: dispositivo que permite transformar la energía lumínica (fotones) en energía eléctrica (flujo de electrones libres) mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica. Está compuesto de un material que presenta efecto fotoeléctrico: absorben fotones de luz y emiten electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.



Figura 2. Célula fotovoltaica

Fuente: extraído de <https://ecodatahousing.files.wordpress.com/2011/07/panel-solar-fotovoltaica.jpg>

(Hagfeldt & Grätzel, 2000)

Radiación solar: La Radiación Solar es la energía emitida por el sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas.

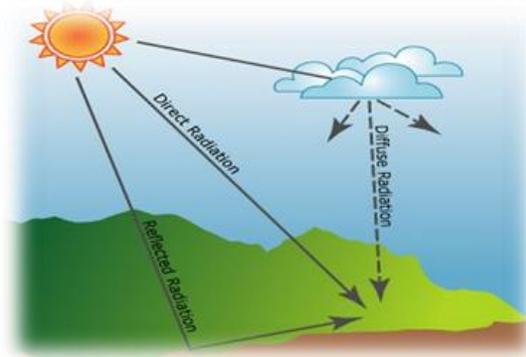


Figura 3. Radiación solar

Fuente: extraído de <http://desktop.arcgis.com/es/desktop/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/modeling-solar-radiation.htm>
("Sistema de información Ambiental de Colombia - SIAC - Radiación Solar," 2015)

Panel solar: conjunto de células solares interconectadas entre sí, las cuales permiten usar los rayos del sol como energía. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad o calentar algo.



Figura 4. Panel solar

Fuente: extraído de <http://www.h2otek.com/blog/wp-content/uploads/2014/08/panel-solar-1.jpg>

(“Definición de panel solar - Qué es, Significado y Concepto,” 2015)

Energía solar: es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se pueden generar calor y electricidad. Existen varias maneras de recoger y aprovechar los rayos del sol para generar energía que dan lugar a los **distintos tipos de energía solar:** la fotovoltaica (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares), la fototérmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares) y termoeléctrica (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta).

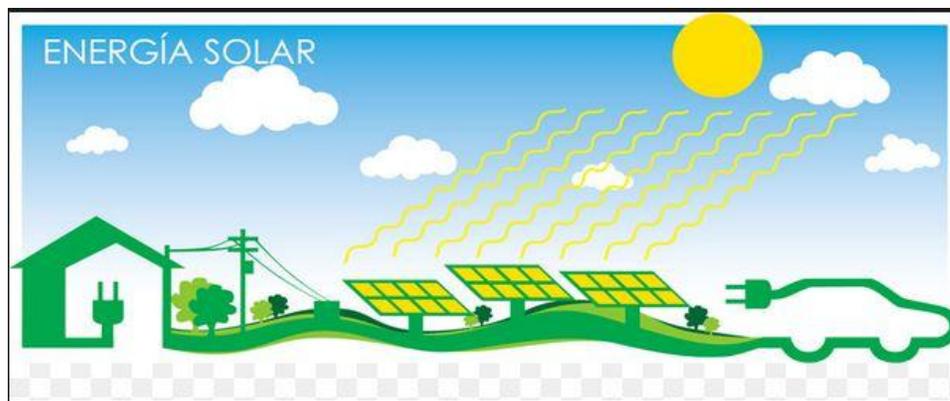


Figura 5. Energía solar

Fuente: extraído de <http://aperpr.com/wp-content/uploads/2014/01/energiasolar.png>

(“Energía solar- Twenergy,” 2015)

Banco de baterías: Las baterías almacenan la energía proveniente de los módulos solares para que pueda ser usada durante la noche, su tamaño es determinado por los períodos de nublados esperados.

(Kinergy, 2011)

Energía alternativa: Las energías alternativas son aquellas que intentan sustituir a las fuentes tradicionales de energía, como los combustibles fósiles (carbón y petróleo) ya sea por su capacidad de emitir menos gases contaminantes como por su habilidad para la auto regeneración.

(“energías alternativas y el medio ambiente. de Marahy Martín Pérez en Prezi,” n.d.)

Servomotor: dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada.



Figura 6. Servomotor

Fuente: extraído de <http://www.robotshop.com/media/files/images/hitec-hs-5585mh-servo-motor-large.jpg>
(info-ab.uclm, 2015)

Arduino: es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Arduino detecta el medio ambiente mediante la recepción de las aportaciones de muchos sensores, y afecta a su entorno por las luces de control, motores y otros actuadores.



Figura 7. Arduino

Fuente: extraído de http://arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoUno_R3_Front_450px.jpg
(Arduino, 2015)

Adquisición de datos: también conocida como adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora.

(Rafael, n.d.)

LabVIEW: es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.

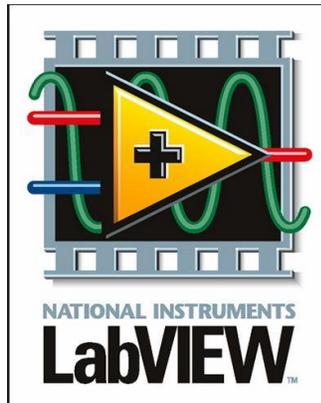


Figura 8. Software Labview

Fuente: extraído de <http://s020.radikal.ru/i718/1308/45/b2fb65cff79e.png>

(National, 2015)

Fotorresistencia (LDR): Es conocida como resistencia dependiente de la luz o como fotocélula, esta es una resistencia que varía su resistencia en función de la luz que incide sobre su superficie. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz que incide en su superficie menor será su resistencia y cuanto menos luz incida, mayor será su resistencia.

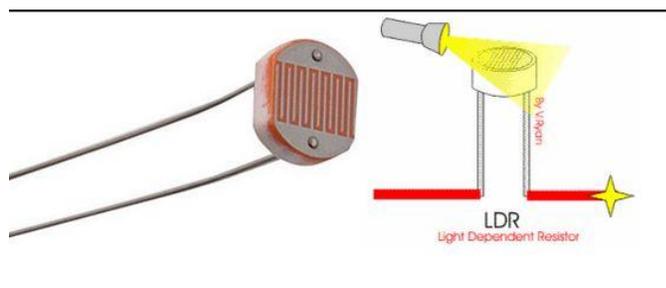


Figura 9 Fotorresistencia

Fuente: extraído de <http://i1044.photobucket.com/albums/b449/pehu015/tldcpre919.png>

(Electronis-Electrica, 2015)

5. Metodología

5.1. Tipo de proyecto

La estrategia metodológica aplicada es de tipo exploratoria, práctica, donde se implementó una plataforma de posicionamiento, controlada por un código en Arduino para mejorar el rendimiento de un panel solar.

5.2. Método

Primero que todo se consulta y estudian las posibles causas que hacen que los paneles solares tengan un bajo rendimiento, seguido de una evaluación de soluciones a esta problemática, se concluye que su diseño estático es la causa principal del inapropiado rendimiento.

Con la iniciativa de mejorar el rendimiento del panel solar, se diseña e implementa una plataforma de posicionamiento inteligente, que durante el día capte la diferencia de intensidad lumínica, y se posicione automáticamente para aprovechar al máximo las horas de radiación solar.

5.3. Instrumentos de recolección de información

5.3.1. fuentes primarias. Se consultaron varios artículos y portales especializados en el tema de la energía solar, también se visitaron portales de empresas, y comunidades que incentivan el uso de los paneles solares, se hicieron adquisiciones de datos donde se obtuvo el nivel de desempeño de los paneles. Además de contar con el asesoramiento del profesor Carlos Alberto Valencia.

5.3.2. fuentes secundarias. Se utilizó información citada en portales web y textos recomendados sobre la energía solar, paneles solares, y los seguidores solares.

6. Implementar el sistema mecánico de posicionamiento

El movimiento mecánico de la plataforma de posicionamiento se da de la siguiente manera:

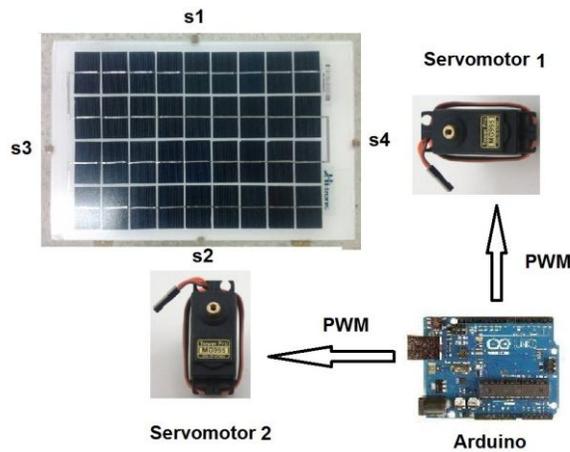


Figura 10. Movimiento mecánico

El Arduino, por medio de señales PWM controla los servomotores; cada uno de estos le da movimiento a un eje diferente por medio de una piñonería. Dependiendo de la intensidad de la luz que actúe sobre las fotorresistencias s1 y s2 el servomotor 1 le dará movimiento horizontalmente al panel solar, y el movimiento vertical se dará por medio del servomotor 2, de acuerdo a la intensidad lumínica en las fotorresistencias s3 y s4.

La siguiente imagen corresponde al diseño mecánico de la plataforma.

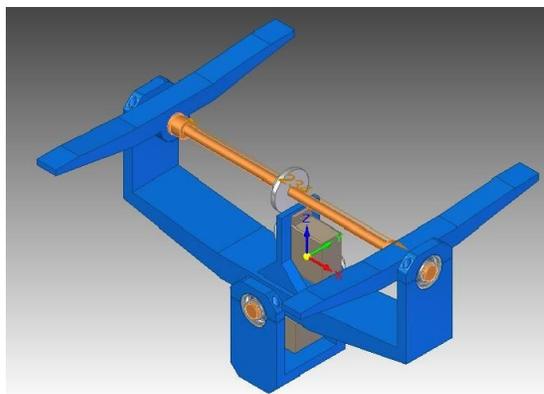


Figura 11. Diseño



*Figura 12.*plataforma de posicionamiento

7. Diseño del sistema eléctrico y electrónico

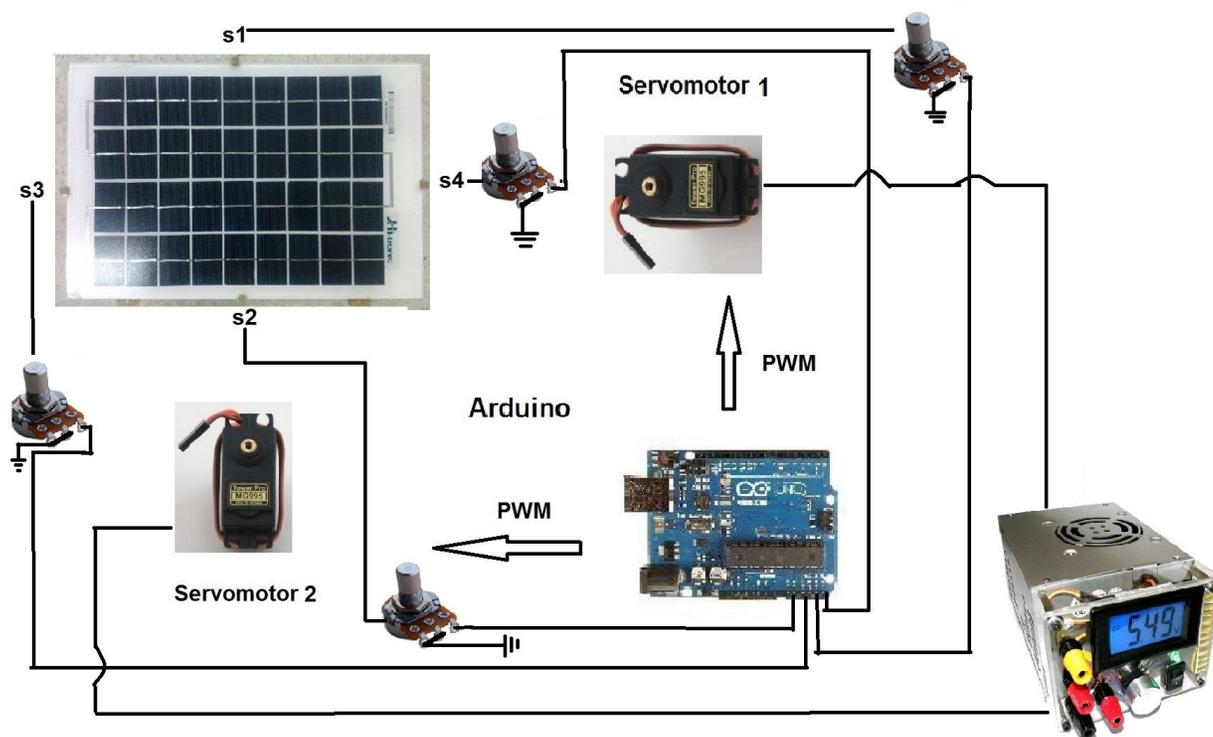


Figura 13. Sistema eléctrico y electrónico

En el diseño eléctrico y electrónico definimos la conexión de los servomotores; la línea roja se conecta al positivo de la fuente; el voltaje al que se conectaron durante las pruebas fue de 7.2 V, la línea negra va al negativo o tierra, y la línea color naranja a las conexiones PWM del Arduino. Las líneas de cada fotorresistencia fueron conectadas una a 5 Voltios y la otra a la entrada analógica del Arduino, pasando antes por un potenciómetro para calibrar la sensibilidad.

8. Implementar el sistema de control de posición

Para el control de la plataforma se implemento un código en la placa Arduino, utilizando las librerías de servomotores que allí se encuentran; el código básicamente funciona haciendo una comparación entre el par de sensores ubicados verticalmente y el otro par de sensores ubicados horizontalmente, por ejemplo: si $s1 > s2$ el servomotor gira en dirección de $s1$ hasta que $s2$ alcance el mismo valor ($s1 == s2$)

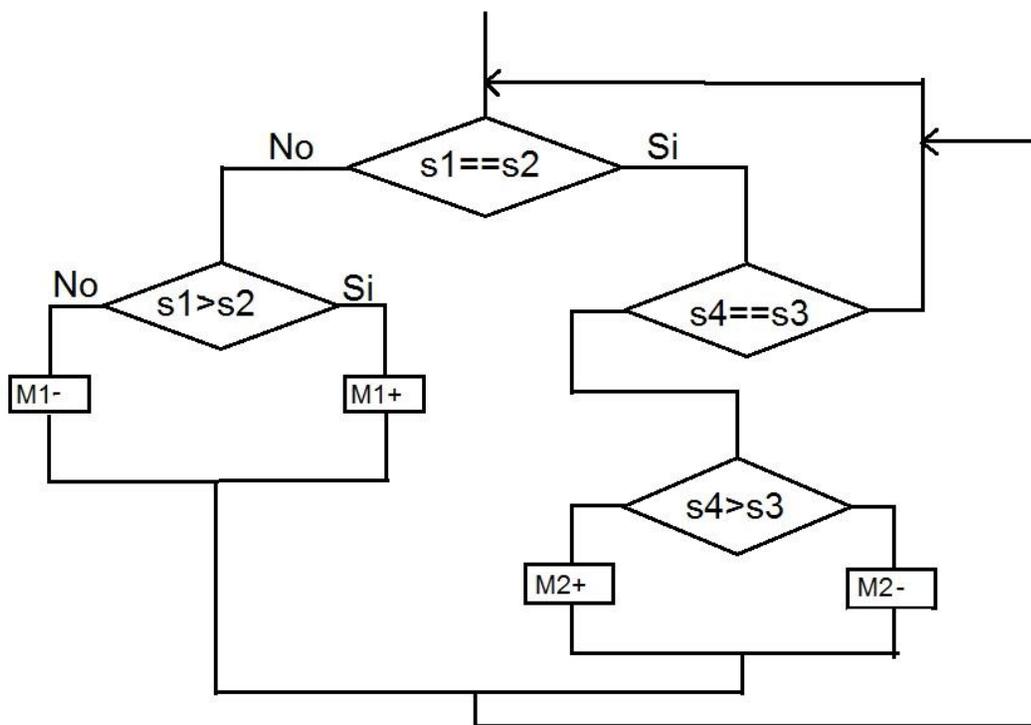


Figura 14. Diagrama de flujo

La imagen representa el diagrama de flujo del código utilizado para el control del movimiento de la plataforma de posicionamiento.

9. Validación del sistema de posicionamiento bajo un ambiente controlado

Para la conclusión del proyecto se debió tomar registro del comportamiento de cada panel. Para obtener la base de datos se implemento una interfaz que tuviera la capacidad de hacer adquisición de datos; la interfaz se desarrollo en un software llamado Labview, desde allí se conecta por comunicación serial (RS232) con el Arduino, y a las entradas analógicas (A0) del Arduino iba conectada la señal captada desde el panel, la cual se reduce a un máximo de 5V por medio de un potenciómetro. Las señales se captaron con un Arduino para cada panel solar.



Figura 15. Sistema de adquisición de datos

Una vez se implementó todo, y se hicieron unas pruebas con un bombillo incandescente simulando al sol, Saliendo por el Oriente y poniéndose por el occidente; se ubicaron el panel solar estático junto a la plataforma de posicionamiento que soporta al otro panel solar. Durante este ejercicio se tomó una base de datos de 123 registros y el resultado fue el siguiente:

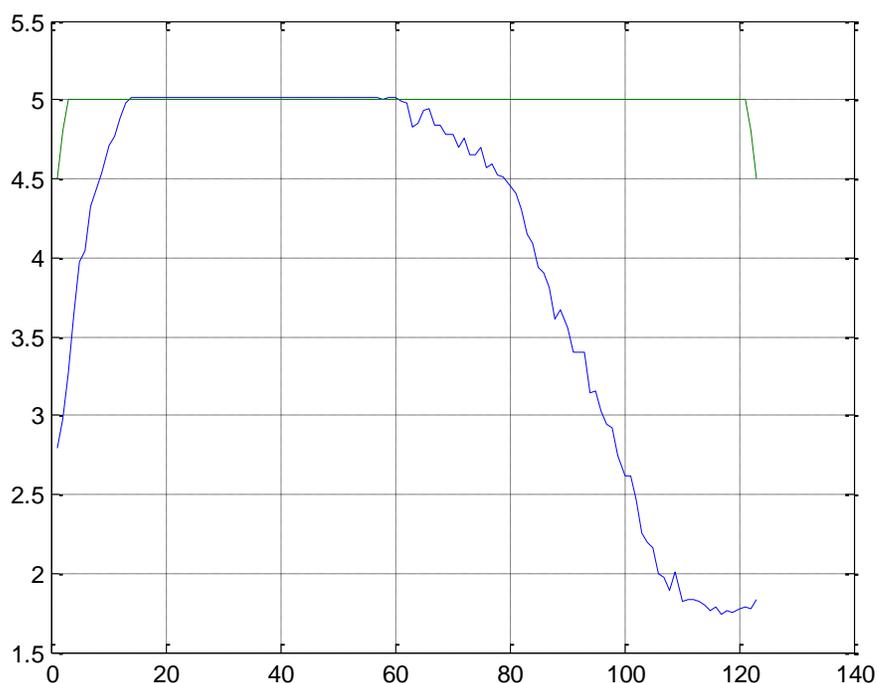


Figura 16. Comparacion de voltajes

La grafica va de 0 a 5 Voltios, durante 123 registros. La línea de color azul es el rendimiento obtenido por el panel solar estático y la línea de color verde es el rendimiento del panel solar soportado en la plataforma de posicionamiento

De la grafica se concluye que durante el proceso que de movimiento que tiene el sol, en nuestro caso el bombillo, solo hay un punto en el que el panel fijo llega a su máxima productividad, este momento es cuando el bombillo está exactamente sobre él, el resto del recorrido, el panel baja su rendimiento, mientras tanto el panel de la plataforma de posicionamiento mantiene durante aproximadamente el 95% del recorrido el mismo voltaje, ya que este tiene la capacidad de moverse al mismo tiempo y dirección que el bombillo, lo que permite que entregue su máximo rendimiento.

10. Conclusiones

➤ Se pudo comprobar que con un ángulo mínimo de 75° y un máximo de 95° en el movimiento de la plataforma en sentido de Norte a Sur, es suficiente para que el panel solar trabaje óptimamente, esto según las pruebas realizadas bajo el ambiente controlado en el que el panel solar mostró su máximo rendimiento. El segundo servomotor tiene toda la libertad de giro, que va desde 0° hasta 180° lo cual es suficiente; comprobándolo tanto en las pruebas de ambiente controlado como en un ambiente común y corriente por principio del movimiento de la tierra.

➤ Se implementaron dos servomotores ya que cuentan con grandes ventajas de control y torque, pues cada uno tenía una capacidad para 6kg, suficiente para desplazar la plataforma de posicionamiento, aunque para el servomotor que se ubica en la base inferior que mueve la plataforma de norte a sur, se recomienda utilizar un servomotor con mayor potencia, teniendo en cuenta que la relación de piñonería implementada fue de 1:1.

➤ Para el control de la plataforma se implementó un Arduino, escogido por sus ventajas en cuanto a sencillez de montajes, programación, y soporte. Efectivamente el Arduino cumplió con las expectativas, pues este tiene herramientas propias que facilitaron la comunicación con el software LabVIEW para la adquisición de datos; así como también fue de gran ayuda para el control del movimiento de la plataforma de posicionamiento, pues cuenta con librerías que ayudan a controlar los servomotores.

➤ De la grafica obtenida se puede observar que el panel estático solo tuvo un rendimiento del 100% durante el 39% del tiempo registrado, mientras que el panel solar ubicado sobre la plataforma de posicionamiento estuvo en el 100% de su rendimiento durante el 90% del tiempo, indicando así una evidente superioridad de rendimiento del 51%.

➤ Efectivamente, como indican las pruebas de desempeño realizadas, la implementación de un sistema de posicionamiento para un panel solar optimizó en un 51% el

aprovechamiento de la energía solar.

11. Recomendaciones

- Se recomiendan las implementaciones de dos ejes con el grado de libertad que mejor se ajuste a la ubicación geográfica, para que sea más óptimo el seguimiento del sol y por ende el rendimiento del panel.

- Es recomendable procurar que la base de la plataforma sea totalmente firme, si esta tiende a moverse con el trabajo del servomotor, habrá una descompensación de fuerza y precisión de este, así como también tener en cuenta las relaciones de piñonería que se vaya a utilizar..

- Es pertinente evitar las sombras de objetos, personas, árboles y edificios sobre el panel solar; Estas producen afectaciones en el rendimiento del mismo aunque cuente con la plataforma de posicionamiento.

12. Bibliografía

- Appa. (2015). Que es la energia solar fotovoltaica? Retrieved May 30, 2015, from http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que_es.php
- Arduino. (2015). Arduino - Inicio. Retrieved May 29, 2015, from <http://www.arduino.cc/>
- Definición de panel solar - Qué es, Significado y Concepto. (2015). Retrieved May 29, 2015, from <http://definicion.de/panel-solar/>
- Electronis-Elctrica. (2015). LDR - Fotorresistencia. Retrieved May 29, 2015, from <http://electronica-electronics.com/info/LDR-fotorresistencia.html>
- Energía solar- Twenergy. (2015). Retrieved May 29, 2015, from <http://twenergy.com/energia/energia-solar>
- energias alternativas y el medio ambiente. de Marahy Martín Pérez en Prezi. (n.d.). Retrieved May 29, 2015, from <https://prezi.com/u8dpxv5qce7j/energias-alternativas-y-el-medio-ambiente/>
- Hagfeldt, A., & Grätzel, M. (2000). Molecular Photovoltaics. *Accounts of Chemical Research*, 33(5), 269–277. <http://doi.org/10.1021/ar980112j>
- info-ab.uclm. (2015). EL SERVOMOTOR. Retrieved May 29, 2015, from <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>
- Kinergy. (2011). Baterias. Retrieved May 29, 2015, from <http://kinergy.com.mx/baterias.html>
- National, I. (2015). LabVIEW. Retrieved May 29, 2015, from <http://colombia.ni.com/>
- Rafael, C. (n.d.). sistemas de adquisición de datos. Retrieved May 29, 2015, from <http://es.slideshare.net/rafaelectronico/sistemas-de-adquisicin-de-datos-42318639>
- Sistema de informacion Ambiental de Colombia - SIAC - Radiación Solar. (2015). Retrieved May 29, 2015, from <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=660&conID=723>

13. Cibergrafía

- <http://www.delsolenergy.net/faqs.php?faq=16>
- <http://www.cemaer.org/>
- http://www.enerpoint.es/photovoltaic_systems.php
- <http://www.greenenergy-latinamerica.com/es/energias-renovables/energia-solar-solar-fotovoltaica-197?gclid=CNXD9sqx4MUCFcoXHwodezsAhQ>
- http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico_seguidor_solar_que_es.html
- http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000200011