

EXPERIENCIA EN LA DOCENCIA DE PRÁCTICAS RELACIONADAS CON LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA: SEGUIDOR SOLAR EN DOS EJES.

Pedro J. Navarro, Fulgencio Soto, Esther De Jodar, Andrés Iborra, Juan Suardíaz

*Departamento de Tecnología Electrónica. Universidad Politécnica de Cartagena.
Campus Muralla del Mar, s/n. 30202 Cartagena (España).
e-mail: pedroj.navarro@upct.es Telf: +34 968 326 546*

Para afianzar y desarrollar las capacidades de los alumnos en asignaturas relacionadas con la energía solar fotovoltaica, el Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena ha seleccionado un conjunto de prácticas orientadas a motivar y educar al alumno en la construcción de pequeños prototipos relacionados con las energías renovables. La práctica que expone este artículo está orientada a la construcción de un SISTEMA DE SEGUIMIENTO SOLAR EN DOS EJES. Esta práctica cumple con el objetivo prioritario de afianzar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, además de lograr un segundo objetivo no menos importante, aunar distintas disciplinas de la ingeniería, lo que se considera muy conveniente dada la heterogeneidad de la procedencia de los alumnos que cursan la asignatura.

1. INTRODUCCIÓN.

En respuesta a la demanda social cada vez más creciente del uso de energías renovables, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Cartagena oferta desde hace una año una asignatura de libre configuración relacionada con la materia. Dicha asignatura es *Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos*. La heterogeneidad de la procedencia de los alumnos matriculados en la misma, ha obligado a buscar unas prácticas que si bien cumplen con el objetivo prioritario de asentar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas, aúnan diferentes disciplinas de la ingeniería para su realización. La realización de un seguidor solar en dos ejes cumple con ese segundo objetivo, ya que, aglutina conocimientos de mecánica, electrónica digital, electrónica analógica, electrotécnica, etc.

2. ESTRUCTURA DE LA ASIGNATURA.

El Programa de la asignatura "Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos" abarca los diferentes ámbitos de conocimiento relacionados con este tema. Es un programa autocontenido, por lo que para su correcto seguimiento sólo es necesario poseer los conocimientos previos de tipo general que tiene cualquier alumno en los primeros años de universidad. La asignatura se puede orientar a estudiantes de primer y segundo ciclo de diversas titulaciones de Ingeniero e Ingeniero Técnico de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Inicialmente se plantea para las Escuelas de Ingeniería Industrial y de Telecomunicaciones, aunque por la amplitud del ámbito de la Energía Solar Fotovoltaica, puede ofertarse, incluyendo una diversificación al campo correspondiente, en las titulaciones de Ingeniería Agrícola y Arquitectura Técnica.

La asignatura se plantea como cuatrimestral, con una carga lectiva de 6 créditos en total, durante el primer cuatrimestre. Los 6 créditos se distribuyen en 4'5 teóricos y 1'5 prácticos. Suponiendo un cuatrimestre de quince semanas lectivas, con una equivalencia de 1 hora semanal por cada 1'5 créditos.

3. SEGUIMIENTO SOLAR.

La necesidad del desarrollo de nuevas fuentes de energía ha renovado el interés por el aprovechamiento de la energía solar. En cualquier caso, la primera condición que debe reunir un sistema de aprovechamiento de energía solar es la de recoger la mayor cantidad posible de energía recibida en un determinado lugar.

Los sistemas actuales de seguimiento solar que se pueden encontrar en el mercado pueden enmarcarse en la siguiente clasificación: sistemas de seguimiento basados en fotosensores y sistemas de seguimiento basados coordenadas calculadas.

Los métodos de seguimiento del sol por coordenadas calculadas obtienen la posición del sol mediante el cálculo de su trayectoria astronómica y no precisan, por tanto, de la presencia física de los rayos solares. Se utilizan frecuentemente en los sistemas de aprovechamiento de la energía solar que requieren un seguimiento indirecto del sol, como ocurre en el caso de los campos de helióstatos de las centrales solares de tipo térmico.

En los sistemas basados en un seguimiento directo del sol, ya sean térmicos o fotovoltaicos, el seguimiento más empleado es, sin embargo, el que utiliza fotosensores, los cuales se valen de la radiación solar directa, para detectar la posición del sol. La imposibilidad del seguimiento cuando el desaparece, son características inherentes a todos los sistemas de seguimiento basados en fotosensores.

4. SEGUIDOR SOLAR EN DOS EJES.

Para afianzar y desarrollar las capacidades de los alumnos en asignaturas relacionadas con la energía solar fotovoltaica, el Departamento de Tecnología Electrónica de la Universidad Politécnica de Cartagena ha seleccionado prácticas orientadas a motivar y educar al alumno en la construcción de pequeños prototipos relacionados con las energías renovables.

La práctica que expone este artículo está orientada a la construcción de un SISTEMA DE SEGUIMIENTO SOLAR EN DOS EJES. El sistema considerará la superficie colectora apuntada al sol, cuando un vector perpendicular a la misma sea paralelo a los rayos solares. En general, para mantener un colector apuntado en todo momento, se precisa un giro del mismo alrededor de dos ejes.

El sistema de seguimiento solar está formado por:

- una estructura, que soportará los motores para el movimiento en ambos ejes, así como los demás elementos del seguidor (captador o célula solar, sistema de posicionamiento, batería, etc)
- una unidad de control, compuesta por sistema analógico / digital para el control de los motores (comparador de ventana, drivers, lógica digital de control, etc).

- un sistema de captación, constituido por los fotosensores y pivote (elemento capaz de proporcionar la luz/sombra sobre los sensores).

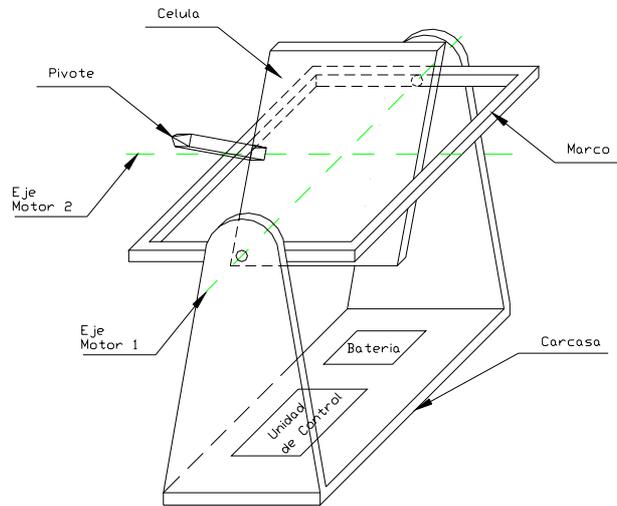


Figura 1. Estructura de un seguidor solar en dos ejes.

5. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL Y PLAN DE TRABAJO DE PRÁCTICAS.

El material utilizado para la realización de las diferentes partes que constituirán el seguir solar está compuesto de:

- Mecano Mod. 8070
- Motoreductores
- Fotosensores
- CI: LM324, 7805, L293B
- Detectores final de carrera
- Célula solar 12V/0.2A
- Batería de 12V – 0,8 A/hora
- Elementos pasivos, cableado y tarjetas de circuito impreso

El plan de prácticas propuesto durante el curso abarca 15 horas lectivas (1'5 créditos) y se compone de:

Tarea	Duración
1. Descripción del problema	1
2. Búsqueda de información	2
3. Diseño mecánico del seguidor	1
4. Diseño electrónico del sistema de puntería	4
5. Búsqueda de componentes	2
6. Montaje mecánico	2
7. Montaje electrónico	2
8. Prueba del prototipo	1
TOTAL	15

Tabla 1. Descripción de tareas de la práctica.

A continuación se expone brevemente las diferentes tareas prácticas que realizan los alumnos a lo largo del curso:



1. En la primera sesión de prácticas se realizará una descripción detallada por parte de los responsables de prácticas de las características del prototipo a desarrollar, se presentarán los materiales disponibles y los recursos académicos para realizar la práctica (fuentes de información Web, bases de datos y textos bibliográficos, etc).



2. La primera tarea de los alumnos consta de una búsqueda bibliográfica en revistas especializadas, bases de datos y en buscadores Web sobre la base de las especificaciones del problema.



3. Con la información recopilada en la sesión anterior el alumno estará en disposición de realizar un boceto del diseño mecánico del seguidor solar, es decir, ubicación de los planos de giro, posicionamiento del sistema de puntería, los motoreductores y la célula solar.



4. El diseño electrónico del sistema de puntería¹ lleva implícito el desarrollo de un *módulo de captación y acondicionamiento*, formado por un puente en el que se integran los fotosensores, un comparador de ventana y una puerta AND (Figura 2). El análisis del diseño mecánico obliga a la colocación de finales de carrera para determinar el final de los planos de giro, ocasionando un nuevo problema añadido al diseño, que el alumno deberá solventar mediante la implementación de un pequeño circuito digital (Figura 3).

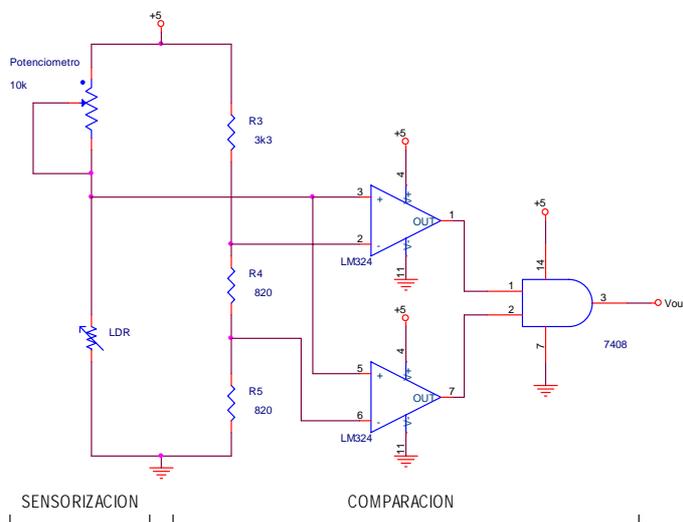


Figura 2. Módulo de captación y control.

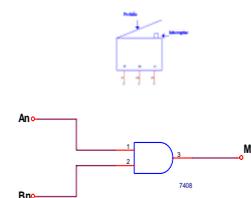


Figura 3. Final de carrera y lógica de control.

¹ Sistema de puntería: Dispositivo que permite que el generador fotovoltaico se posicione perpendicular al foco de radiación en cada instante.

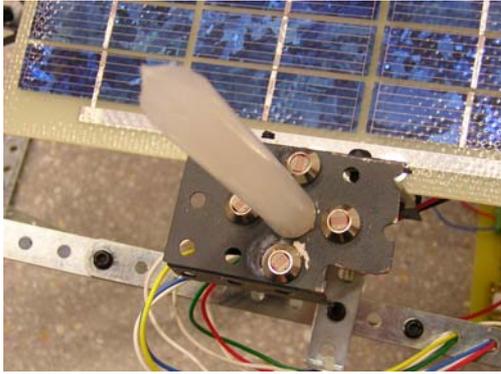


Figura 4. Solución al sistema de captación.



Figura 5. Implementación del circuito.



5. El alumno deberá presentar una lista de componentes para llevar a cabo el montaje mecánico y electrónico de los diseños realizados en las tareas 2 y 3.



6. En esta tarea se realiza el montaje de la estructura del seguidor junto con los elementos asociados, tales como, motoredutores, LDRs y finales de carrera. Las soluciones al problemas pueden ser diversas, la figura 4 muestra una solución para la colocación del sistema de captación para inducir un movimiento en dos planos.



7. La implementación del circuito (Figura 5) se realiza mediante la herramienta OrCAD.



8. Por último se realiza el ensamblaje de todos los módulos y prueba del funcionamiento del prototipo. La figura 6 muestra el resultado final.

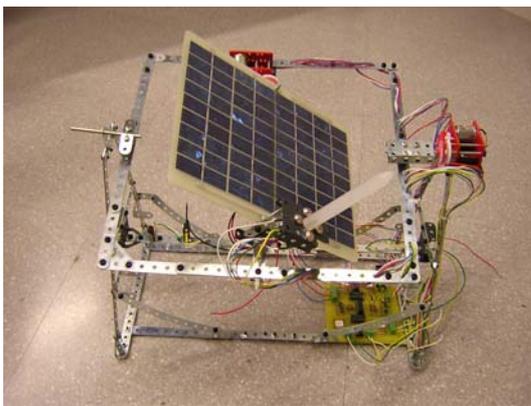


Figura 6. Montaje final de seguidor solar en 2 ejes.

6. CONCLUSIONES.

El artículo muestra el desarrollo y construcción de un seguidor solar en dos ejes como parte práctica de la asignatura de energías renovables. El seguidor permite que el alumno integre en un mismo proyecto conceptos sobre sensores (LDRs y finales de carrera), acondicionamiento de señal, etapa de control de motores y lógica digital. Es gratificante para el profesor observar la motivación que este tipo de montajes práctico provoca en el alumno.

REFERENCIAS.

- [1] José Mompín Poblet, “Energía Solar Fotovoltaica”. Ed. Marcombo, 1985.
- [2] E. Lorenzo et. al., “Electricidad Solar”, Prognesa-UPM, 1994.
- [3] <http://www.remssi.com.ar/>
- [4] <http://www.x-robotics.com/sensores.htm#Luz>
- [5] <http://www.todorobot.com.ar/productos/motores/motores.htm>