



SISTEMA BÁSICO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA INTERIORES



DL SUN-TRACKER 2.0

INTRODUCCIÓN

Los paneles fotovoltaicos fijos no pueden captar la luz solar cuando el sol no incide en el ángulo óptimo. Sin embargo, los sistemas de seguimiento solar ayudan a que los paneles se orienten hacia el sol, aumentando así la producción entre un 10 % y un 25 %. Gracias a que captan la luz solar durante todo el día y en todas las estaciones, la eficiencia de los paneles solares aumenta significativamente.

El **DL SUN-TRACKER 2.0** es un sistema educativo diseñado para **orientar automáticamente un panel solar** hacia la dirección más favorable para la luz solar durante todo el día, maximizando así la cantidad de energía solar captada. El objetivo es mantener los rayos del sol perpendiculares a la superficie del panel para maximizar la absorción de energía a lo largo del día y, en consecuencia, aumentar su eficiencia.

Su funcionamiento ajustable se basa en una estructura mecánica que cambia la orientación de los paneles solares.

Utiliza:

- **Sensores de luz** para detectar la posición del sol, identificando la dirección de la luz más intensa y enviando señales a los motores (**actuadores**) para mover la estructura.



ENERGÍAS RENOVABLES



- **Actuadores** (motores eléctricos) para mover la estructura y
- **Algoritmos de control** para mantener la alineación correcta.

Existen dos categorías principales basadas en los grados de libertad de movimiento (ambas alimentadas por electricidad del sistema solar):

- **Eje único (Single-axis):** Gira los paneles sobre un único eje (normalmente de este a oeste) para seguir la trayectoria diaria del sol.
- **Eje doble (Dual-axis):** Se mueve sobre dos ejes, ajustando tanto la orientación horizontal como la inclinación vertical (altura del sol), como en nuestro sistema. Tiene en cuenta el movimiento diario del sol y los cambios estacionales, asegurando una posición óptima de los paneles y, por lo tanto, permitiendo la máxima producción de energía durante todo el día.

En conclusión, en comparación con las estructuras fijas, los seguidores solares permiten un aumento significativo del rendimiento, que oscila entre el 15 % y el 30 % en sistemas de un solo eje y hasta el 40 % en sistemas de doble eje, lo que garantiza un mejor aprovechamiento de la superficie instalada y un mayor retorno de energía.

Han alcanzado un alto grado de madurez tecnológica: componentes más robustos, algoritmos de control precisos y soluciones mecánicas fiables reducen el riesgo de fallos y simplifican el mantenimiento rutinario. Su amplia implementación también demuestra su competitividad económica y su capacidad para integrarse eficazmente en sistemas a gran escala.

Su adopción sigue siendo un elemento clave en el diseño de los sistemas solares modernos, con beneficios tangibles tanto en términos de rendimiento como de la larga vida útil del sistema.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El curso de formación **DL SUN-TRACKER 2.0** está estructurado en **dos secciones complementarias**, con el objetivo de proporcionar a los alumnos las habilidades fundamentales necesarias para comprender un sistema de seguimiento solar.

Primera sesión

La primera sesión consiste en una ficha de formación que permite un análisis detallado de los componentes mecánicos y eléctricos integrados en un sistema de seguimiento motorizado. El objetivo de la ficha es proporcionar conocimientos fundamentales sobre los principios de control automático y la lógica de seguimiento solar.





La placa incluye un kit de componentes que facilita el estudio y la comprensión de las características de hardware y las técnicas de control utilizadas en un sistema de seguimiento solar con un microcontrolador de código abierto. Las placas del kit incluyen todos los componentes, sensores y actuadores necesarios para desarrollar un sistema de seguimiento solar.

Mediante este simulador, los estudiantes pueden aprender a controlar un sistema de seguimiento solar mediante un microcontrolador programado. Su diseño permite conectar los componentes incluidos en el kit, haciéndolos compatibles entre sí.

Los bloques de circuitos que se montan en la **placa de desarrollo básica** son los siguientes:

- Placa de microcontrolador,
- Placa de visualización para monitorización,
- Placa controladora de motor CC,
- Placa de motor CC + interruptores de límite,
- Placa RTC (**R**eal-**T**ime **C**lock/reloj en tiempo real),
- Placa de joystick,
- Placa Bluetooth,
- Placa DAC (**D**igital to **A**nalog **C**onverter/convertidor digital a analógico),
- Placa LDR (**L**ight **D**ependent **R**esistor/resistencia dependiente de la luz).

El kit también incluye una placa externa con un potenciómetro variable multidecadal.

Las lecciones y herramientas del software de supervisión **OPEN SCADA-WEB** permiten cubrir todos los temas de interés relacionados con las tarjetas mencionadas, y las experiencias de enseñanza abarcan los siguientes temas:

- Programación de microcontroladores de código abierto.
- Mediciones eléctricas de un panel solar de 5 W.
- Estudio de un controlador de motor de CC.
- Control de un motor de doble eje mediante joystick.
- Control de un motor de doble eje mediante Bluetooth.
- Control de un motor de doble eje mediante un sensor de irradiancia LDR (**L**ight **D**ependent **R**esistor / resistencia dependiente de la luz).
- Visualización de datos en una pantalla LCD.

Segunda sesión

La segunda sesión consiste en un sistema de seguimiento solar de interior de doble eje (inclinación y rotación) que proporciona una solución didáctica avanzada para el análisis de modelos de seguimiento solar. El sistema permite un estudio exhaustivo de la dinámica de seguimiento y la optimización de la eficiencia energética en entornos experimentales.





ENERGÍAS RENOVABLES



Está compuesto por dos paneles de **5W** cada uno, con la posibilidad de conectarlos en serie y en paralelo. Con este sistema, el estudiante experimentará con diferentes métodos para controlar un sistema de seguimiento solar de doble eje para interiores y mejorará sus habilidades en diseño de hardware y programación de software.

Las actividades de enseñanza experimental son las siguientes:

- *Control manual analógico:* Experimentación con el posicionamiento asistido del módulo fotovoltaico mediante un joystick multiteje para comprender la dinámica del movimiento mecánico.
- *Control remoto de giro e inclinación mediante protocolo Bluetooth (PAN-TILT):* Control inalámbrico de actuadores mediante una aplicación específica, con el objetivo de estudiar la comunicación punto a punto entre dispositivos móviles y el microcontrolador.
- *Seguimiento fotométrico (seguimiento solar):* Implementación de algoritmos de orientación automática basados en sensores de brillo. El sistema orienta el panel hacia la fuente de luz (natural o artificial) para maximizar el índice de eficiencia energética.
- *Caracterización y análisis optoelectrónico:* Análisis de los efectos de la radiación lumínica en el rendimiento del panel, con monitorización en tiempo real de los parámetros eléctricos clave (tensión, corriente y potencia).
- *Supervisión y control mediante software SCADA:* Integración del sistema con software SCADA (**S**upervisory **C**ontrol and **D**ata **A**cquisition / Control de Supervisión y Adquisición de Datos) para el archivo de datos históricos y el análisis detallado de las curvas características del módulo fotovoltaico.

OPEN SCADA-WEB



El software integrado en este sistema está implementado con supervisión SCADA, lo que permite al usuario final:

- *Enfoque didáctico:* El programa está estructurado con un enfoque didáctico, que incluye la información teórica y práctica necesaria para completar los ejercicios propuestos.



ENERGÍAS RENOVABLES



- *Código abierto:* La licencia permite a los estudiantes modificar los proyectos incluidos en el sistema y personalizarlos para mostrar los parámetros de su interés.
- *Aprendizaje a distancia:* Con el software, puede supervisar su sistema de forma remota desde un ordenador local o remoto mediante conexión a internet.

El software SCADA intercambia información con todos los subsistemas del simulador, mostrando datos y el estado de los sensores para monitorizar el sistema en tiempo real. Además, funciona como un software de instrucción asistida por ordenador (**Computer-Aided Instruction - CAI**) que guía al alumno durante su proceso de aprendizaje.

La comunicación con el PC se realiza a través del protocolo Modbus RS485.

Fuente de alimentación: monofásica de la red, 50/60 Hz.

Se suministra con todos los accesorios necesarios (cables, software y una llave de protección del puerto USB para el software SCADA) y con un manual práctico detallado.