



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
División de Tecnologías para la Integración Ciber – Humana
Seminario de problemas de programación de sistemas embebidos
Sección -D01



TORRETA SEGUIDORA DE LUZ



Carrito Seguidor de Luz con ESP32

Profesor: Chávez Martinez, Ehecatl Joel

Alumnos:

Cabrera Gómez, Sergio Nicolas Código: 222328115

Davalos Magaña, Jonathan Israel Código: 219339068

Martínez Flores, Cassandra Frine Código: 218456125

20 – 04 - 2025

Introducción

Este proyecto consiste en el diseño e implementación de una torre seguidora de luz, capaz de orientarse automáticamente hacia una fuente luminosa. Para ello, se utilizó un microcontrolador ESP32, sensores LDR (fotorresistencias), y dos servomotores que controlan los ejes, horizontal (X) y vertical (Y) de la torreta. La estructura incluyó una base impresa en 3D especialmente diseñada para alojar los sensores de luz en posiciones estratégicas.

Este sistema permite aplicar principios de detección de luz, control de posición angular y programación embebida, con aplicaciones potenciales en robótica, seguimiento solar o sistemas de posicionamiento automático.

Objetivo General

Diseñar e implementar una torre seguidora de luz que oriente su posición hacia la dirección de mayor intensidad luminosa utilizando ESP32, sensores fotoresistivos y servomotores.

Objetivos Específicos

- Leer señales analógicas provenientes de fotorresistencias.
- Calcular diferencias de luz entre cuatro cuadrantes.
- Implementar control de posición mediante servomotores.
- Evaluar la respuesta del sistema ante estímulos luminosos reales.

Marco Teórico

Las fotorresistencias (LDRs) son sensores cuya resistencia disminuye a medida que la intensidad de luz aumenta. Conectadas en un divisor de voltaje, permiten obtener una señal analógica proporcional a la luz incidente, que puede ser leída por el ESP32.

El ESP32 ofrece entradas analógicas precisas y puede generar señales PWM para controlar servomotores, lo cual es ideal para movimientos de posicionamiento. Los servomotores empleados permiten movimientos entre 0° y 180°, útiles para manipular la torre en dos ejes.

La lógica de seguimiento consiste en comparar los niveles de luz de cada cuadrante (superior/izquierdo/derecho/inferior) y realizar ajustes de orientación hasta que los valores se igualen, lo cual indica que la fuente luminosa está centrada.

Materiales

Componente	Cantidad
ESP32	1
Servomotores (microservo SG90 o similar)	2
Fotorresistencias (LDR)	4
Resistencias Pull-down (10kΩ)	4

Componente	Cantidad
Base impresa en 3D para LDRs	1
Estructura base para torre	1
Jumpers	Varios
Fuente de alimentación 5V	1

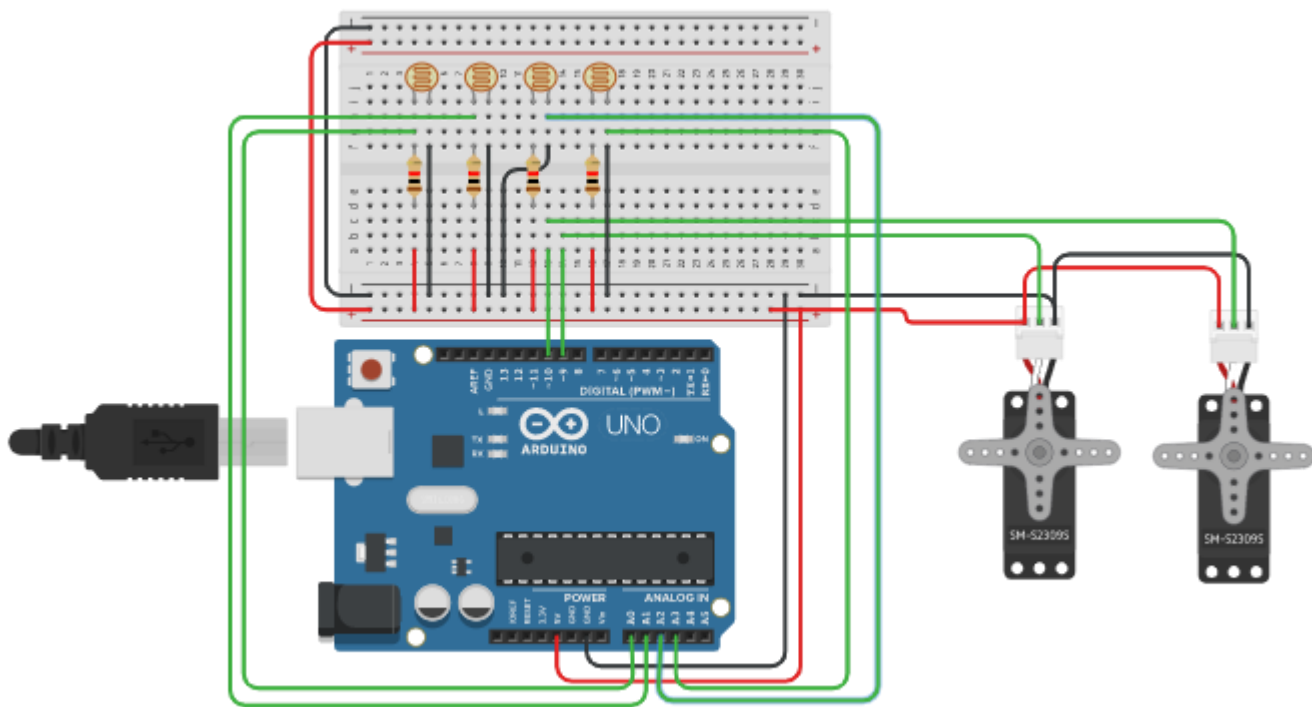
Desarrollo del Proyecto

El sistema fue construido a partir de dos servomotores conectados en cascada: el primero controla el eje X (rotación horizontal) y el segundo, montado encima, controla el eje Y (inclinación vertical). Sobre el segundo servo se montó una base impresa en 3D, diseñada con precisión para alojar las cuatro fotorresistencias en posiciones fijas orientadas en cruz: superior derecha, superior izquierda, inferior derecha e inferior izquierda.

El código cargado en el ESP32 permite leer las señales analógicas de los sensores y, al detectar una diferencia de intensidad lumínica, mueve los servos en pasos pequeños hacia la dirección con mayor iluminación, buscando balancear los valores.

Los movimientos son suaves y graduales, definidos por un margen (tolerancia) y un paso angular para cada eje.

Diagrama eléctrico



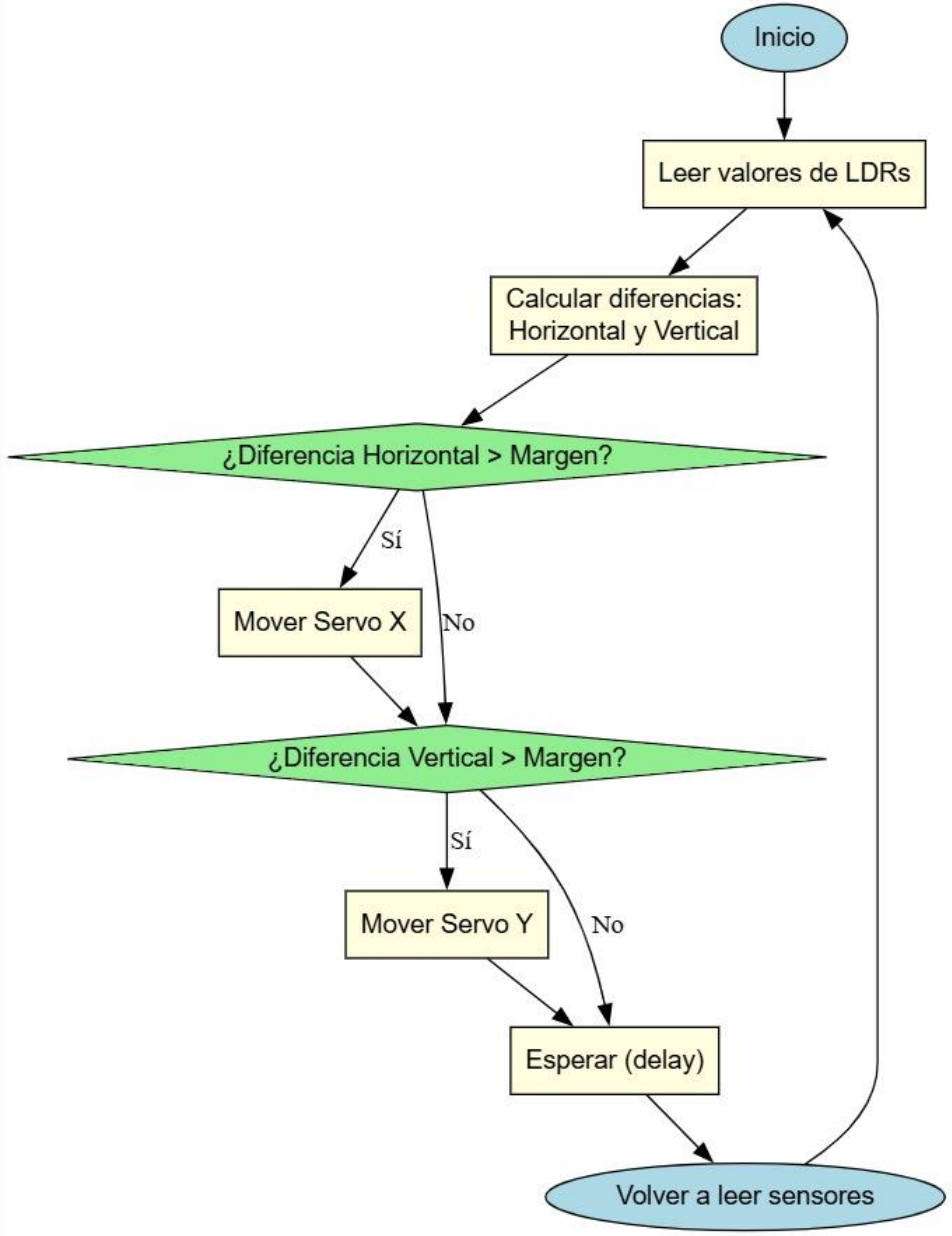
Implementación Física

La torre seguidora fue montada sobre una base estable con dos niveles de movimiento angular. En la base inferior se instaló el servo para el eje X, que permite girar horizontalmente la estructura. Encima se fijó el servo del eje Y, que permite la inclinación vertical.

Sobre este segundo servo se instaló una base personalizada impresa en 3D, la cual incluye cuatro orificios precisos para insertar las fotorresistencias en una configuración cruzada. Esta impresión 3D proporcionó estabilidad, precisión y simetría en la recolección de datos de luz.

Los sensores se conectaron mediante divisores de voltaje con resistencias pull-down de 10kΩ y se conectaron a los pines analógicos del ESP32. Todo el cableado fue organizado cuidadosamente para evitar interferencias en el movimiento.

Diagrama de Flujo



Procedimiento

1. Diseñar y ensamblar la estructura mecánica con dos servos para los ejes X y Y.
2. Imprimir la base en 3D para los sensores LDR, asegurando la posición correcta de los huecos.
3. Insertar los LDRs en la base 3D y conectar con resistencias pull-down.

- 4. Conectar los servomotores al ESP32 mediante pines digitales PWM.
- 5. Programar el ESP32 en Arduino IDE con el código de seguimiento de luz.
- 6. Alimentar el sistema desde una fuente de 5V.
- 7. Probar el sistema acercando una fuente de luz en distintas direcciones.
- 8. Observar y verificar el comportamiento de la torreta.

Resultados

Durante las pruebas, la torre reaccionó correctamente ante fuentes de luz ubicadas en diferentes posiciones, como se muestra a continuación:

Condición de luz	Movimiento de la torre
Luz centrada	Se mantiene en posición inicial
Luz a la izquierda	Gira hacia la izquierda (eje X)
Luz a la derecha	Gira hacia la derecha (eje X)
Luz arriba	Se inclina hacia arriba (eje Y)
Luz abajo	Se inclina hacia abajo (eje Y)
Luz diagonal (por ejemplo, arriba-izquierda)	Movimiento combinado en X e Y
Oscuridad	Se mantiene sin movimiento

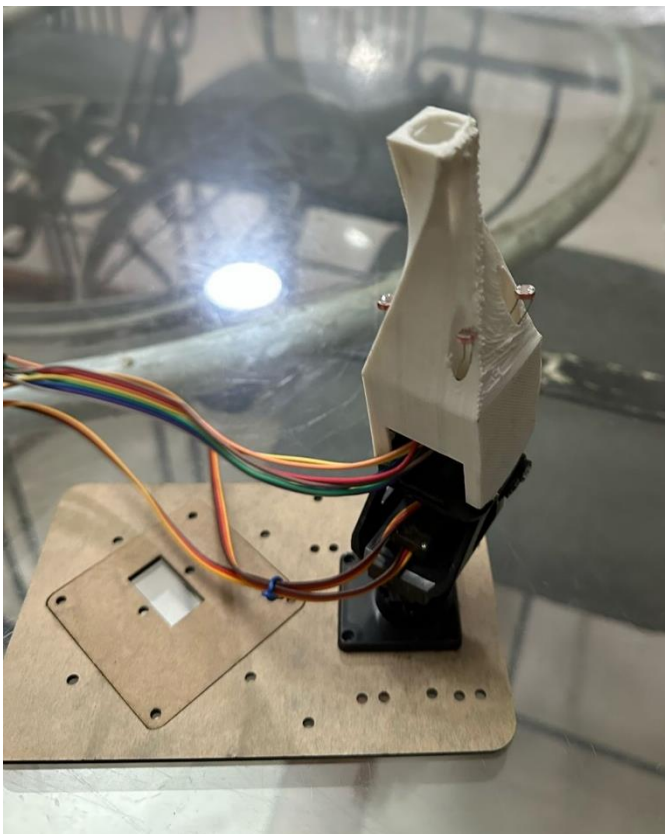
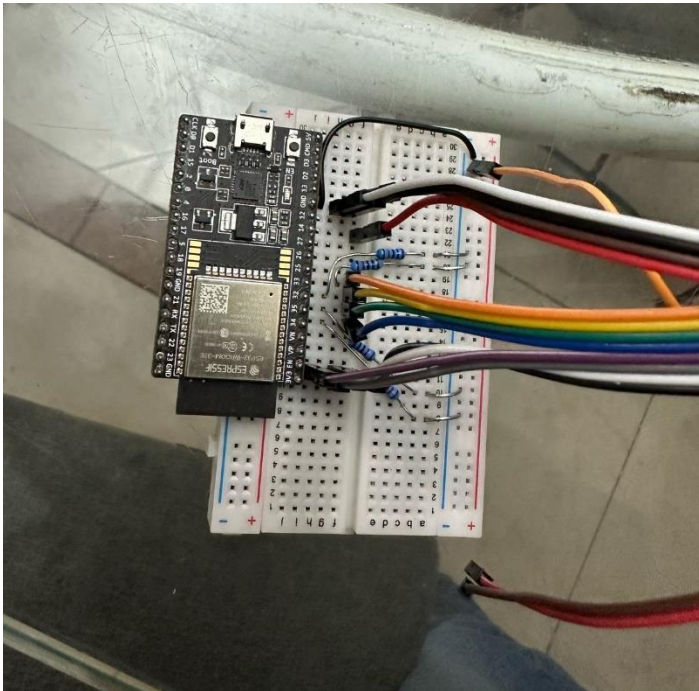
La respuesta fue estable, precisa y reproducible. La estructura impresa en 3D contribuyó a una colocación firme de los sensores, lo que permitió lecturas más fiables.

Conclusión

Se logró implementar con éxito una torre seguidora de luz funcional y estable, utilizando dos servomotores, sensores LDR y un ESP32. El uso de una base impresa en 3D para fijar las fotorresistencias representó una mejora significativa en cuanto a precisión y estética.

Este proyecto permitió reforzar conocimientos sobre sensores analógicos, control de servos, estructuras físicas y programación embebida. El sistema puede escalarse fácilmente para aplicaciones como seguimiento solar o cámaras automáticas.

Anexos



Referencias

- [1] Arduino, “Arduino Reference,” [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/reference/en/>. [Accessed: May 21, 2025].
- [2] madhephaestus, “ESP32Servo Library,” GitHub repository, [Online]. Available: <https://github.com/madhephaestus/ESP32Servo>. [Accessed: May 21, 2025].
- [3] AG Electronica, “KY-018 Datasheet,” ALLDATASHEET.COM, [Online]. Available: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/2045019/AGELECTRONICA/KY-018.html>. [Accessed: May 21, 2025].

[4] Espressif Systems, “ESP-IDF LEDC API Reference,” [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/peripherals/ledc.html>. [Accessed: May 21, 2025].