

PLC con microcontrolador ESP32

Joaquín Della Torre

joaquindellatorre@impatrq.com

Braulio Romero Domínguez

braulioromerodominguez@impatrq.com

Renzo Erbino

renzoerbino@impatrq.com

Alejandro Villegas González

alejandrovillegasgonzalez@impatrq.com

Adquisición de Datos – EEST N°7

Resumen— Este proyecto presenta el desarrollo de un Controlador Lógico Programable (PLC) basado en el microcontrolador ESP32, con seis entradas y cuatro salidas. El sistema fue programado utilizando lógica Ladder, que sigue los principios de la lógica cableada, garantizando un proceso de configuración simple e intuitivo. Además, se implementó una interfaz web que permite monitorear en tiempo real el estado de las entradas y salidas, mejorando la usabilidad y accesibilidad del sistema. Los resultados obtenidos demostraron facilidad en la programación y un rendimiento confiable, lo que confirma su idoneidad para diversas aplicaciones que requieran sistemas de control programables. El diseño propuesto del PLC ofrece una solución económica y escalable para entornos industriales y educativos, combinando características de control profesional con alternativas de bajo costo.

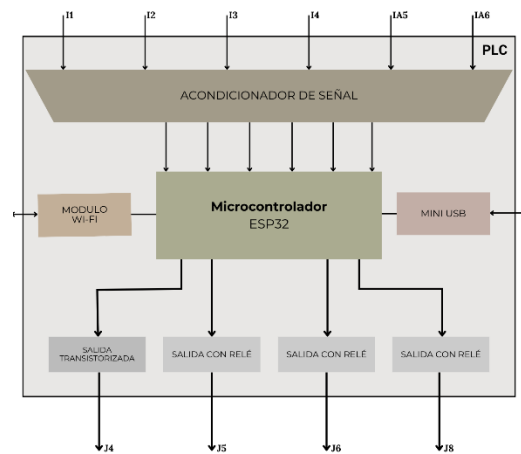


Fig. 1 Diagrama en bloques del PLC

I. INTRODUCCIÓN

El uso de Controladores Lógicos Programables (PLC) se ha extendido ampliamente en entornos industriales y educativos, debido a su versatilidad y eficiencia para automatizar procesos. Inspirados por la enseñanza de lógica Ladder recibida el año pasado, decidimos desarrollar un PLC desde cero utilizando un microcontrolador. Este proyecto no solo busca demostrar una alternativa más accesible y económica para la construcción de PLC, sino también maximizar sus capacidades al integrar una página web que permite visualizar en tiempo real el estado de las entradas y salidas. Esta implementación combina la simplicidad y flexibilidad de la programación Ladder con las ventajas de los microcontroladores modernos, ofreciendo una solución innovadora y funcional para aplicaciones prácticas y educativas.

II. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

A. Diagrama en bloques

B. Diagrama de código

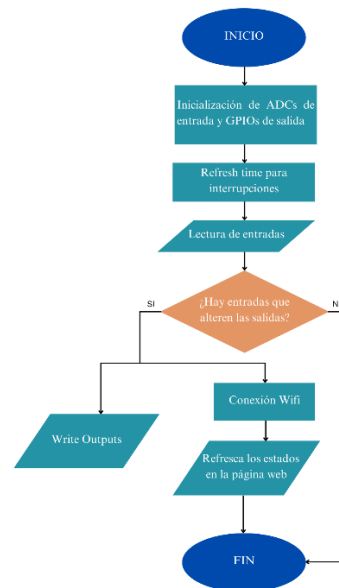


Fig. 2 Diagrama de Flujo del código del ESP32

El diagrama de código de la página web se encuentra en el GitHub, ver [1].

C. Descripción de circuitos

- 1) *Entrada digital:* El sistema cuenta con cuatro de las seis entradas digitales, cada una equipada con un optoacoplador. Este componente reduce la señal de entrada de 12V o 24V a un rango de 0 a 3.3V, compatible con el microcontrolador. Este método es comúnmente empleado para proteger las entradas de los microprocesadores.

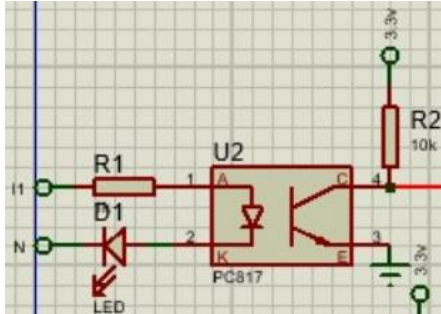


Fig. 3 Ejemplo de entrada digital en esquemático.

- 2) *Entrada analógica:* Estas entradas incluyen un sistema de reducción de tensión que ajusta un rango de 0-10V a niveles aceptables para el microcontrolador. Este proceso se realiza en una etapa inicial, seguida de un seguidor de tensión que aísla la entrada de la salida antes de conectarse al microcontrolador.

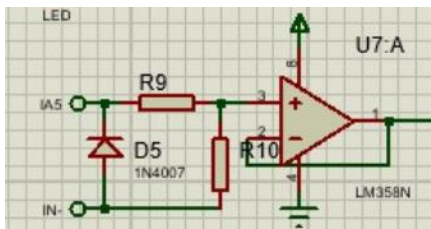


Fig. 4 Entrada analógica en esquemático.

- 3) *Microcontrolador:* El microcontrolador en este circuito desempeña un papel fundamental como el "núcleo" del PLC, encargándose de gestionar todas las entradas y salidas del sistema. Además, ejecuta las tareas necesarias, controla el funcionamiento general del PLC y asegura la correcta interacción entre los componentes del sistema.



Fig. 5 Microcontrolador ESP32.

- 4) *Salida con etapa de potencia de relé:* Esta salida utiliza un mecanismo básico de etapa de potencia con relé, siendo uno de los dos tipos disponibles en el PLC. Este enfoque permite controlar salidas de alta potencia de manera segura y eficiente.

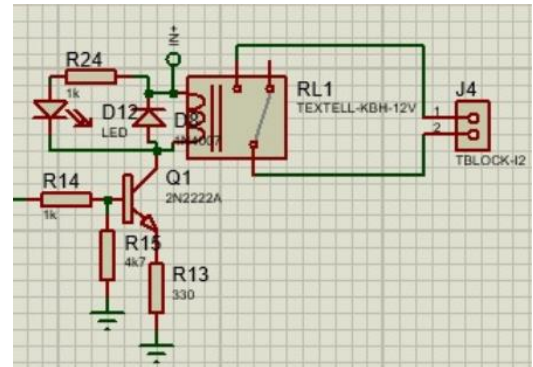


Fig. 6 Salida con relé en el esquemático.

- 5) *Salida transistorizada:* Las salidas transistorizadas en un PLC se emplean cuando se necesita una respuesta rápida, un alto número de conmutaciones y el manejo de señales digitales. Sin embargo, están limitadas a manejar cargas de menor potencia en comparación con las salidas de relé.

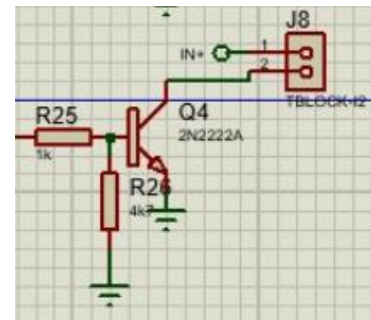


Fig. 7 Salida transistorizada.

- 6) *Regulador de tensión:* Este se encarga de reducir la señal de entrada de 24V a 5V, nivel necesario para el funcionamiento del microcontrolador.

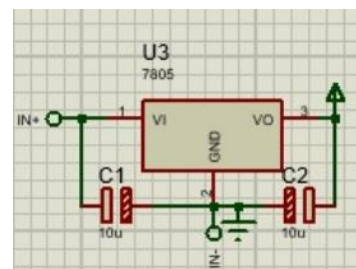


Fig. 8 Regulador de tensión.

III. ALCANCE LOGRADO

Con el proyecto, se desarrolló un Controlador Lógico Programable (PLC) utilizando un microcontrolador ESP32, cumpliendo con los objetivos propuestos de crear un sistema de control accesible y funcional. El sistema es capaz de gestionar

entradas y salidas digitales, con una interfaz web que permite la visualización en tiempo real del estado de estas.

Entre las características funcionales del sistema se incluyen: la capacidad de reducir señales de alta tensión a niveles compatibles con el microcontrolador, un control eficiente de las entradas y salidas a través de la lógica Ladder, y la integración de una página web para el monitoreo remoto.

Además, se utilizó un adaptador de Ladder a lenguaje que el ESP32 pueda leer, llamado IoT Ladder Editor, ver [2].

Sin embargo, el sistema presenta algunas limitaciones, como la capacidad de manejar solo cargas de baja potencia en las salidas transistorizadas y la dependencia de componentes adicionales para el aislamiento de las entradas. Además, aunque el sistema es adecuado para aplicaciones básicas y educativas, podría mejorar en aspectos como la ampliación de las salidas de mayor potencia y la integración con más tipos de sensores y actuadores. Otra limitación importante es que no es posible cambiar el código del PLC en tiempo real, lo que limita su flexibilidad en aplicaciones que requieran modificaciones dinámicas.

En resumen, el proyecto cumplió con los objetivos de crear un PLC económico y funcional, pero aún tiene áreas para optimizarse en términos de capacidad de carga, ampliación de funciones y flexibilidad en la programación.

IV. CONCLUSIONES

El proyecto cumplió los objetivos planteados al desarrollar un Controlador Lógico Programable (PLC) basado en el microcontrolador ESP32. Se logró un sistema funcional, accesible y económico, con gestión de entradas y salidas mediante lógica Ladder y monitoreo en tiempo real a través de una interfaz web.

Durante el desarrollo, adquirimos conocimientos sobre la integración de microcontroladores, programación en Ladder y diseño de interfaces web. También identificamos áreas de mejora clave para aumentar la flexibilidad, capacidad de expansión y calidad del diseño.

Entre las propuestas de mejora, destaca la fabricación de módulos de interfaz para entradas y salidas que puedan conectarse al PLC mediante un protocolo de comunicación, como I2C. Esto permitiría centralizar la comunicación con un único bus I2C, incrementando significativamente la capacidad de entradas y salidas disponibles sin complicar el diseño. Adicionalmente, se propone integrar una pantalla física al PLC para permitir la programación directamente desde el dispositivo, aumentando su autonomía.

Otras mejoras incluyen la posibilidad de modificar y visualizar el código del PLC en tiempo real, el uso de soldaduras más robustas para mejorar la durabilidad, y la incorporación de módulos que permitan manejar cargas de mayor potencia. Estas modificaciones harían al sistema más versátil y adaptado a aplicaciones más exigentes.

En resumen, el proyecto alcanzó sus objetivos iniciales y proporcionó un aprendizaje valioso. Las propuestas de mejora permitirían desarrollar un PLC más eficiente, escalable y funcional, ampliando su potencial en diversos escenarios.

V. ANEXOS

- [1] Repositorio de GitHub del proyecto. [Online] Página: https://github.com/heyboiiii/PLC_ESP32

- [2] Repositorio de GitHub de IoT Ladder Editor, compilador de Ladder a C. [Online] Página: <https://github.com/leofds/iot-ladder-editor>

ESP32/ESP8266 MicroPython Web Server – Control Outputs [Online] Página: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-esp8266-micropython-web-server/>

Lista de instrucciones (AWL) [Online] Página: https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/lista-de-instrucciones-awl.html

Installing OpenPLC Runtime on Microcontrollers [Online] Página: <https://autonomylogic.com/docs/installing-openplc-runtime-on-arduino-and-other-platforms/>

Esquemático

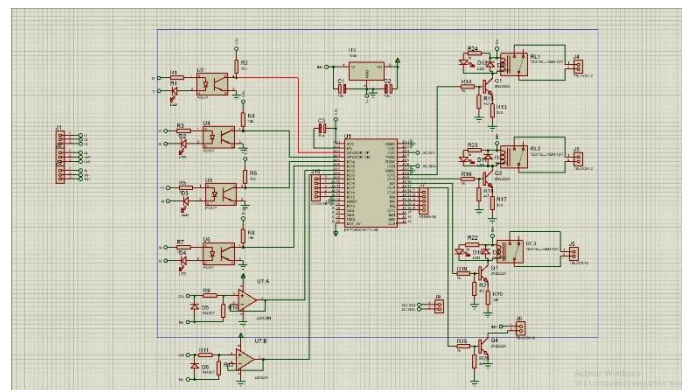


Fig. 9 Esquemático de la placa del PLC.

PCB

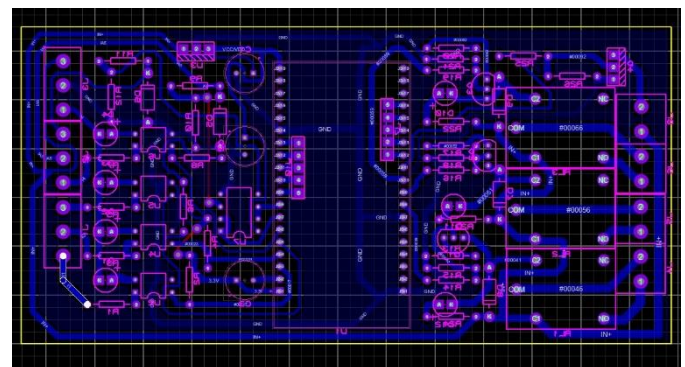


Fig. 10 PCB de la placa.