

**Desarrollo e implementación de un sistema domótico de líneas eléctricas para sucursales
de Unidrogas S.A.S.**

Juan David Álvarez García

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

Director

Ing. Omar Peña

Magister en ingeniería

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Mecatrónica

2025

Dedicatoria

Primeramente, agradecer a Dios por la oportunidad que me dio de estudiar por medio de una beca, de darme las fuerzas y la valentía para afrontar cada reto con resiliencia. Su compañía ha hecho sentirme con la tranquilidad de saber que todo va a estar bien sin importar el resultado.

A mis padres: Javier Álvarez y Daris García, por ser aquellas personas que Dios ha puesto para instruirme en la vida; por permanecer siempre a mi lado, escuchándome y animándome en momentos de angustia y ansiedad; porque cuando más los necesité, estuvieron ahí para mí. Estoy muy agradecido de ser su hijo, pues los principios y valores que me han inculcado me han traído hasta este punto de mi vida. Gracias por su paciencia, los amo con todo mi corazón y siempre estaré agradecido con ustedes por todos los sacrificios que han hecho para verme cumplir este sueño.

Espero poder retribuirles un poco de ese amor incondicional que han tenido por mí.

“El Señor mismo marchará al frente de ti y estará contigo; nunca te dejará ni te abandonará. No temas ni te desanimas” Deuteronomio 31:8

Contenido

Introducción	9
1. Desarrollo e implementación de un sistema domótico de líneas eléctricas para sucursales de Unidrogas S.A.S.....	10
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Justificación.....	11
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
2. Marco referencial	13
2.1 Marco teórico	13
2.1.1 Domótica y su aplicación en la industria.....	13
2.1.2 Arquitectura de sistemas domóticos.....	14
2.1.3 Microcontroladores y electrónica para la automatización.....	14
2.2 Marco conceptual	17
3. Método	18
4. Resultados	19
4.1 Base de datos.....	19
4.2 Integración de los scripts.....	20
4.3 Estructura física.....	21
4.3.1 Conexiones electrónicas y eléctricas	22
4.4 Documentación.....	25
5. Conclusiones.....	25

Referencias.....	27
------------------	----

Lista de figuras

Figura 1. <i>Terminales de un relé</i>	16
Figura 2. <i>Contactador CHINT</i>	17
Figura 3. <i>Diagrama entidad-relación</i>	20
Figura 4. <i>Diseño estructura física</i>	22
Figura 5. <i>Conexiones entre shield y relés</i>	22
Figura 6. <i>Conexiones entre relés, contactores y alimentación</i>	23
Figura 7. <i>Vista superior de la estructura</i>	24
Figura 8. <i>Vista isométrica de la estructura</i>	24
Figura 9. <i>Tablero de automatización</i>	25
Figura 10. <i>Histórico de consumo</i>	26

Lista de apéndices

Apéndice A. Diagrama de flujo del script de Python,

Apéndice B. Diagrama de flujo del código de Arduino.

Apéndice C. Manual de instalación del sistema de automatización.

Nota: los apéndices son archivos externos al documento.

Resumen

Unidrogas S.A.S. es una empresa colombiana dedicada a la distribución de medicamentos a nivel nacional; en sus sucursales, el control manual de líneas eléctricas generaba ineficiencias operativas debido al error humano, por lo que existe un consumo energético innecesario. Para abordar esta problemática, se desarrolló e implementó un sistema domótico basado en un ESP32, que permite la automatización del encendido y apagado de líneas eléctricas de baja potencia con el uso de contactores a través de una conexión HTTP. El sistema integra una base de datos centralizada y scripts de Python, que gestionan y ejecutan los horarios programados de operación. Se realizaron pruebas de carga y estrés, sometiendo el sistema a activaciones periódicas durante varios días sin interrupción, validando su estabilidad y precisión. Así mismo, se diseñó una estructura física optimizada para garantizar ventilación, disipación térmica y facilidad de mantenimiento. Como resultado, se logró una gestión eficiente de las líneas eléctricas, reduciendo la intervención manual y optimizando el consumo energético en las sucursales, logrando una disminución de un 15% y 22% del consumo eléctrico de 2 de las 4 sucursales ya automatizadas.

Palabras clave: domótica, control eléctrico, automatización, base de datos, ESP32.

Abstract

Unidrogas S.A.S. is a Colombian company dedicated to the nationwide distribution of pharmaceuticals. In its branches, the manual control of electrical lines led to operational inefficiencies due to human error, resulting in unnecessary energy consumption. To address this issue, a home automation system based on an ESP32 was developed and implemented, enabling the automated switching of low-power electrical lines using contactors via an HTTP connection. The system integrates a centralized database and Python scripts to manage and execute scheduled operating times. Load and stress tests were conducted by subjecting the system to periodic activations over several days without interruption, validating its stability and accuracy. Additionally, a physical structure was designed to ensure proper ventilation, thermal dissipation, and ease of maintenance. As a result, efficient management of electrical lines was achieved, reducing manual intervention and optimizing energy consumption in the branches, leading to a 15% to 22% reduction in electricity consumption in two of the four automated branches.

Keywords: home automation, electrical control, automation, database, ESP32.

Introducción

El proyecto tiene como finalidad desarrollar e implementar un sistema de domótica para las sucursales de Unidrogas S.A.S. que permitirá el control remoto y la programación de líneas eléctricas de baja potencia; este sistema no solo busca optimizar el consumo energético, sino que también tiene como objetivo a largo plazo mejorar la eficiencia operativa en todas las sucursales de la empresa a nivel nacional. el objetivo principal del proyecto es diseñar un dispositivo que automatice funciones eléctricas, permitiendo así gestionar los recursos de manera más eficiente y segura.

La justificación de esta iniciativa radica en la creciente necesidad de reducir costos operativos y determinar un uso de energía mejor distribuido y orientado a la máxima eficiencia posible; con base en lo anterior, el proyecto contribuirá en otorgar una gestión más efectiva de las operaciones diarias en cada sucursal en cuanto a consumo energético se refiere.

Además, la implementación de este sistema será fundamental para modernizar las instalaciones, mejorar el control sobre los sistemas eléctricos y generar significativos ahorros energéticos; este enfoque no solo beneficiará a Unidrogas S.A.S. en términos económicos, sino que también tendrá un impacto positivo en el medio ambiente.

1. Desarrollo e implementación de un sistema domótico de líneas eléctricas para sucursales de Unidrogas S.A.S.

1.1 Planteamiento del problema

Unidrogas S.A.S. una empresa colombiana que destaca la importancia de la eficiencia y el control en sus operaciones debido a su amplia red de sucursales y la elevada demanda de productos farmacéuticos en el país. Esta extensa infraestructura y el compromiso de la empresa con el bienestar social y la calidad del servicio han incrementado la necesidad de gestionar sus recursos de manera optimizada para asegurar la sostenibilidad y competitividad en el sector. Sin embargo, la falta de un sistema de automatización de funciones eléctricas en las sucursales ha generado ineficiencias en el consumo energético y, sobre todo, un aumento en los costos operativos, los cuales podrían impactar negativamente en su misión y visión de liderazgo.

Actualmente, la gestión eléctrica en las sucursales es, en su inmensa mayoría, manual, lo que limita la capacidad de la empresa para programar y controlar de manera eficiente el uso de sus sistemas de iluminación, de mostradores de productos y otros dispositivos de bajo consumo; este manejo manual no solo incrementa el riesgo de errores humanos, sino que también resulta en un desperdicio de energía y recursos financieros, aspectos que podrían resolverse con una intervención basada en la tecnología de domótica. La implementación de un sistema automatizado no solo ayudaría a optimizar los costos operativos, sino que también permitiría a Unidrogas S.A.S. alinearse con prácticas sostenibles, mejorando así su eficiencia operativa y reduciendo su huella de carbono, en concordancia con sus objetivos de mejora continua y compromiso con el bienestar de la comunidad.

La solución propuesta busca abordar esta problemática mediante el desarrollo de un sistema de domótica capaz de controlar y programar remotamente las líneas eléctricas en cada

sucursal. Esta solución tiene el potencial de transformar el enfoque operativo de la empresa ya que reduciría significativamente el consumo energético, modernizaría las instalaciones y aseguraría una gestión de recursos mucho más eficiente y segura.

1.2 Justificación

El proyecto de implementación de un sistema de domótica para el control remoto de líneas eléctricas de baja potencia surge de la necesidad de optimizar el consumo energético y mejorar la eficiencia operativa en la gestión diaria de los recursos eléctricos de las sucursales. La empresa cuenta con una infraestructura distribuida a nivel nacional, lo que implica un alto costo operativo y un elevado consumo de energía; además, en un entorno empresarial en el que se busca maximizar la eficiencia y reducir costos, la falta de un sistema automatizado para el control de las instalaciones eléctricas representa una oportunidad de mejora clave.

La identificación del problema proviene del análisis de los altos costos energéticos y la falta de un control centralizado sobre las funciones eléctricas en las diferentes sucursales a lo largo del país. La gestión manual de las líneas eléctricas no permite un uso eficiente de los recursos, lo que conlleva un desperdicio de energía, un aumento en los costos operativos y la posibilidad del error humano en la gestión de las líneas eléctricas. Es por esto por lo que el desarrollo de un sistema domótico permitirá automatizar estas funciones, garantizando un uso racional de la energía a través de la programación de horarios de encendido y apagado de las líneas eléctricas.

Para validar la solución propuesta será necesario realizar pruebas exhaustivas en sucursales piloto; estas pruebas incluirán la evaluación del rendimiento del sistema en cuanto al control de las líneas eléctricas, la programación de horarios y la integración con la infraestructura existente. Además, se deberá monitorear el consumo energético antes y después de la implementación para

verificar el impacto de la solución. Para ello, se requerirá un dispositivo confiable, capaz de operar de manera segura en entornos comerciales, y que cumpla con los estándares de seguridad eléctrica para garantizar su aplicabilidad en todas las sucursales de la empresa.

Inicialmente, se desarrollará y validará un prototipo que será probado en varias sucursales de la zona metropolitana de Bucaramanga. Una vez comprobada su efectividad según la evaluación del rendimiento presentado anteriormente, el sistema se implementará de manera masiva en el resto de las sucursales.

Si el proyecto no se aborda, Unidrogas S.A.S. continuará enfrentando altos costos operativos debido al consumo ineficiente de energía; además, la empresa podría perder competitividad al no adoptar soluciones tecnológicas que optimicen su funcionamiento y que reduzcan el impacto ambiental. Por lo tanto, no implementar esta solución representaría una oportunidad perdida para mejorar tanto el rendimiento de las sucursales como el cumplimiento de los objetivos empresariales de crecimiento y sostenibilidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema de automatización que permita el control remoto y la programación de líneas eléctricas de hasta 7 amperios en sucursales de la empresa.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar una base de datos centralizada que permita almacenar y gestionar la programación de horarios de las líneas eléctricas automatizadas.

- Desarrollar scripts en Python y Arduino para la actualización, consulta y ejecución de los horarios programados.
- Diseñar y construir una estructura física adecuada para alojar los componentes electrónicos del sistema.
- Crear documentación para el uso e implementación del sistema de domótica.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Domótica y su aplicación en la industria

“La domótica es la gestión inteligente de todos los aspectos relacionados con la seguridad, el bienestar y el confort de una vivienda o edificio. Mediante un conjunto de tecnologías se automatizan, controlan, administran y optimizan diferentes sistemas.” Repsol [6].

Esta tecnología posibilita la automatización de diversas funciones dentro de un edificio o vivienda por medio de un sistema inteligente. Una de sus principales ventajas es la contribución a la eficiencia energética, ya que la automatización de la iluminación y demás campos permite reducir significativamente el consumo de energía.

Su aplicación industrial [1] puede verse en:

- Control de personal.
- Seguridad.
- Iluminación.
- Climatización.
- Control de accesos.

2.1.2 Arquitectura de sistemas domóticos

Los sistemas domóticos pueden establecerse en tres posibles arquitecturas [7]:

- Centralizada: cuando es un único controlador quien recibe la información de distintos dispositivos, procesa y emite la orden.
- Distribuida: la “inteligencia” del sistema se distribuye por todos sus elementos.
- Mixta: son sistemas que cuentan con dispositivos capaces de obtener y procesar la información para transmitirlas a los demás.

De igual forma, existen diversos protocolos de comunicación que pueden usarse a la hora de crear un sistema domótico. Tales como [5]:

- WiFi: es el protocolo más conocido ya que permite conectar varios dispositivos a la red inalámbrica, aunque suele consumir más energía y es más susceptible a interferencias.
- Bluetooth: también es muy utilizado y es ideal para dispositivos pequeños de bajo consumo, pero el mayor inconveniente es su alcance, ya que sus dispositivos deben estar cerca.
- Zigbee: es un protocolo ideal para conectar una cantidad considerable de dispositivos ya que ofrece un buen equilibrio entre alcance y eficiencia. A grandes rasgos, el protocolo se basa en crear redes de malla en donde cada dispositivo actúa como un repetidor, ampliando el alcance de la red.

2.1.3 Microcontroladores y electrónica para la automatización

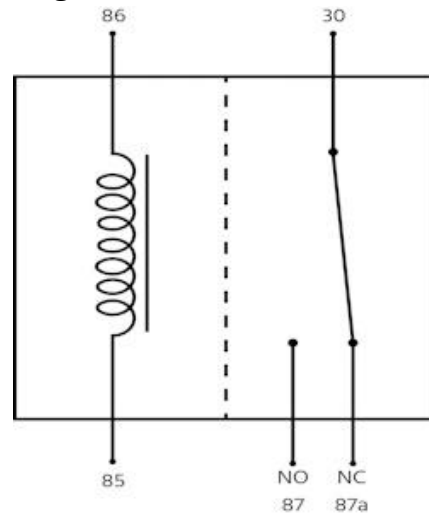
2.1.3.1 ESP32. Es un microcontrolador desarrollado por Espressif Systems [4] que ha ganado popularidad en proyectos de Internet de las Cosas (IoT) debido a sus múltiples funcionalidades y prestaciones. Entre sus características se tiene:

- **Arquitectura:** el ESP32 cuenta con un módulo System on Chip (SoC) que integra dos microprocesadores Xtensa LX6 de 32 bits. Estos núcleos pueden operar a frecuencias de hasta 240 MHz, lo que proporciona una alta capacidad de procesamiento para aplicaciones exigentes. Además, incorpora 4 MB de memoria flash en chip y soporta hasta 16 MB de memoria flash SPI externa, permitiendo almacenar programas y datos de manera eficiente.
- **Conectividad:** una de las principales ventajas del ESP32 es su conectividad inalámbrica integrada. Es compatible con Wi-Fi 802.11 b/g/n en la banda de 2.4 GHz, alcanzando velocidades de hasta 150 Mbps. También incluye comunicación Bluetooth v4.2 y Bluetooth Low Energy (BLE), lo que amplía sus posibilidades de interacción con otros dispositivos y redes.
- **Ventajas:** su bajo consumo energético, ideal para dispositivos alimentados por batería. Su alto nivel de integración reduce la necesidad de componentes externos. Además, su versatilidad y capacidad para manejar múltiples protocolos de comunicación.

2.1.3.2 Relés. Son dispositivos que permiten la apertura o cierre de circuitos eléctricos en respuesta a una señal de control que activa o desactiva la bobina de este. Se utilizan principalmente para señales de baja corriente y son fundamentales en sistemas de protección, detección y control. Existen distintos tipos de relés, aunque por lo general se usa el SPDT (*Single Pole Double Throw* o unipolar de doble efecto), cuya función permite controlar un solo circuito si éste cuenta con 2

estados, normalmente cerrado (NC) o normalmente abierto (NO). Tal como se logra observar en la siguiente figura:

Figura 1. *Terminales de un relé*



Tomado de: [8]

Otros tipos de relés son: estado sólido, electromecánicos, térmicos, tipo reed, entre otros.

2.1.3.3 Contactores. Diseñados para manejar cargas de mayor potencia, los contactores permiten el encendido y apagado de equipos eléctricos de alta potencia, como motores y sistemas de iluminación. Su capacidad para soportar corrientes elevadas los convierte en componentes clave en la distribución y control de energía en sistemas industriales. Entre sus tipos están: de potencia, de iluminación y para bancos de condensadores [3].

Figura 2. Contactor CHINT

Tomado de: [2]

2.2 Marco conceptual

Automatización: Proceso mediante el cual se reduce o elimina la intervención humana en tareas repetitivas mediante el uso de tecnología.

Base de datos: Conjunto de información organizada y almacenada digitalmente, que permite la consulta y gestión eficiente de datos.

Contactor: Dispositivo electromecánico utilizado para el control de circuitos eléctricos de potencia, permitiendo la conmutación de cargas eléctricas.

Domótica: Conjunto de tecnologías aplicadas al control y automatización inteligente de sistemas eléctricos en edificios y viviendas.

Eficiencia energética: Optimización del consumo de energía para reducir el desperdicio y mejorar el rendimiento de un sistema eléctrico.

ESP32: Microcontrolador programable con conectividad WiFi y Bluetooth, utilizado para el desarrollo de soluciones de IoT y automatización.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol): Protocolo de comunicación utilizado para la transmisión de datos entre clientes y servidores en redes de internet o intranet.

Python: Lenguaje de programación de alto nivel utilizado para el desarrollo de aplicaciones, incluyendo automatización y gestión de bases de datos.

Relé: Componente eléctrico que actúa como interruptor controlado electrónicamente para abrir o cerrar circuitos de baja potencia.

Scripts: Programas de código que ejecutan secuencias de comandos para automatizar tareas específicas en un sistema.

3. Método

El proyecto se realizó mediante un enfoque estructurado que incluyó el diseño, desarrollo, implementación y validación del sistema domótico. Siguiendo las siguientes fases:

- **Análisis y diseño del sistema.** Se inició con el análisis de las necesidades de la empresa y la identificación de las ineficiencias en el control manual de las líneas eléctricas. A partir de esto, se diseñó un sistema basado en un ESP32, el cual funcionaría como servidor HTTP. Se seleccionaron contactores para manejar las cargas eléctricas y relés para controlar los contactores, y así, garantizar la seguridad del sistema.
- **Desarrollo e integración del software.** Se programaron scripts en Python para gestionar la actualización y consulta de los horarios programados en una base de datos centralizada. Estos scripts permiten la comunicación entre los dispositivos ESP32 y el servidor que contiene la base de datos, asegurando que las órdenes de encendido y apagado se ejecuten de manera precisa y confiable. La base de datos se configuró en los servidores locales de cada punto de venta (POS).

- Construcción del hardware y diseño de la estructura física. Se diseñó y fabricó una carcasa para alojar los componentes electrónicos, garantizando ventilación para evitar sobrecalentamientos y que facilite el mantenimiento del hardware. Se realizaron pruebas de montaje y validación del diseño mediante modelado CAD antes de su construcción.
- Pruebas y validación del sistema. Para comprobar la estabilidad y eficiencia del sistema, se realizaron pruebas de carga y estrés, sometiendo los ESP32 a ciclos de activación y desactivación en intervalos de 5, 10, 15 y 20 minutos durante varios días sin interrupción. Se evaluó la precisión en la ejecución de los horarios y la estabilidad de la conexión entre los dispositivos y la base de datos.
- Implementación y evaluación en sucursales piloto. El sistema fue instalado en sucursales seleccionadas para evaluar su funcionamiento en condiciones reales. Se midió el impacto en el consumo eléctrico antes y después de la automatización.

A través de este proceso metodológico, se logró desarrollar un sistema funcional, estable y eficiente, capaz de optimizar el control eléctrico en Unidrogas S.A.S., reduciendo la intervención manual y mejorando la eficiencia operativa.

4. Resultados

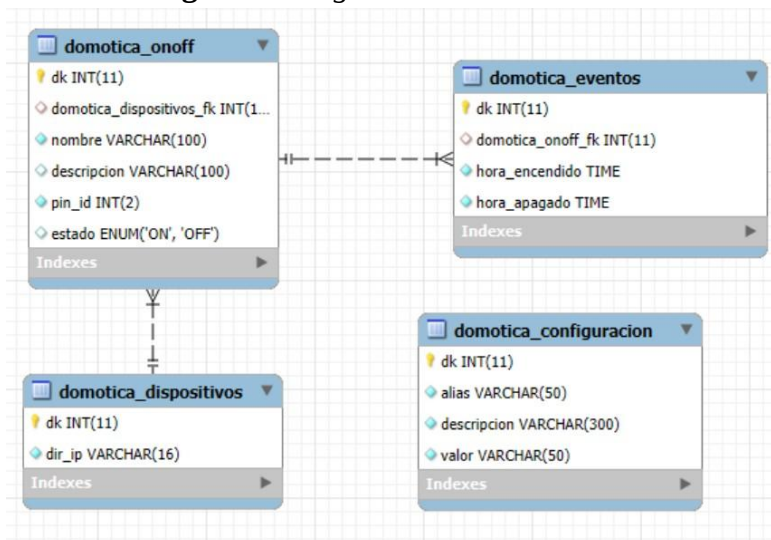
A continuación, se presentan los resultados del proyecto según los objetivos específicos del mismo:

4.1 Base de datos

El proyecto cumplió con el objetivo de diseñar una base de datos centralizada que permite almacenar y gestionar, de manera eficiente, la programación de horarios de las líneas eléctricas automatizadas. Como resultado, se desarrolló un diagrama de modelo entidad-relación (ER) que

representa con claridad las tablas, relaciones y claves necesarias para la gestión de datos. El diagrama es el siguiente:

Figura 3. Diagrama entidad-relación



4.2 Integración de los scripts

La interacción entre los scripts y los componentes funciona de la siguiente forma:

1. El script de Python consulta cada 5 minutos la base de datos (que se encuentra dentro del POS) para: realizar el cálculo de estado de los pines según los horarios programados, obtener los nuevos estados según los horarios y cambiar los estados dentro de la base de datos.

2. El script de Python genera solicitudes HTTP dirigidas al ESP32 en donde le indican qué pines deben activarse o desactivarse según el paso anterior.

3. El código de Arduino recibe la solicitud, la interpreta, y finalmente realiza el cambio de estado en los relés y, por ende, en los contactores.

4. El ESP32 responde con código de confirmación.

Así mismo, se tienen los siguientes manejos de errores:

1. En caso de que la solicitud no se encuentre con la estructura correcta, el código de Arduino notifica este error al cliente (script de Python) y el cliente muestra el error y reenvía la solicitud.

2. Si el dispositivo se desconecta de la red WiFi, automáticamente se reinicia el ESP32 e intenta volver a conectarse.

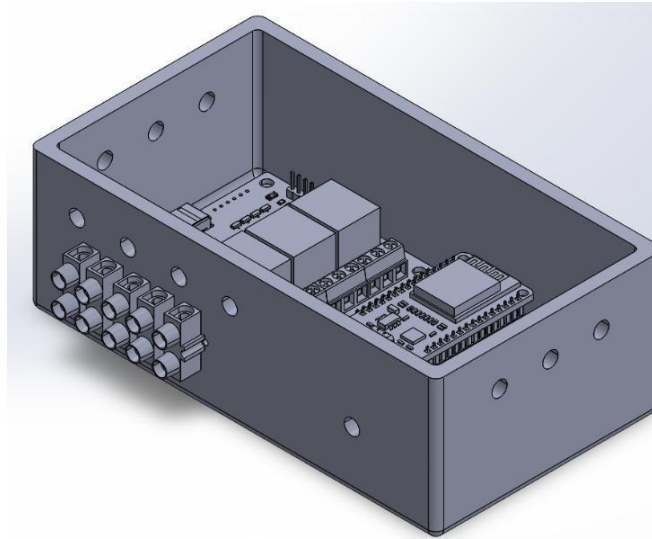
3. El código de Python muestra si hay algún error en la conexión con la base de datos o dentro de los datos leídos y sólo envía las solicitudes que se encuentren con los parámetros correctos.

4.3 Estructura física

El diseño contempla los siguientes componentes:

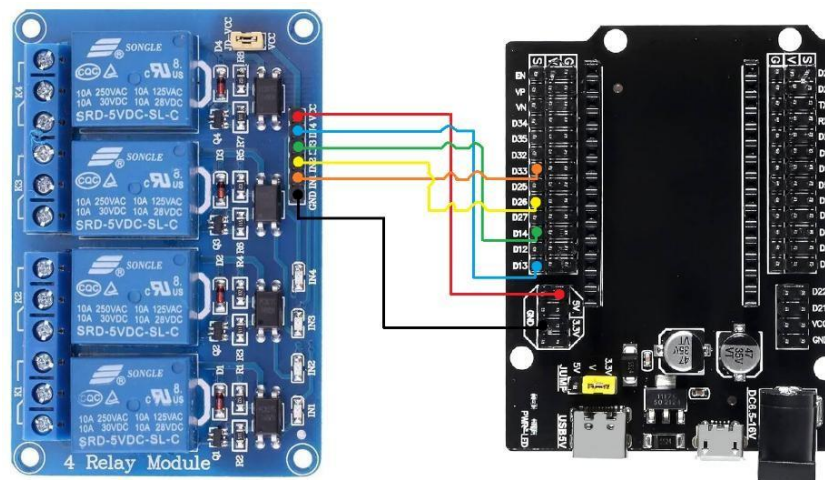
1. ESP32.
2. Módulo de 4 relés.
3. Borneras.
4. Shield para ESP32.
5. Adaptador 5V – 2A.
6. Contactores.

Se utilizó el software de diseño 3D Solidworks para modelar el diseño de la estructura física del sistema. La disposición de los componentes y el diseño de la carcasa favorecen lo que es la disipación pasiva del calor, dejando un espacio adecuado entre ellos para evitar la acumulación de temperatura. Así mismo, el diseño permite tener acceso fácil y rápido a los componentes, sin necesidad de desmontar toda la estructura, lo cual favorece el mantenimiento de esta.

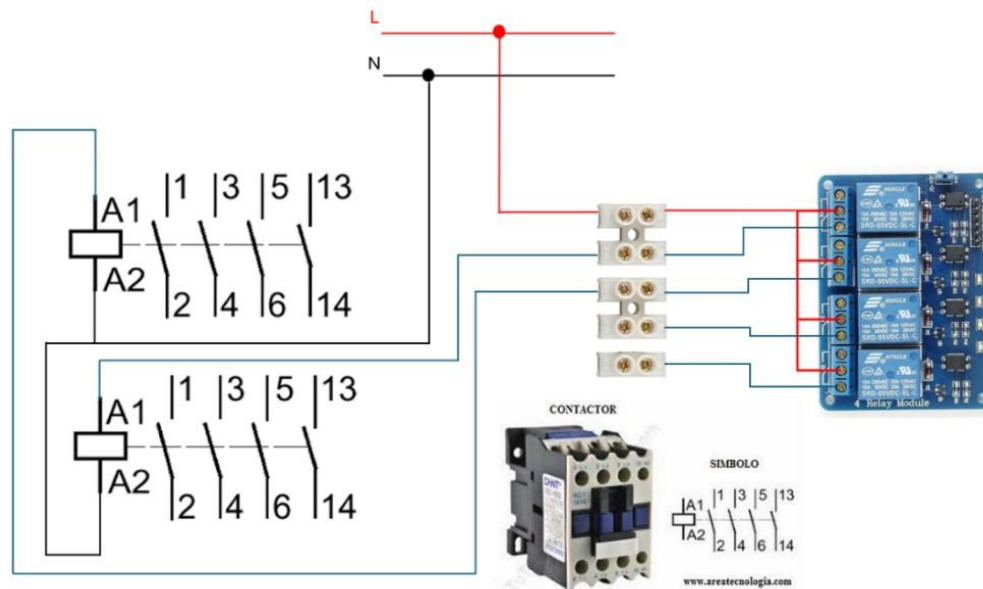
Figura 4. *Diseño estructura física*

4.3.1 Conexiones electrónicas y eléctricas

Las conexiones entre el módulo de relés y la placa de expansión para ESP32 se emplean conectando los pines 33, 26, 14 y 13 de la placa con las entradas IN1, IN2, IN3 y IN4 del módulo respectivamente. De la siguiente forma:

Figura 5. *Conexiones entre shield y relés*

El diagrama de conexiones entre el módulo de relés y los contactores es el siguiente:

Figura 6. Conexiones entre relés, contactores y alimentación

Como se puede observar, se tiene una bornera a la cual se le debe conectar la línea de alimentación (es la misma bornera que conecta el común de los relés). Así mismo, los terminales A2 de todas las bobinas se deben conectar al neutro de la alimentación y las 4 borneras adicionales se deben conectar cada una en el terminal A1 de la bobina de su respectivo contactor. Finalmente, las cargas que se vayan a domotizar se conectan en los terminales 1-2, 3-4 y 5-6, teniendo en cuenta que las 3 cargas deben coincidir con su horario.

Figura 7. *Vista superior de la estructura*

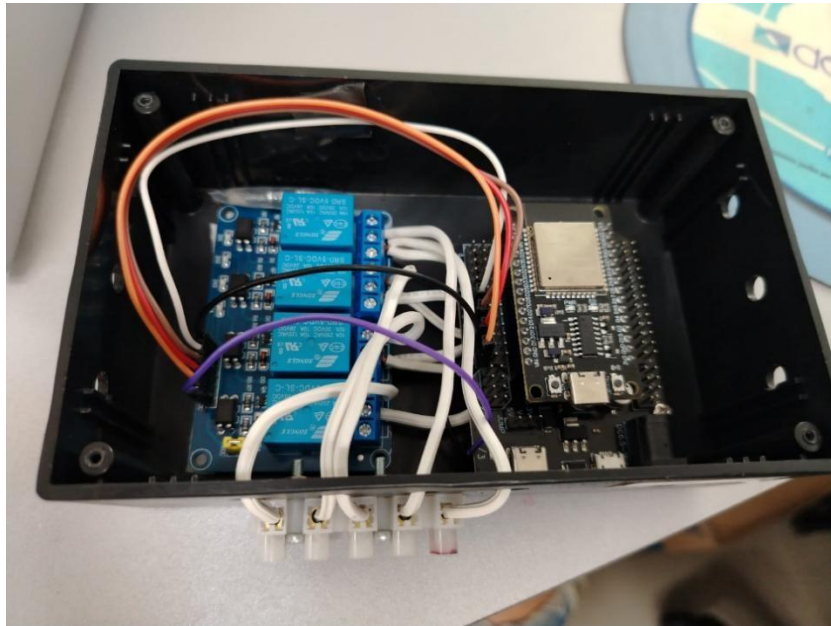


Figura 8. *Vista isométrica de la estructura*

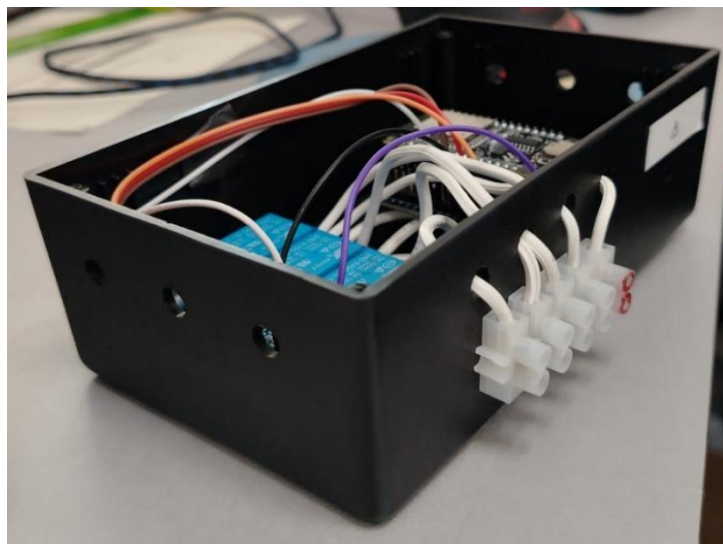


Figura 9. *Tablero de automatización*

4.4 Documentación

Se elaboró documentación detallada que permite una implementación eficiente y un uso adecuado del sistema de domótica, asegurando su comprensión y mantenimiento por parte del personal encargado. El documento se encuentra adjunto a este proyecto.

5. Conclusiones

A la fecha se tienen 4 sucursales automatizadas, de las cuales, en 2 de ellas se tiene el histórico de consumo. A continuación, se presenta una imagen en donde se observa la efectividad del sistema, donde los puntos rojos indican el momento de instalación y el punto azul representa el consumo más reciente según la factura de la ESSA.

Figura 10. Histórico de consumo

Se puede observar una disminución del 15% en la sucursal ALE470 y de un 22% en la ALE398 del consumo eléctrico.

Es por lo anterior que se concluye que el proyecto: desarrollo e implementación de un sistema de automatización de líneas eléctricas en sucursales de Unidrogas S.A, ha alcanzado y cumplido con los objetivos planteados. En donde no sólo se optimiza el consumo energético y reduce costos operativos, sino que también representa un avance en la modernización de la infraestructura eléctrica de la empresa, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia operativa.

Así pues, la implementación de este sistema ha demostrado su viabilidad y efectividad, estableciendo una base sólida para su futura expansión a nivel nacional y la integración de mejoras que potencien su funcionalidad y alcance.

Referencias

- [1] Altertecnica, “Domótica industrial: aplicaciones y beneficios.” Disponible en: <https://altertecnica.com/domotica-industrial-aplicaciones-beneficios/>
- [2] Chint Electrics, “Ficha técnica – Serie NC1.” Disponible en: https://www.chint.eu/content/download/5481/file/Ficha_Chint_Serie%20NC1.pdf
- [3] Delco, “Contactores: guía completa sobre su funcionamiento y aplicaciones.” Disponible en: <https://www.dielco.co/articulos/contactores-gu%C3%ADa-completa-sobre-su-funcionamiento-y-aplicaciones>
- [4] Espressif Systems, “ESP32 Series Datasheet,” Espressif Systems, 2023. Disponible en: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- [5] Leroy Merlin, “Cómo elegir el protocolo para tu sistema domótico.” Disponible en: <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/como-elegir/como-elegir-el-protocolo-para-tu-sistema-domotico.html#caracter%C3%ADsticas,-ventajas-y-usos-de-los-distintos-protocolos>
- [6] Repsol, “¿Qué es la domótica?” Disponible en: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/que-es-la-domotica/index.cshtml>
- [7] Márquez, J, “Domótica: características.” Disponible en: <https://sistemas24h.com/blog/domotica-caracteristicas/>
- [8] Thangam, A, “Tipos de relés.” Disponible en: <https://tameson.es/pages/tipos-de-reles>