

Sistema de Acceso Flexible y Escalable - SAFE

Martin Carlos Alberto Yunis, Santiago Daniel Ribot, Agustín Dubuisson, Franco Caprarulo

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires

Cátedra Proyecto Final: Ing. Silvio Abel Tapino, Ing. Claudia Orlandi, Ing. Fernando Daniel Fiamberti

Introducción

El proyecto presenta un Sistema de Control de Acceso Modular diseñado bajo la norma IEC 60839-11 (Grado 2). En respuesta a las vulnerabilidades de las redes inalámbricas en entornos de alta seguridad, se desarrolló una arquitectura robusta de hardware y software distribuido. El sistema integra comunicación encriptada mediante bus RS485, conectividad Ethernet y una gestión centralizada mediante una arquitectura REST API, garantizando autonomía operativa (standalone) y trazabilidad total de eventos.

Objetivo

Diseñar e implementar un ecosistema de seguridad electrónica modular capaz de gestionar el control de accesos de forma jerárquica, asegurando la integridad de los datos mediante criptografía de hardware y ofreciendo una interfaz de administración remota eficiente y escalable.

Sistema Desarrollado

La solución se divide en tres capas de integración:

- **Hardware Modular:** Basado en ESP32-C6 (Control) y ESP32-WROOM-32 (Acceso/Apertura). Utiliza encriptación AES-128 con claves dinámicas y aceleración por hardware (SHA-256).
- **Gestión de Datos:** Sincronización periódica de logs en tarjeta SD y base de datos local en memoria Flash para operación autónoma.
- **Ecosistema de Software:**
 - **Backend:** API REST en FastAPI (Python) con validación JWT y ORM SQLAlchemy.
 - **Frontend:** Interfaz SAFE Manager en ReactJS para administración de usuarios, permisos y monitoreo de alarmas de incendio y sabotaje en tiempo real.

Resultados

- **Resiliencia Operativa:** Éxito en la toma de decisiones local (apertura/denegación) con sincronización asincrónica hacia el servidor PostgreSQL.
- **Seguridad Robusta:** Mitigación de ataques de réplica mediante ventanas de validez de mensajes de 4 segundos.
- **Gestión de Emergencias:** Implementación de un lazo de incendio con apertura permanente redundante y notificaciones de sabotaje (anti-tamper).
- **Optimización de Manufactura:** Validación de un diseño DfM (Design for Manufacturing) tras superar ciclos de prototipado y corrección de errores en líneas de potencia y lógica.

Conclusiones

El proyecto constituye una solución de ingeniería electrónica de alta disponibilidad que equilibra la seguridad criptográfica con la agilidad de los frameworks de software modernos. Se logró un producto comercialmente viable y escalable a Grado 3, que demuestra la capacidad de integrar hardware embebido de bajo nivel con arquitecturas de red complejas. La optimización del diseño para la manufactura y la robustez del ecosistema desarrollado garantizan una plataforma confiable y eficiente para las exigencias actuales del mercado de seguridad corporativa.

Contacto e Información

Proyecto Final - UTN-FRBA - <https://www.frba.utn.edu.ar/electronica/proyecto-final/>

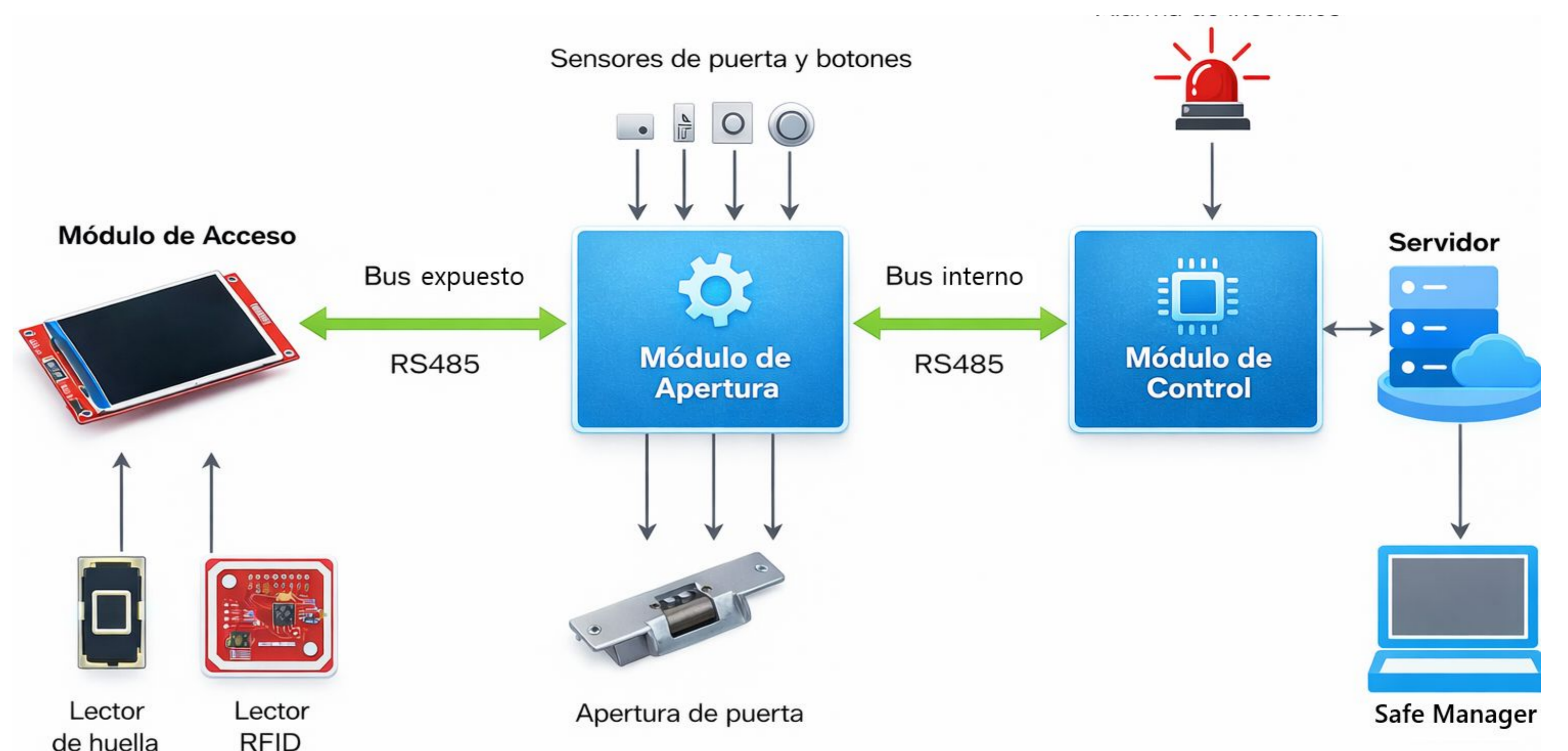


Figura 1. Diagrama en Bloques

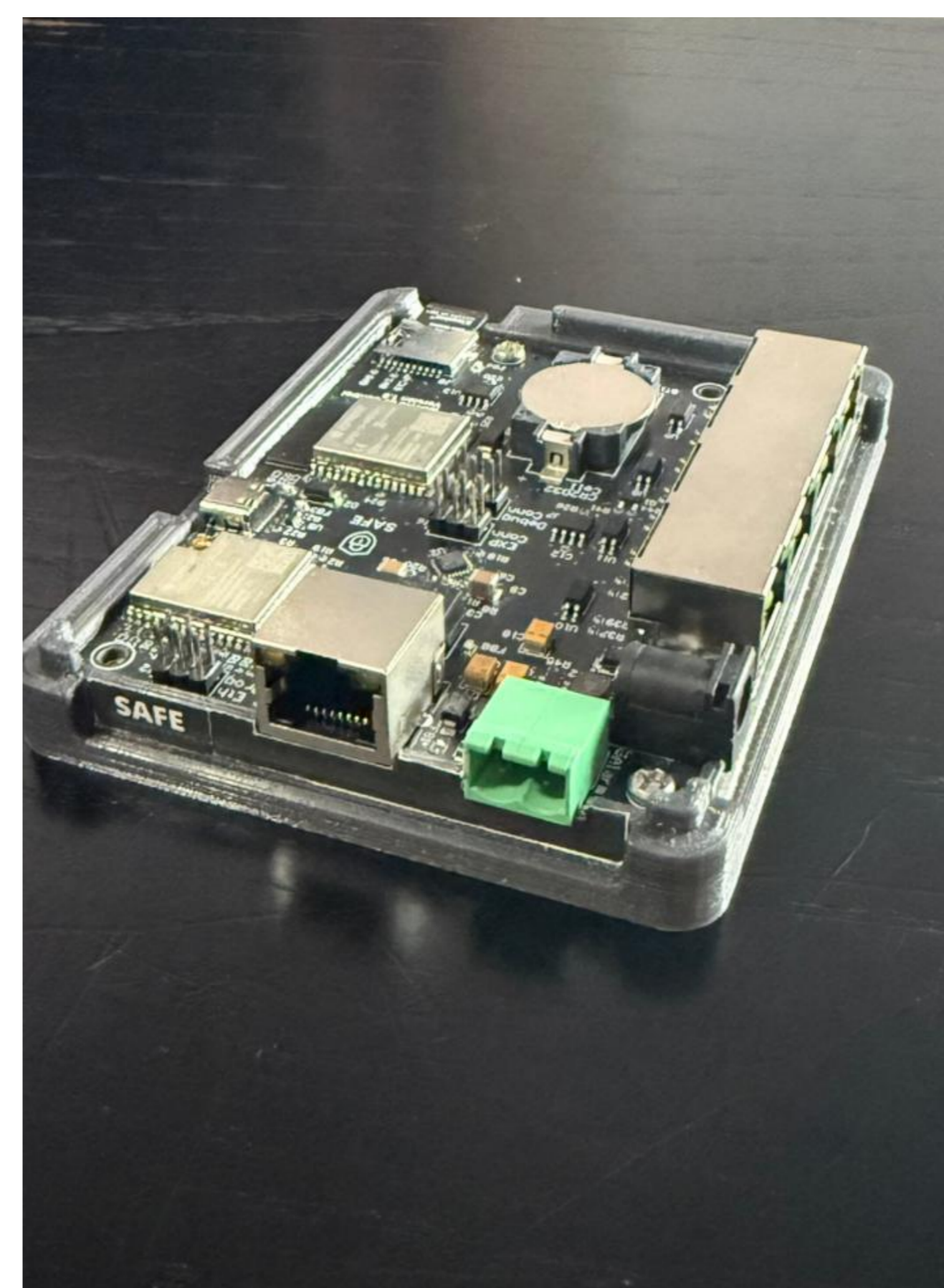


Figura 2. Módulo de Control

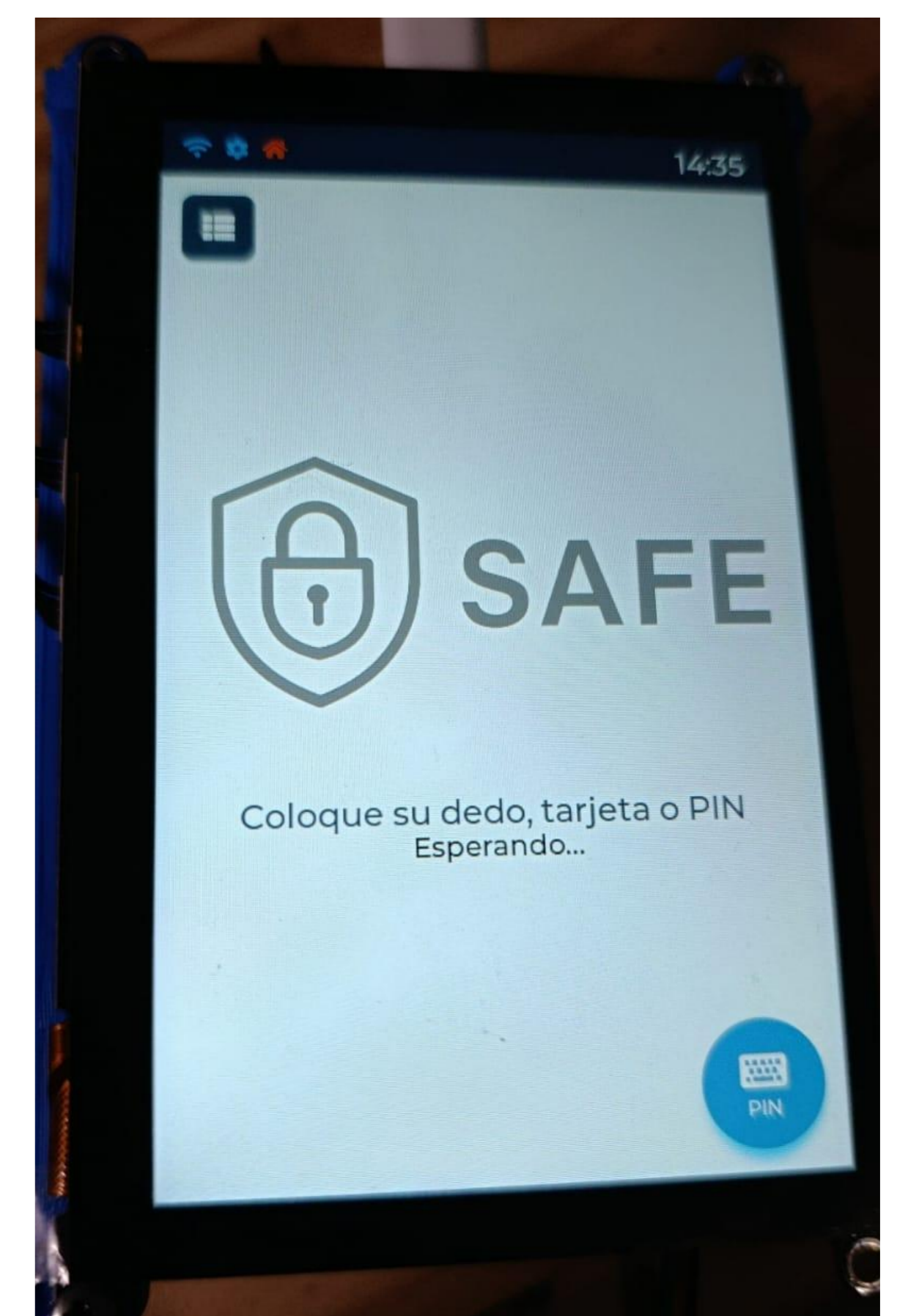


Figura 3. Módulo de Acceso



Figura 4. Diseño Argentino

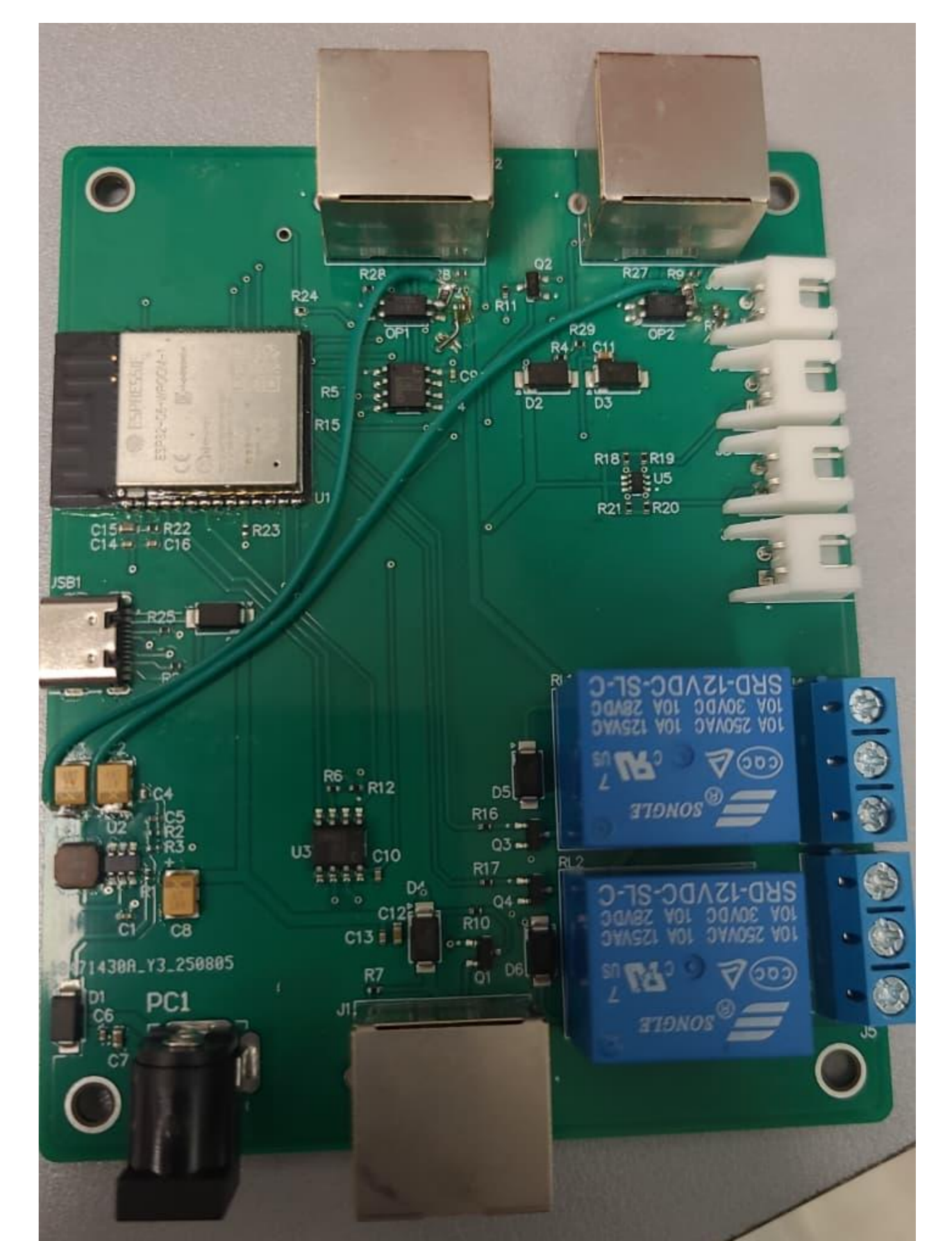


Figura 5. Módulo de Apertura