

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SOFTWARE



Proyecto Final

Curso : Internet de las cosas

Profesora : Yessica Rosas Cuevas

Grupo : 3

Integrantes :

- Cruces Salhuana, Diego Axel
- Moore Salazar, Jhon Antony
- Modesto Calixto, Keler
- Ortiz Urbai, Sebastian
- Quispe Fajardo, Adrian Ismael
- Ramírez García, Jorge Armando

Tabla de contenido

Introducción.....	3
Revisión del estado del arte.....	3
RFID Based Security and Access Control System.....	3
RFID Applications and Security Review.....	4
Specifics of RFID Based Access Control Systems Used in Logistics Centers.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Objetivos.....	6
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
Marco Teórico.....	8
Componentes del Sistema.....	12
Implementación de la Propuesta.....	16
Diseño Metodológico del Sistema.....	16
Historias de usuario.....	17
Sprints.....	18
Diseño del circuito.....	19
Diagrama General de Arquitectura.....	21
Implementación Código Arduino.....	22
Resultados.....	27
Conclusiones.....	30
Bibliografía.....	31
Anexos.....	32

Introducción

Revisión del estado del arte

El uso de la tecnología RFID en sistemas de control de acceso ha evolucionado significativamente en los últimos años. Diferentes estudios han abordado su aplicación en seguridad, automatización y logística, destacando sus ventajas y los desafíos que implica su implementación. A continuación, se presentan tres trabajos relevantes que analizan el estado actual de la RFID en distintos contextos.

RFID Based Security and Access Control System

Este artículo describe un sistema de seguridad y control de acceso implementado en hostales universitarios de la Universidad de Punjab. La solución combina tecnología RFID con biometría para mejorar la identificación y restringir el acceso únicamente a personas autorizadas, fortaleciendo así la seguridad dentro de la institución.

El sistema se estructura en tres módulos principales. Primero, el control de entrada, donde un lector RFID detecta la tarjeta del usuario y captura su imagen para su posterior verificación. Segundo, el control de salida, que opera de manera similar, asegurando que los registros de entrada y salida sean consistentes. Finalmente, el control de comedor , que emplea la combinación de RFID y contraseñas para gestionar la asistencia de los usuarios.

El proceso de validación del acceso se lleva a cabo en dos fases. En la fase de registro, se captaron una serie de imágenes del usuario, almacenadas en una base de datos para entrenar una red neuronal. En la fase de reconocimiento, cuando un usuario intenta acceder, el sistema compara la imagen actual con la almacenada, activando una alarma en caso de discrepancia y enviando una notificación al personal de seguridad mediante GSM.

Los resultados del estudio muestran que la combinación de RFID con biometría incrementa significativamente la seguridad y precisión en la identificación de personas. Además, este

enfoque podría adaptarse a otros entornos que requieran un control de acceso robusto, como empresas, instituciones gubernamentales o aeropuertos.

RFID Applications and Security Review

Este estudio presenta un análisis detallado sobre la evolución y aplicaciones de la tecnología RFID en diversos sectores, con énfasis en su crecimiento dentro del Internet de las Cosas (IoT), la gestión de inventarios, la localización de activos y la seguridad.

Para el análisis, se realizó una recopilación de datos desde bases como Web of Science y Scopus, obteniendo más de 40,000 registros únicos. Con base en estos datos, se identificaron las principales áreas de aplicación de la RFID, clasificándolas en varias categorías. Entre las más destacadas se encuentran:

- **Internet de las Cosas (IoT):** RFID se considera clave para la interconectividad de dispositivos, mejorando la trazabilidad de objetos en entornos digitales.
- **Gestión de la Cadena de Suministro y Logística:** Su uso facilita la optimización de inventarios y reduce costos operativos.
- **Localización y Trazabilidad:** RFID permite un monitoreo preciso en industrias como la manufactura y la salud.
- **Control de Acceso:** Se ha convertido en una herramienta esencial para la gestión segura de entradas y salidas en edificios y sistemas informáticos.

El estudio también profundiza en los desafíos de seguridad y privacidad que enfrenta la RFID. La necesidad de esquemas de autenticación más ligeros y eficientes es una de las preocupaciones principales, dado que muchas etiquetas RFID tienen capacidades de procesamiento y almacenamiento limitadas. También se destaca la importancia de diseñar modelos de comunicación que equilibren la seguridad con la eficiencia energética, asegurando la protección de datos sin comprometer el rendimiento del sistema.

Los resultados indican que la inversión en tecnología RFID ha impulsado su adopción en sectores críticos como la logística y la atención sanitaria. Sin embargo, la necesidad de mejorar sus protocolos de seguridad sigue siendo un reto fundamental para garantizar la protección de la información en entornos donde la privacidad es esencial.

Specifics of RFID Based Access Control Systems Used in Logistics Centers

Este artículo analiza el desarrollo e implementación de sistemas de control de acceso basados en RFID en centros logísticos. Destaca cómo estas soluciones han transformado la gestión de la seguridad en espacios industriales, mejorando el monitoreo de personal, vehículos y mercancías.

Uno de los puntos clave del estudio es la personalización de los sistemas RFID según los requerimientos operativos de cada centro logístico. Un diseño adecuado debe considerar el valor de los activos a proteger, la cantidad de usuarios y la infraestructura del lugar. Además, se enfatiza que una mala elección de dispositivos puede derivar en tiempos de inactividad y pérdidas operativas significativas.

Las aplicaciones de RFID en centros logísticos incluyen varias funciones críticas:

- **Control Perimetral:** Uso de tarjetas RFID para autorizar el acceso de empleados y vehículos.
- **Seguridad de Edificios:** Gestión de accesos a zonas restringidas para evitar intrusiones.
- **Seguimiento de Inventarios:** Implementación de sistemas RTLS (Real-Time Location System) para rastrear el movimiento de paquetes y equipos dentro del almacén.
- **Registro de Asistencia:** Control del horario laboral de los empleados mediante tarjetas RFID.

El estudio también resalta los desafíos técnicos en la implementación de estos sistemas. Uno de los problemas más comunes es la falta de especificaciones claras sobre la distancia máxima de lectura de los dispositivos RFID, lo que dificulta su integración en infraestructuras complejas. Para superar este reto, se recomienda un análisis detallado del rendimiento de cada lector RFID antes de su instalación.

Los resultados experimentales indican que los sistemas RFID bien implementados pueden optimizar la seguridad en entornos logísticos, reduciendo los tiempos de verificación y mejorando la trazabilidad de mercancías. Sin embargo, para lograr una operación eficiente, es esencial seleccionar proveedores confiables y configurar adecuadamente cada componente del sistema.

Planteamiento del problema

En la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática se han detectado múltiples inconvenientes relacionados con la seguridad y el control de acceso, entre los que se destacan:

- **Falta de automatización:** Los sistemas actuales requieren intervención manual, generando cuellos de botella.
- **Ausencia de conectividad:** La carencia de una red que permita la integración de datos impide la gestión centralizada.
- **Escalabilidad limitada:** La solución vigente no permite la expansión o adaptación a mayores volúmenes de usuarios.
- **Falta de seguridad:** La ineficiencia en el control de accesos aumenta el riesgo de intrusiones y robos en la institución.

Estos problemas han derivado en una mala experiencia de usuario y en una gestión ineficiente del aforo, poniendo en riesgo la seguridad de la comunidad.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de acceso basado en IoT, utilizando molinetes inteligentes con tecnología RFID, que permita automatizar, registrar y monitorear de manera eficiente el ingreso a la Facultad.

Objetivos específicos

1. Identificar los componentes necesarios para la construcción del molinete inteligente.
2. Diseñar la arquitectura del sistema, incluyendo hardware y software.
3. Implementar la conectividad para el almacenamiento y monitoreo de datos.
4. Desarrollar una interfaz de usuario para la gestión del sistema.
5. Cumplir con el ODS número 4 de la ONU, contribuyendo a la educación de calidad mediante la creación de un entorno seguro y organizado en centros educativos.

Marco Teórico

Para comprender el proyecto se requiere el conocimiento de varios conceptos fundamentales:

- **Internet de las Cosas (IoT):** El término IoT hace referencia a los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con poca intervención humana. Es posible gracias a la integración de dispositivos informáticos en todo tipo de objetos.
 El funcionamiento de los sistemas de IoT consiste en enviar, recibir y analizar los datos de forma permanente en un ciclo de retroalimentación. Según el tipo de tecnología de IoT, las personas o los sistemas de inteligencia artificial y aprendizaje automático (IA/ML) pueden analizar estos datos casi de inmediato o durante cierto tiempo.
- **MQTT:** MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) es un protocolo de mensajería ligero y basado en la arquitectura cliente-servidor, diseñado para la transmisión de datos en tiempo real, en entornos con recursos limitados y redes de baja calidad, como las redes de comunicación en el Internet de las Cosas (IoT).
 El protocolo MQTT opera sobre el protocolo de transporte TCP/IP y se caracteriza por ser eficiente en cuanto a la cantidad de datos transmitidos, lo que lo hace ideal para dispositivos con poca capacidad de procesamiento o de ancho de banda limitado. Su modelo de comunicación sigue el patrón de publicación-suscripción, en el cual los dispositivos (clientes) pueden publicar mensajes en tópicos específicos, mientras que otros dispositivos pueden suscribirse a estos temas para recibir los mensajes de manera asíncrona. El servidor encargado de la gestión de los mensajes es conocido como *Broker*, que actúa como intermediario para enrutar los mensajes entre los productores y los consumidores.

- **Tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia):** Es una tecnología que permite la identificación automática de objetos mediante radiofrecuencia (RF) sin necesidad de contacto físico.
Utiliza un sistema que consta de etiquetas que contienen información específica de cada producto, y lectores capaces de captar la señal RFID. A diferencia del código de barras, que asigna un código único a un tipo de producto, el RFID permite que cada ítem tenga un código único a través del EPC (Electronic Product Code), lo que brinda una identificación exclusiva, incluso para productos del mismo tipo.

Entre las ventajas que ofrece RFID están:

- **Legibilidad sin Visibilidad Directa:** Los sistemas RFID pueden leer etiquetas sin necesidad de que estén en la línea de visión directa, lo que aumenta la velocidad de procesamiento y eficiencia en diferentes aplicaciones
- **Menor Intervención Humana:** RFID requiere menos manejo manual en comparación con el sistema de códigos de barras, lo que incrementa el grado de automatización y reduce el riesgo de errores humanos.
- **Capacidad de Almacenamiento de Datos:** RFID permite almacenar más información que un código de barras convencional, lo que proporciona más flexibilidad y funcionalidad en la gestión de productos.

A pesar de sus ventajas, la implementación de RFID enfrenta costos iniciales elevados y problemas de seguridad, como la posibilidad de invasión de privacidad y el manejo de datos personales sin consentimiento.

- **ESP32:** El ESP32 es un microcontrolador de 32 bits de bajo costo y bajo consumo energético, desarrollado por la empresa Expressif Systems. Este chip está diseñado para ser utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, especialmente en proyectos

de Internet de las Cosas (IoT), debido a su capacidad de conectividad Wi-Fi y Bluetooth integradas, además de su versatilidad y potencia de procesamiento. Cuenta con dos núcleos de procesamiento (dual-core), lo que le permite realizar múltiples tareas de forma eficiente. Además, su arquitectura soporta múltiples interfaces de comunicación, como SPI, I2C, UART, PWM, entre otros, lo que facilita su integración con otros dispositivos y sensores en proyectos electrónicos.

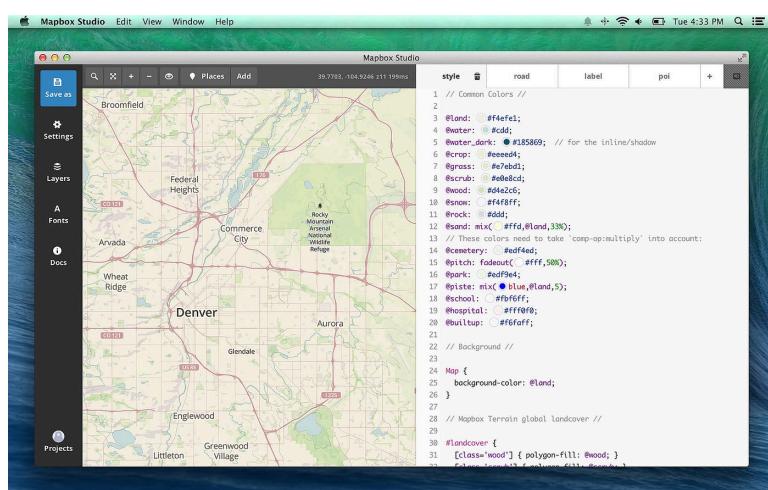
- **Plataformas en la Nube:** Las plataformas en la nube proporcionan infraestructura, software y servicios a través de internet, permitiendo a las empresas y desarrolladores crear, gestionar y escalar aplicaciones de manera más eficiente sin la necesidad de mantener infraestructura física propia. En este contexto, los servicios en la nube de Amazon, como AWS IoT Core, AWS Lambda y Amazon DynamoDB, ofrecen soluciones específicas para facilitar el desarrollo de aplicaciones, especialmente en el ámbito de Internet de las Cosas (IoT), procesamiento de datos y almacenamiento:
 - **AWS IoT Core** es un servicio gestionado que permite conectar dispositivos IoT a la nube de forma segura y escalable. Este servicio facilita la transmisión de datos entre dispositivos y aplicaciones en tiempo real. AWS IoT Core es ideal para aplicaciones que requieren conectividad continua y manejo de grandes cantidades de datos generados por dispositivos IoT.
 - **AWS Lambda** es un servicio de computación sin servidor que permite ejecutar código en respuesta a eventos sin necesidad de gestionar servidores. Con Lambda, se puede cargar código y configurarlo para que se ejecute automáticamente cuando ocurra un evento, como la llegada de datos de un dispositivo IoT o la subida de un archivo a Amazon S3.

Figura 1
AWS Lambda



- **Amazon DynamoDB** es un servicio de base de datos NoSQL gestionada que proporciona almacenamiento rápido y flexible para aplicaciones que requieren baja latencia y alta escalabilidad. DynamoDB es ideal para manejar datos con estructuras no relacionales, como las que pueden generar los dispositivos IoT, aplicaciones móviles y otros servicios que necesitan procesamiento en tiempo real.
- **Mapbox**: Es una plataforma de mapeo y análisis geoespacial que permite a los desarrolladores crear mapas personalizados y aplicaciones de geolocalización con gran flexibilidad y control. Al utilizar Mapbox se pueden integrar mapas interactivos y servicios geoespaciales en aplicaciones móviles y web, mejorando la experiencia del usuario a través de la visualización de datos geográficos y el análisis en tiempo real.

Figura 2
Interfaz de Mapbox



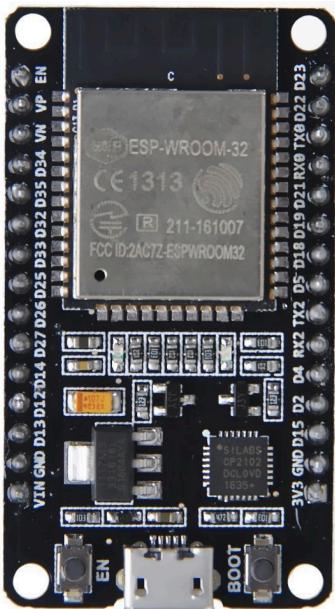
Componentes del Sistema

La propuesta se fundamenta en la integración de diversos componentes electrónicos y el diseño adecuado del circuito:

- **Microcontrolador (ESP32):** Actúa como el cerebro del sistema, gestionando la comunicación y coordinando las diferentes funciones.

Figura 3

ESP WROOM 32



- **Módulo RFID:** Encargado de la lectura de tarjetas o etiquetas RFID para la validación de acceso.

Figura 4*Lector RFID- RC522*

- **Actuadores:**

- **Servo Motor:** Controla el giro del molinete para permitir o bloquear el paso.

Figura 5*Servo modelo SG90*

- **Buzzer y LEDs:** Proveen retroalimentación visual y sonora para alertar sobre el estado del acceso (acceso concedido o denegado).

Figura 6
Buzzer y led



- **Conexión a la Nube:**

- **IoT Core y MQTT:** Permiten la transmisión de datos en tiempo real a un servidor central.

Figura 7
Ícono del IoT Core AWS



- **Base de Datos :** Almacena el registro de accesos, historial y configuraciones del sistema.

Figura 8
DynamoDB AWS



Nota. Es lo que se utilizó para almacenar los datos de las tarjetas.

- **Interfaz de Usuario:**

- **Dashboard:** Permite el monitoreo en tiempo real, consulta de historiales y gestión de usuarios y dispositivos.

Figura 9

Interfaz de nuestro Dashboard hecho en python



El diseño del circuito integra estos componentes mediante conexiones seguras y protocolos de comunicación estandarizados, asegurando la eficiencia y fiabilidad del sistema.

Implementación de la Propuesta

Diseño Metodológico del Sistema

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo bajo la metodología ágil Scrum, que facilitó la iteración continua y la entrega progresiva de funcionalidades. Se definieron cuatro sprints en los cuales se abordan tareas específicas, desde el levantamiento de requerimientos hasta el despliegue final del sistema.

El equipo se organizará con los siguientes roles:

Rol	Miembro del equipo
Scrum Master	Keler Modesto Calixto
Product Owner	Prof. Yessica Rosas
Desarrolladores	Sebastián Ortiz Urbai, Adrian Ismael Quispe Fajardo, Jorge Armando Ramírez García, Moore Salazar, Jhon Antony, Diego Axel Cruces Salhuana
Testers	Todos los integrantes participarán en las pruebas

Historias de usuario

Para el proyecto se definieron historias de usuario que representan las necesidades de los usuarios y servirán como base para el desarrollo iterativo en los sprints.

ID	Historia de Usuario	Descripción
HU_01	Registro de acceso con RFID	Como usuario registrado, quiero que el sistema valide mi tarjeta RFID para poder acceder a la facultad de manera eficiente.
HU_02	Acceso denegado para personas no registradas	Como persona no autorizada, quiero que el molinete me notifique con un LED rojo y un sonido de alerta, para saber que mi acceso fue denegado.
HU_03	Acceso concedido para personas registradas	Como persona autorizada, quiero que el sistema me permita el acceso y me muestre una alerta visual y sonora, para confirmar que puedo ingresar al sistema.
HU_04	Monitoreo en tiempo real	Como administrador, quiero visualizar en un dashboard el registro de accesos en tiempo real, para conocer el flujo de personas.
HU_05	Historial de accesos	Como administrador, quiero consultar un historial de accesos filtrado por fecha y usuario, para analizar el uso del sistema.

HU_06	Gestión de tarjetas RFID	Como administrador, quiero registrar, editar o eliminar tarjetas RFID autorizadas, para mantener actualizado el sistema de acceso.
HU_07	Mapa interactivo	Como usuario, quiero poder visualizar un mapa que marque mis entradas y salidas

Sprints

El proyecto se desarrollará en cuatro sprints, organizados de la siguiente manera:

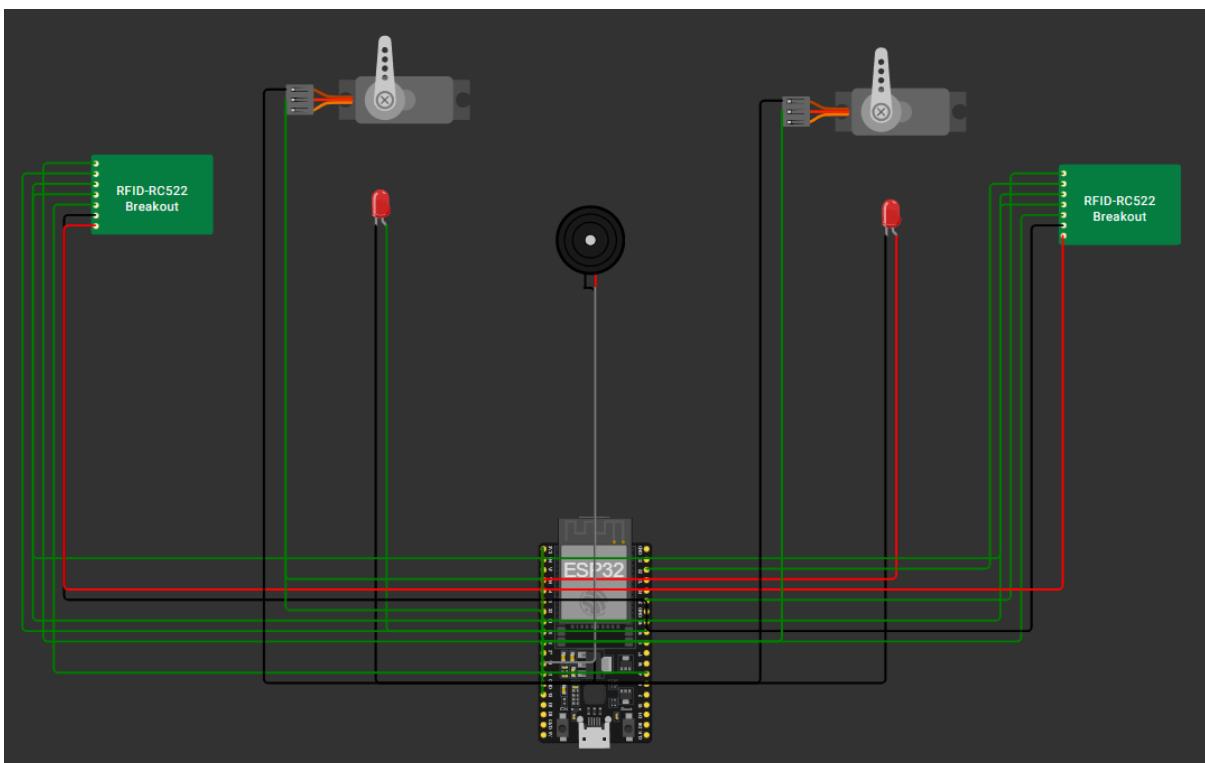
Sprint	Historias de Usuario	Descripción
Sprint 1	HU_01, HU_02	Levantamiento de requerimientos y diseño del sistema. Implementación del control de acceso con RFID y validación de tarjetas.
Sprint 2	HU_02, HU_03, HU_04,	Implementación del hardware y desarrollo del firmware para el control del molinete. Desarrollo del dashboard de monitoreo en tiempo real y consulta de historial de accesos.
Sprint 3	HU_02, HU_03, HU_05, HU_06,	Creación del módulo de gestión de tarjetas RFID, implementación de las alertas de seguridad, y pruebas de acceso denegado y concedido.

Sprint 4	HU_07	Implementación de la interfaz de gestión de molinetes, pruebas finales del sistema, ajustes y despliegue.
-----------------	-------	---

Diseño del circuito

Figura 10

Proyecto en Wokwi del servo inteligente



El diseño del circuito en Wokwi incluye los siguientes elementos:

Microcontrolador ESP32:

El ESP32 es un microcontrolador que gestiona la lógica del sistema, lee los sensores (RFID) y controla los actuadores (LEDs, servos, buzzer).

LEDS :

Los LEDs, ubicados en los pines 26 y 25, funcionan como indicadores de eventos. Se

encienden cuando hay un fallo en la operación (LED rojo) o un éxito en la operación (LED verde).

Buzzer:

El buzzer, ubicado en el pin 14 emite un sonido de alerta en caso de que ocurra un evento, como un intento fallido de apertura de puerta o un ingreso exitoso.

Sensores RFID:

Los sensores RFID se utilizan para la lectura de tarjetas RFID. El sensor chip1 está conectado al pin 5, y el chip2 está conectado al pin 32 del ESP32. Estos sensores permiten que el sistema lea la tarjeta RFID y decida si la puerta debe abrirse o no, dependiendo de si la tarjeta es válida o no.

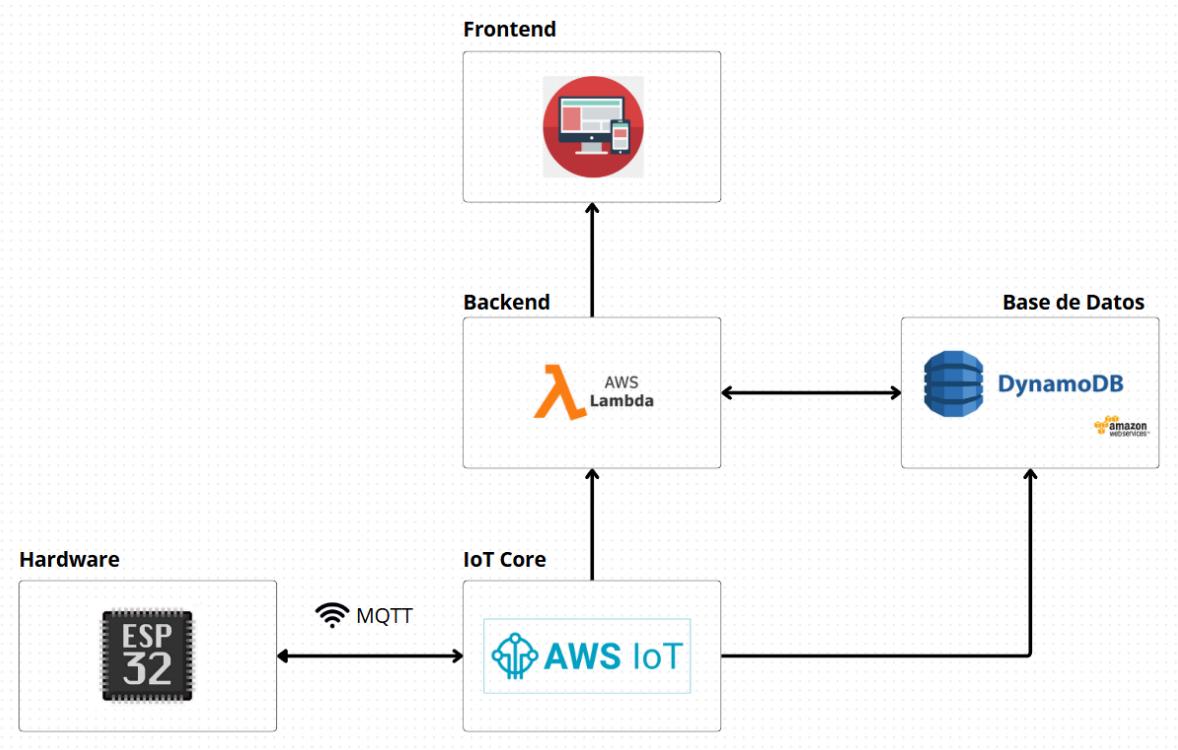
Servomotores:

Los servomotores servo1 y servo2 están conectados en la alimentación de 5v y en los pines 13 y 2 del ESP32, respectivamente. Los servos controlan el mecanismo de apertura y cierre de las puertas. El servomotor se mueve a diferentes ángulos dependiendo de la lectura del RFID y las condiciones del sistema.

Diagrama General de Arquitectura

Figura 11

Arquitectura del sistema del proyecto



Esta arquitectura se basa en un entorno de Internet de las Cosas (IoT) donde dispositivos físicos (ESP32) recopilan y envían datos a la nube a través de AWS IoT Core. Al recibir los datos, una función AWS Lambda se encarga de procesarlos y almacenarlos en una base de datos NoSQL (DynamoDB). Finalmente, los datos procesados son recopilados por las interfaces front end para visualizar la información: un dashboard desarrollado con React y un mapa interactivo que combina JavaScript y PHP.

Flujo de Datos

- Captura y envío:** El ESP32 registra datos de sus sensores y los publica mediante el protocolo MQTT en un “topic” configurado en AWS IoT Core.

2. **Recepción en AWS IoT Core:** IoT Core recibe el mensaje y, a través de reglas de enrutamiento, invoca una función AWS Lambda para procesar la información.
3. **Procesamiento con AWS Lambda:** La función Lambda transforma o filtra los datos según sea necesario y los guarda o actualiza en la tabla de DynamoDB.
4. **Almacenamiento en DynamoDB:** DynamoDB guarda los datos de forma que sean fáciles de consultar, con la ventaja de ser escalable y de baja latencia.
5. **Visualización:**
 - **Dashboard:** Consulta los datos de DynamoDB para mostrar estadísticas y gráficas.
 - **Mapa Interactivo:** Renderiza el mapa y las ubicaciones o información asociada de manera interactiva. También muestra un registro de las entradas y salidas que se obtienen de DynamoDB.

Implementación Código Arduino

El código implementado ([Anexo 1](#)) se desarrolló de la siguiente manera:

Primero, se conectan y configuran los pines de entrada y salida para los dispositivos de hardware como los lectores RFID, servos, LEDs, buzzer y relé. Se establece una conexión Wi-Fi y se configura la comunicación segura con AWS IoT utilizando MQTT para enviar datos.

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Iniciando sistema...");
    // Conectar WiFi
```

```
WiFi.mode(WIFI_STA);

WiFi.begin("POCO X3 NFC", "12345678");

Serial.println("Conectando a Wi-Fi...");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}

setupAWS();
connectAWS();

// Configuración de pines
pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
pinMode(GREEN_LED, OUTPUT);
pinMode(RED_LED, OUTPUT);
pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);

// Inicializar servos
servo1.attach(SERVO_PIN);
servo2.attach(SERVO_PIN2);
servo1.write(0);
servo2.write(0);

// Iniciar SPI y los lectores RFID
SPI.begin(SCK_PIN, MISO_PIN, MOSI_PIN, SS_PIN);
rfid1.PCD_Init();
rfid2.PCD_Init();
```

```

    Serial.println("Esperando tarjetas...");  

}

```

A través de la función *validateCard*, el sistema valida la tarjeta RFID detectada enviando su UUID al servidor y obteniendo una respuesta que determina si el acceso será concedido o denegado. Si el acceso es aprobado, el servo correspondiente se mueve, el relé se activa y suena un buzzer; si el acceso es denegado, se emite una señal con el buzzer y se enciende un LED rojo.

```

int validateCard(String uuidStr) {  

    HTTPClient http;  

    http.setTimeout(2000);  

    http.begin(VALIDATION_API);  

    http.addHeader("Content-Type", "application/json");  

    // Prepare JSON payload  

    String payload = "{\"id\":\"" + uuidStr + "\"}";  

    Serial.println("Validating card: " + uuidStr);  

    int httpResponseCode = http.POST(payload);  

    if (httpResponseCode > 0) {  

        String response = http.getString();  

        Serial.println("Response: " + response);  

        http.end();  

        // Parse the outer JSON response (statusCode and body)  

        StaticJsonDocument<200> doc;
}
```

```
DeserializationError error = deserializeJson(doc, response);

if (!error && doc.containsKey("body")) {
    String body = doc["body"].as<String>();
    StaticJsonDocument<200> bodyDoc;
    DeserializationError bodyError = deserializeJson(bodyDoc, body);

    if (!bodyError && bodyDoc.containsKey("card_id")) {
        int cardID = bodyDoc["card_id"].as<int>();
        return cardID; // Return the card ID from the response
    } else {
        Serial.println("Invalid body response format");
        return -1;
    }
} else {
    Serial.println("Invalid outer response format");
    return -1;
}
} else {
    Serial.println("HTTP Request Failed");
}

http.end();

return -1;
}
```

El ciclo principal del sistema mantiene la conexión a Wi-Fi y a AWS IoT, procesando constantemente las tarjetas RFID para detectar nuevas lecturas. Los datos de las tarjetas, como el número de tarjeta y el estado de acceso, se empaquetan en un mensaje JSON y se

publican en AWS IoT para su almacenamiento y monitoreo remoto. Además, se gestionan la reconexión automática a Wi-Fi y el manejo de la conexión a AWS IoT mediante las funciones *checkWiFiConnection*, *setupAWS* y *connectAWS*, lo que garantiza que el sistema siga funcionando de manera continua incluso si se presentan problemas de conexión.

```
void loop() {  
    checkWiFiConnection();  
    client.loop();  
    timeClient.update();  
  
    // Procesar el primer lector RFID  
    if (rfid1.PICC_IsNewCardPresent() && rfid1.PICC_ReadCardSerial()) {  
        handleRFID(rfid1, 1);  
    }  
  
    // Procesar el segundo lector RFID  
    if (rfid2.PICC_IsNewCardPresent() && rfid2.PICC_ReadCardSerial()) {  
        handleRFID(rfid2, 2);  
    }  
}
```

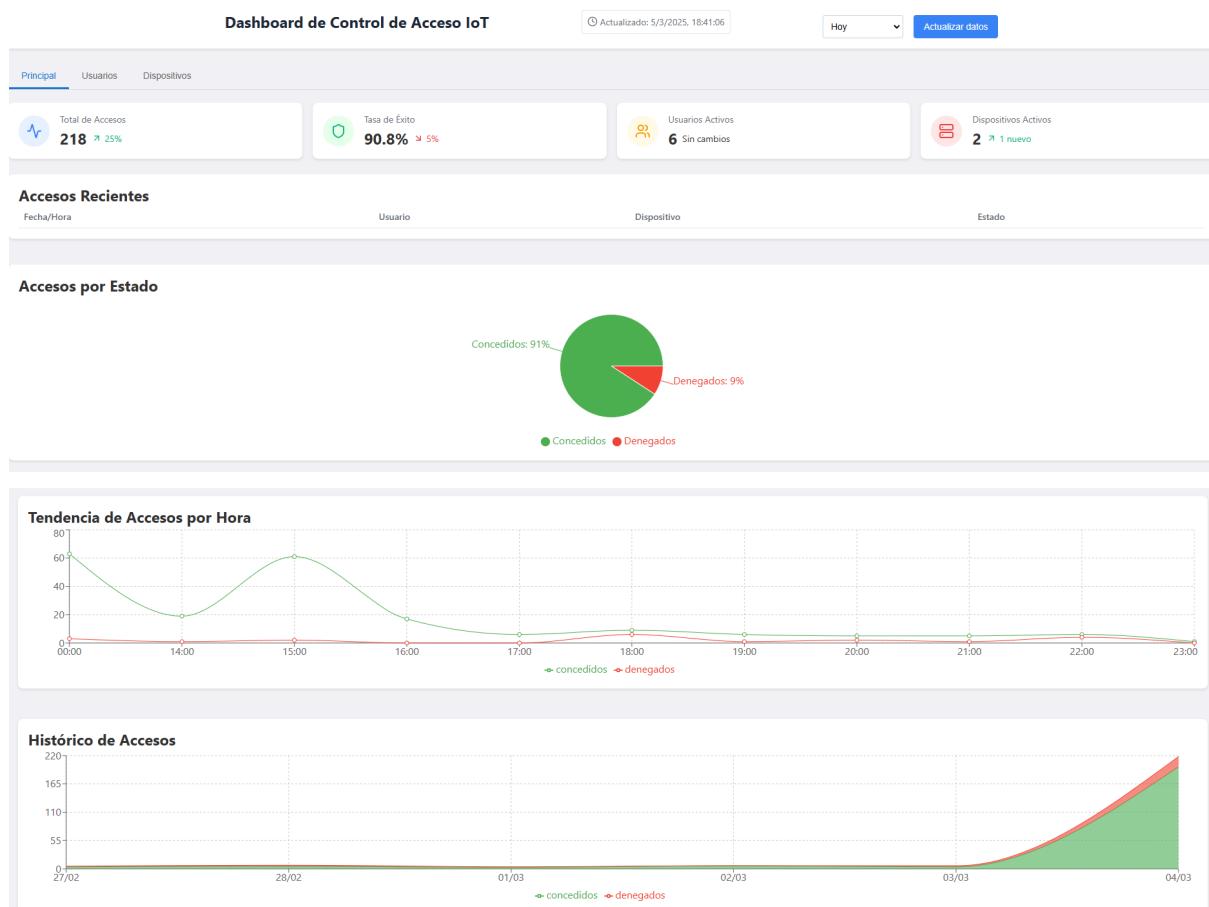
Resultados

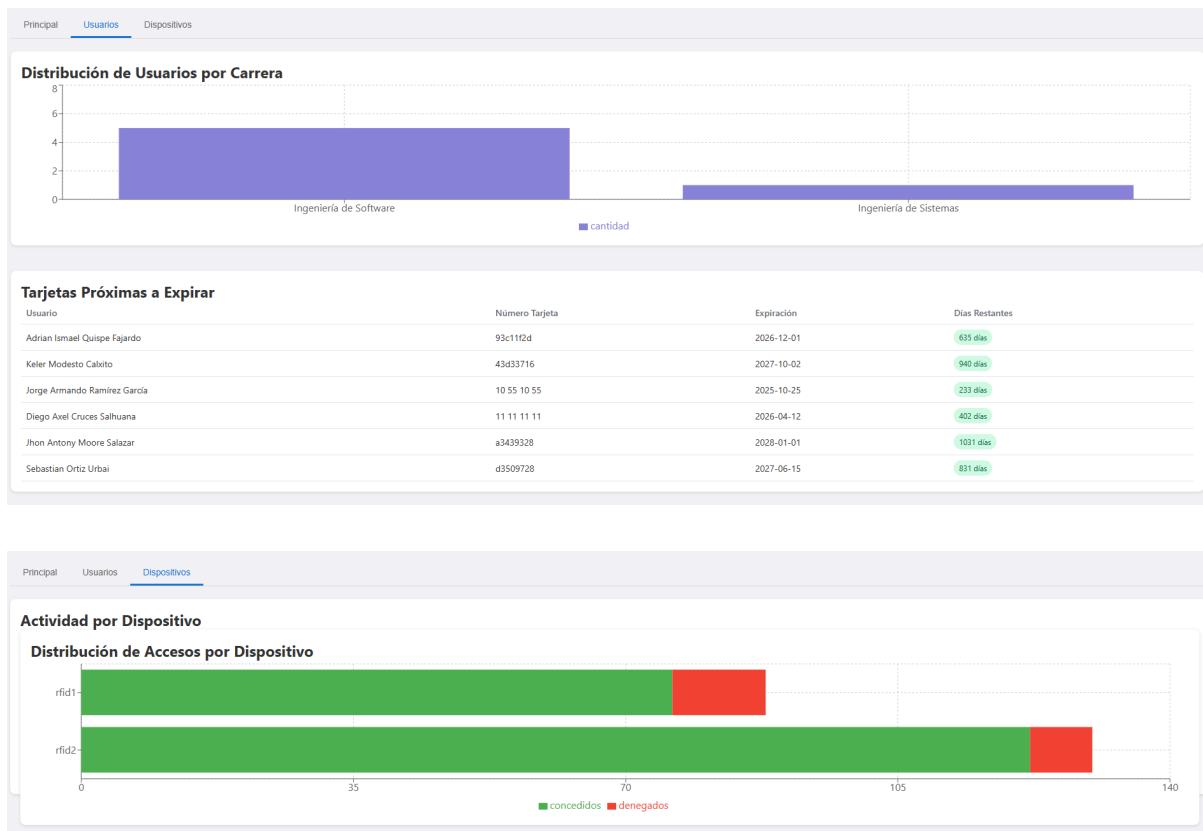
Vistas del dashboard

La interfaz del dashboard permite a los usuarios visualizar datos clave de manera centralizada, facilitando la toma de decisiones rápidas y basadas en información actualizada.

Figura 12

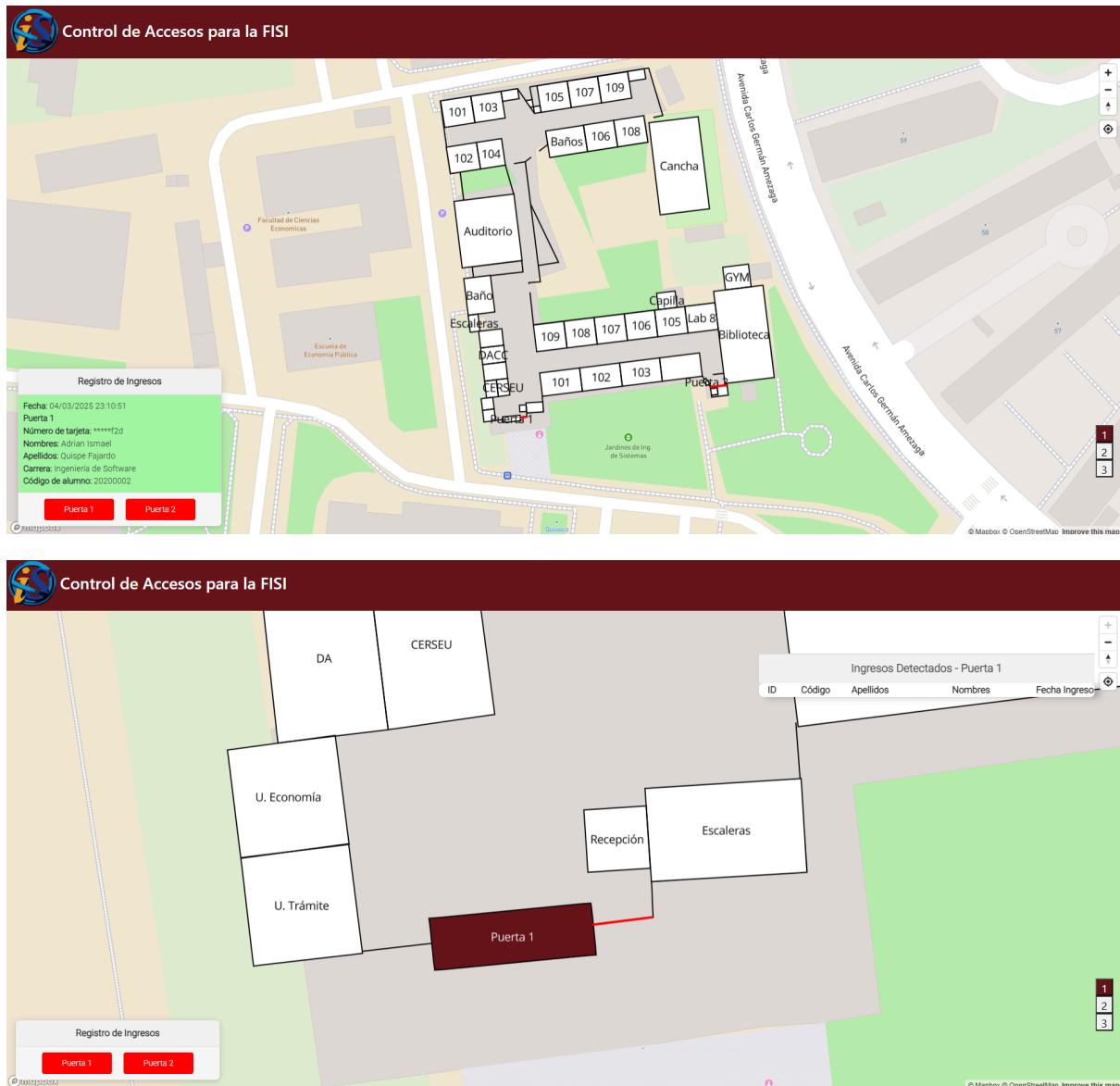
Dashboard de control de accesos





Vistas del Mapa

La interfaz del mapa interactivo permite a los usuarios navegar por las diferentes áreas de la FISI, además de mostrar los ingresos/salidas recientes. A su vez, los usuarios pueden seleccionar la puerta a visualizar para acceder a los registros recientes de los ingresos/salidas.

Figura 13*Mapa interactivo de la FISI*

Conclusiones

El proyecto demuestra la viabilidad de implementar un sistema de acceso inteligente en entornos educativos utilizando tecnologías emergentes como IoT y RFID. Las principales conclusiones son:

- La automatización del control de acceso mediante molinetes inteligentes mejora la seguridad y optimiza el flujo de usuarios.
- La integración de hardware y software mediante una arquitectura escalable permite la conexión en tiempo real con sistemas de gestión y monitoreo.
- La metodología ágil (Scrum) facilitó la coordinación del equipo y permitió adaptarse a cambios y requerimientos a lo largo del desarrollo.
- La solución propuesta sienta las bases para futuras mejoras y ampliaciones, consolidándose como un modelo replicable en otras instituciones educativas.

Bibliografía

Amazon Web Services. (s. f.). *AWS | Servicios en la nube de AWS*. Recuperado de

<https://aws.amazon.com/es/>

Espressif Systems. (s. f.). *ESP32*. Recuperado de

<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

Kaushal, G., Mishra, R., Chaurasiya, N., & Singh, P. (2015). *RFID BASED SECURITY AND ACCESS CONTROL SYSTEM USING ARDUINO WITH GSM MODULE*.

[https://www.semanticscholar.org/paper/RFID-BASED-SECURITY-AND-ACCESS-C
ONTROL-SYSTEM-USING-Kaushal-Mishra/0a28343d557de97b1bdd129e44c202f8
3a91f80a](https://www.semanticscholar.org/paper/RFID-BASED-SECURITY-AND-ACCESS-CONTROL-SYSTEM-USING-Kaushal-Mishra/0a28343d557de97b1bdd129e44c202f83a91f80a)

Lenko, F. (2021). Specifics of RFID Based Access Control Systems Used in Logistics Centers. *Transportation Research Procedia*, 55, 1613-1619.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.151>

Munoz-Ausecha, C., Ruiz-Rosero, J., & Ramirez-Gonzalez, G. (2021). RFID Applications and Security Review. *Computation*, 9(6), 69.

<https://doi.org/10.3390/computation9060069>

Mapbox. (s. f.). *Location intelligence for business*. Recuperado de <https://www.mapbox.com/>

MQTT.org. (s. f.). *The standard for IoT messaging*. Recuperado de <https://mqtt.org/>

Percy, E., Huamán, M. R., & Loayza, D. B. (2010). Radiofrecuencia de Identificación (RFID): microtecnología de gran impacto. *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, 7(1), 131-142.

https://www.researchgate.net/publication/368403847_Radiofrecuencia_de_Identificación_RFID_Microtecnología_de_Gran_Impacto

Red Hat. (s. f.). *¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?*. Recuperado de

<https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>

Anexos

Anexo: [Código Fuente](#)