

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

2025-0

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| Introducción..... | 3 |
| Revisión del estado del arte..... | 3 |
| RFID Based Security and Access Control System..... | 3 |
| Revisión Exhaustiva de la Tecnología RFID y sus Aplicaciones..... | 3 |
| Specifics of RFID Based Access Control Systems Used in Logistics Centers..... | 4 |
| Planteamiento del problema..... | 5 |
| Objetivos..... | 5 |
| Objetivo general..... | 5 |
| Objetivos específicos..... | 5 |
| Marco Teórico..... | 6 |
| Componentes del Sistema..... | 6 |
| Implementación de la Propuesta..... | 7 |
| Diseño Metodológico del Sistema..... | 7 |
| Historias de usuario..... | 8 |
| Sprints..... | 9 |
| Diagrama General de Arquitectura..... | 10 |
| Caracterización del Sistema y Variables..... | 10 |
| Resultados..... | 11 |
| Conclusiones..... | 11 |
| Bibliografía..... | 12 |

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):** Se refiere a la interconexión de dispositivos y sensores que permiten la comunicación y el intercambio de datos sin intervención humana directa. En este proyecto, el IoT facilita la integración del molinete con sistemas en la nube para monitoreo y análisis de datos.
- **Tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia):** Es una tecnología que utiliza ondas de radio para identificar objetos o personas de manera automática. Los lectores RFID instalados en el molinete permiten la verificación rápida y segura de la identidad de los usuarios mediante tarjetas o etiquetas.
- **Automatización y Control de Acceso:** Los sistemas automatizados mejoran la eficiencia y seguridad en el control de accesos, reduciendo errores humanos y permitiendo un registro digital y en tiempo real de las entradas y salidas.
- **Arquitectura de Sistemas y Diseño de Circuitos:** Se refiere al diseño del hardware y su interconexión, así como a la integración con el software encargado de procesar y gestionar la información.

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.
- **Módulo RFID:** Encargado de la lectura de tarjetas o etiquetas RFID para la validación de acceso.
- **Actuadores:**
 - **Servo Motor:** Controla el giro del molinete para permitir o bloquear el paso.
 - **Buzzer y LEDs:** Proveen retroalimentación visual y sonora para alertar sobre el estado del acceso (acceso concedido o denegado).
- **Conexión a la Nube:**
 - **IoT Core y MQTT:** Permiten la transmisión de datos en tiempo real a un servidor central.
 - **Base de Datos :** Almacena el registro de accesos, historial y configuraciones del sistema.
- **Interfaz de Usuario:**
 - **Dashboard:** Permite el monitoreo en tiempo real, consulta de historiales y gestión de usuarios y dispositivos.

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 | - |
| Desarrolladores | Sebastián Ortiz Urbai, Adrian Ismael Quispe Fajardo, Jorge Armando Ramírez García, Moore Salazar, Jhon Antony |
| Testers | Todos los integrantes participarán en las pruebas |
| Maquetado | Diego Axel Cruces Salhuana |

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.

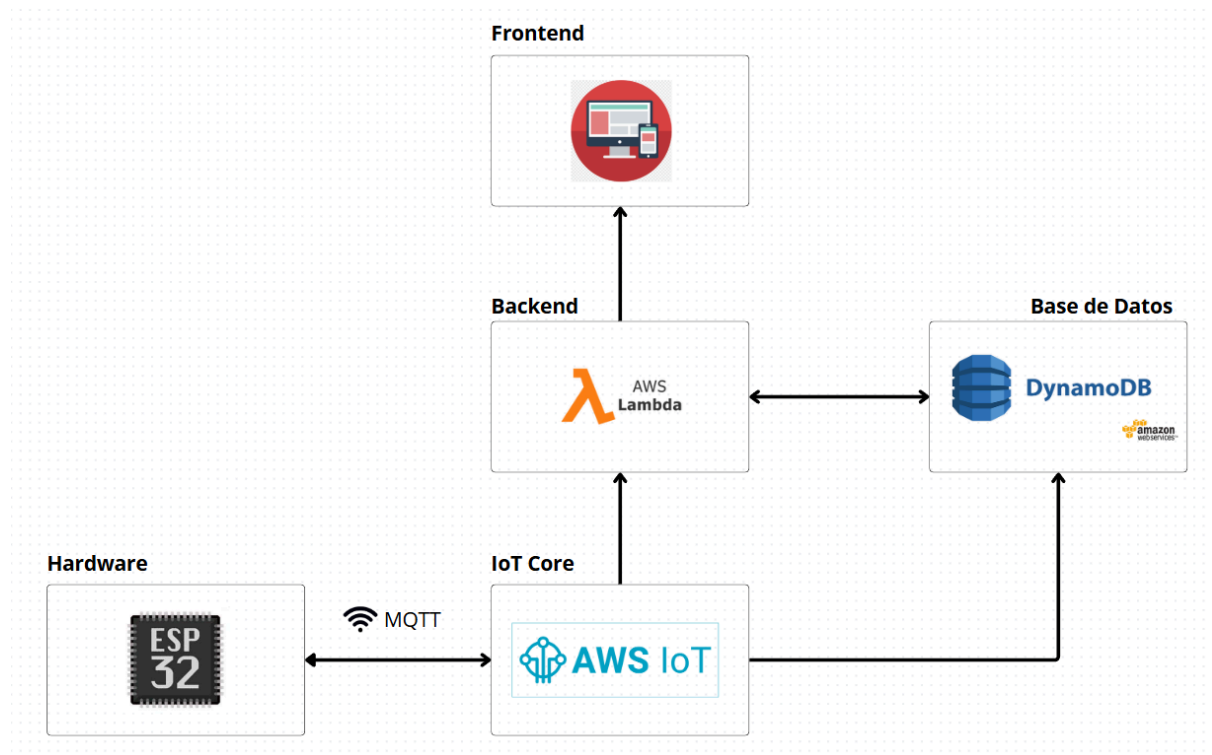
| ID | Historia de Usuario | Descripción |
|-----------|---|--|
| HU_01 | Registro de acceso con RFID | Como usuario registrado, quiero que el sistema valide mi tarjeta RFID para poder acceder a la facultad de manera eficiente. |
| HU_02 | Acceso denegado para personas no registradas | Como persona no 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. |

Diagrama General de Arquitectura



Caracterización del Sistema y Variables

| Categoría | Variable | Descripción |
|-----------------------------|----------------------------|---|
| Variables de Entrada | Número de tarjeta RFID | Identificador único que permite autenticar a cada usuario mediante su tarjeta asignada. |
| Variables de Salida | Estado de acceso | Resultado del proceso de verificación, determinando si se concede o deniega el acceso. |
| | Alertas visuales y sonoras | Uso de LEDs para indicar visualmente el estado y buzzer para alertas auditivas. |
| | Registro de datos | Almacenamiento de información relevante que permite el monitoreo y análisis de eventos para auditoría y optimización. |

| | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| Variables de Conectividad | Transmisión de datos vía MQTT | Comunicación eficiente y en tiempo real entre el sistema y otros dispositivos o plataformas, facilitando la integración y supervisión remota. |
| | Tiempo de respuesta del dashboard | Indicador crítico que mide la rapidez con la que se actualizan y muestran los datos en la interfaz, impactando directamente en la experiencia del usuario. |

Resultados

Durante la fase de pruebas se observaron los siguientes resultados:

- **Eficiencia en el Control de Acceso:**

El sistema permitió reducir significativamente los tiempos de validación en el ingreso, facilitando el flujo de usuarios y disminuyendo las colas.

- **Mejora en la Seguridad:**

La implementación del sistema RFID combinado con alertas visuales y sonoras redujo los intentos de acceso no autorizados, aumentando la seguridad en la entrada de la facultad.

- **Monitoreo en Tiempo Real:**

El dashboard demostró ser una herramienta eficaz para el monitoreo y análisis del flujo de personas, al proporcionar datos en tiempo real

- **Escalabilidad y Conectividad:**

La arquitectura basada en IoT y servicios en la nube permitió la integración de múltiples dispositivos, asegurando que el sistema pueda adaptarse a futuros requerimientos sin perder rendimiento.

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.

Bibliografia

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-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>