Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

DESARROLLO DE SISTEMA IoT PARA CONTROL DE ACCESOS VEHICULARES

Diego Mandujano Vazquez[1]; José Luis Juárez Alvarez[1]; Sergio Arturo García Gutiérrez[1]; José Luis Camargo Orduño[1]; Mariana Rojas Delgado[1]

[1]Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque, Estudiante de la carrera de TICS Autor de correspondencia: L22980266@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El presente trabajo describe el desarrollo e implementación de un sistema automatizado para el control de entradas y salidas vehiculares mediante el uso de un microcontrolador ESP32, con el objetivo de ofrecer una alternativa tecnológica para la gestión de accesos en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, extensión Apaseo el Alto, donde actualmente no se cuenta con un registro histórico que permita analizar la afluencia vehicular de alumnos, docentes, visitantes y padres de familia, lo que limita la toma de decisiones. La propuesta se fundamenta en el uso de tecnologías IoT para desarrollar una solución capaz de registrar de manera organizada y confiable los accesos vehiculares, reducir el uso de registros físicos y promover prácticas más eficientes y sustentables. El sistema integra sensores RFID para la identificación de usuarios, sensores infrarrojos y ultrasónicos para la detección y validación del paso vehicular, además de actuadores para el control de una barrera automatizada y señalización mediante luces LED. Adicionalmente, se desarrolló el diseño de una base de datos para el almacenamiento de información y un dashboard web para la visualización de registros y reportes, con el propósito de demostrar la funcionalidad y escalabilidad del sistema para futuras aplicaciones institucionales.

Palabras clave: *Actuadores, Dashboard, ESP32, IoT, RFID, Sensores*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el uso de tecnologías digitales ha permitido mejorar la organización y funcionamiento de las instituciones educativas, especialmente en actividades relacionadas con el control y administración de información. Dentro de estas aplicaciones, el control de accesos vehiculares representa una necesidad importante, ya que permite identificar usuarios, registrar horarios de entrada y salida, así como mantener un historial de accesos para mejorar la seguridad y la administración institucional.

Actualmente, en el Tecnológico Nacional de México, campus Roque, extensión Apaseo el Alto, no existe un sistema automatizado que permita registrar y administrar esta información de manera eficiente, lo que dificulta

diferenciar entre alumnos, docentes, visitantes y otros usuarios, además de limitar el análisis de datos y la toma de decisiones.

Ante esta problemática surge la necesidad de desarrollar una solución tecnológica basada en Internet de las Cosas (IoT), capaz de automatizar el registro vehicular y optimizar el control de accesos. El Internet de las Cosas permite la interconexión de dispositivos electrónicos para recopilar, procesar y transmitir información en tiempo real, facilitando la automatización de múltiples procesos.

Para el desarrollo del sistema se seleccionó el microcontrolador ESP32 debido a su conectividad Wi-Fi integrada, bajo costo y compatibilidad con sensores y actuadores, características que lo convierten en una herramienta adecuada para proyectos de automatización y monitoreo inteligente. El objetivo general de este trabajo es desarrollar un sistema automatizado que permita registrar de forma organizada las entradas y salidas de vehículos, además de implementar un dashboard web para la visualización de registros y reportes. De manera específica, se busca identificar las necesidades del sistema, diseñar la arquitectura de funcionamiento, integrar sensores y actuadores, desarrollar la estructura de almacenamiento de datos y validar la funcionalidad general del prototipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del sistema se realizó considerando una arquitectura basada en IoT orientada al control automatizado de accesos vehiculares. El sistema utiliza un microcontrolador ESP32 como unidad principal de procesamiento y comunicación debido a su conectividad Wi-Fi integrada y compatibilidad con diferentes sensores y módulos electrónicos.

El prototipo integra un módulo RFID RC522 para la identificación de usuarios mediante tarjetas o llaveros NFC, sensores ultrasónicos e infrarrojos para detectar el paso vehicular, LEDs indicadores para señalización visual y un servomotor encargado de simular la apertura y cierre de la barrera de acceso.

Asimismo, se incorporó una tarjeta MicroSD para el almacenamiento local de registros y conectividad Wi-Fi para el envío de información hacia una base de datos remota. La interfaz web fue desarrollada mediante HTML, CSS, JavaScript y PHP para permitir la consulta y visualización de registros almacenados.

La arquitectura del sistema fue desarrollada bajo un enfoque modular basado en IoT, donde el ESP32 funciona como unidad central encargada de la adquisición, procesamiento y transmisión de datos.

La capa de percepción integra sensores RFID, infrarrojos y ultrasónicos encargados de detectar la presencia vehicular y validar credenciales de acceso. Además, se incluyen actuadores como LEDs indicadores y un servomotor para el control de la barrera automática.

La capa de transporte permite la comunicación inalámbrica mediante Wi-Fi utilizando el protocolo HTTP para el envío de registros hacia el servidor. El sistema también contempla almacenamiento local mediante tarjeta MicroSD como mecanismo de respaldo.

En la capa de procesamiento, el ESP32 ejecuta la validación de credenciales, detección vehicular y control de actuadores. Posteriormente, la información generada es enviada hacia el servidor para su almacenamiento y administración. Finalmente, la capa de aplicación contempla un dashboard web desarrollado con tecnologías HTML, CSS, JavaScript y PHP, orientado a la visualización de registros, monitoreo de accesos y generación de reportes.

Cuadro 2. Componentes principales utilizados en el prototipo.

Componente	Función
ESP32	Procesamiento y control del sistema
Módulo RFID PN532	Identificación de usuarios
Sensor ultrasónico	Detección de presencia vehicular
Servomotor	Apertura y cierre de barrera
LEDs indicadores	Señalización visual
Tarjeta MicroSD	Respaldo y almacenamiento local
Wi-Fi	Comunicación y transmisión de datos

El funcionamiento del sistema inicia con la lectura de credenciales RFID. Posteriormente, el ESP32 valida la información y detecta la presencia del vehículo mediante sensores ultrasónicos e infrarrojos. Si el acceso es autorizado, el sistema activa el servomotor para levantar la barrera y enciende indicadores luminosos. Finalmente, la información correspondiente es almacenada y enviada al servidor para su registro en la base de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo realizado permitió estructurar una arquitectura funcional orientada al control automatizado de accesos vehiculares mediante tecnologías IoT. La integración de sensores, actuadores y módulos de comunicación proporciona una solución adaptable y escalable para diferentes entornos educativos.

Uno de los principales aportes del sistema es la automatización del registro vehicular mediante tecnologías RFID y sensores de detección, reduciendo la dependencia de registros manuales y mejorando la organización institucional.

El uso del ESP32 representa una ventaja importante debido a su conectividad inalámbrica, facilidad de programación y compatibilidad con múltiples dispositivos, permitiendo futuras ampliaciones relacionadas con monitoreo remoto, almacenamiento en la nube y aplicaciones móviles.

Asimismo, la arquitectura modular facilita la integración de nuevos sensores y funcionalidades, favoreciendo la escalabilidad del sistema y su aplicación en proyectos de automatización inteligente.

Durante el desarrollo del prototipo se realizaron pruebas de integración entre sensores, actuadores y la base de datos, permitiendo validar el funcionamiento general del sistema y la correcta transmisión de registros hacia la plataforma web.

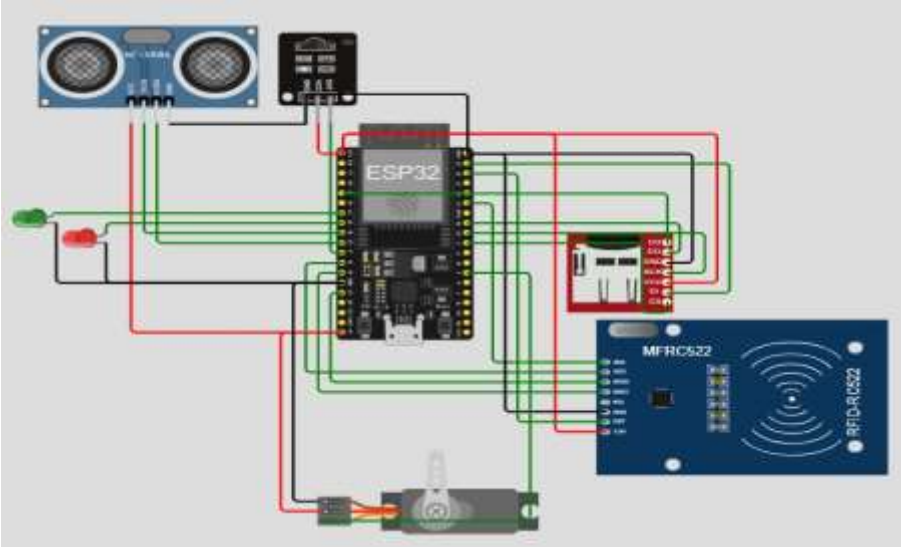

Figura 5. Maquetado de conexiones de sensores y actuadores al ESP32.

Diagrama de conexión del sistema IoT donde se integran el microcontrolador ESP32, sensores ultrasónicos, módulo RFID RC522, LEDs indicadores y servomotor utilizados para el control automatizado de accesos vehiculares.

Figura 2. Registro de accesos almacenados en la base de datos del sistema.

Visualización de los registros de entradas y salidas vehiculares almacenados en la base de datos del sistema desarrollado, incluyendo fecha, hora y validación de acceso.

El diseño también contempla la incorporación de dashboards web para visualización de reportes y análisis histórico de accesos, lo cual puede contribuir a mejorar la seguridad y la toma de decisiones dentro de instituciones educativas.

Como limitación del trabajo, el sistema requiere pruebas experimentales en condiciones reales para evaluar la precisión de sensores, estabilidad operativa y desempeño de la transmisión de datos.

Como trabajo futuro se contempla la implementación física completa del prototipo, así como la incorporación de almacenamiento en la nube, aplicaciones móviles y algoritmos inteligentes para optimizar el control de accesos vehiculares.

CONCLUSIONES

El diseño propuesto de un sistema automatizado para el control de accesos vehiculares basado en tecnologías IoT representa una alternativa útil para mejorar la organización de entradas y salidas en instituciones educativas y no solo para el caso específico del contexto de este proyecto (TECNM campus Roque, extensión Apaseo el Alto) sino en general ya que permite llevar un registro más ordenado y confiable de la información.

La estructura por capas facilita entender cómo funciona el sistema y permite que, en el futuro, pueda adaptarse o ampliarse según las necesidades; el uso del microcontrolador ESP32 resulta adecuado por su facilidad de conexión y compatibilidad con distintos dispositivos, lo que hace viable el diseño planteado. Además, la propuesta de una base de datos y un dashboard web permite visualizar la información de manera clara, lo que puede apoyar la toma de decisiones. En conjunto, este trabajo establece una base para futuras implementaciones, mostrando que el uso de tecnologías IoT puede ser una opción práctica para modernizar el control de accesos vehiculares en instituciones educativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

alphaTelecomSolutions. (s.f.). alphaenginyeria.com. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://alphaenginyeria.com/capas-arquitectura-iot#:~:text=Capa%20de%20percepción,calidad%20del%20aire%2C%20como%20PM2.

Amazon. (s.f.). amazon.com. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/

Espressif. (s.f). espressif.com. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://docs.espressif.com/projects/arduino-esp32/en/latest/

IBM. (s.f). ibm.com. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/internet-of-things

Llamas, L. (s.f). Luis Llamas. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://www.luisllamas.es/esp32-detalles-hardware-pinout/

Oracle. (15 de Febrero de 2021). oracle.com. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://www.oracle.com/latam/internet-of-things/

processon. (07 de 04 de 2025). processon.io. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://www.processon.io/es/blog/make-a-software-architecture-diagram

Söderby, K. (24 de Julio de 2025). Arduino. Recuperado el 19 de Abril de 2026, de https://docs.arduino.cc/arduino-cloud/guides/esp32/