

Sistema de control de acceso mediante código QR

Access control system through QR code

Isidro Jorge Zertucha González^{1,*} Adrián Rodríguez Ramos¹, Leandro Zambrano Méndez², Harold Picarin Pérez², Humberto Díaz Pando²

¹ Facultad de Ingeniería Automática y Biomédica. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE). Calle 114 No 11901 entre 119 y 127, Marianao, La Habana, Cuba.

² Facultad de Ingeniería Informática. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE). Calle 114 No 11901 entre 119 y 127, Marianao, La Habana, Cuba.

*Correspondencia: email del estudiante (correo institucional)

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento/No Comercial 4.0 Internacional](#)



Resumen

Los sistemas de control de acceso son sistemas imprescindibles para la seguridad. Automatizan el proceso de reconocimiento de los visitantes de alguna instancia física o virtual para identificar directamente si cuentan con los permisos suficientes para acceder. En nuestro país también son necesarios estos sistemas, pero debido a los elevados costos de adquisición resulta muy complejo de implementar. En la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) también se necesita implementar un sistema de control de acceso. Mediante el uso del software y hardware libres como Python y Raspberry Pi, se elabora una propuesta de sistema de monitoreo funcional con el menor coste posible, incluyendo el diagrama de flujo de su funcionamiento y las librerías de código utilizadas. Finalmente se evidencian los resultados alcanzados en la puesta en marcha del proyecto.

Palabras clave: Python, Kivy, OpenCV, Json

Abstract

Access control systems are essential systems for security. They automatize the recognition process of the visitors to any physic or virtual instance in order to identify if they have enough permissions to access. In our country these systems are needed too, but due the high costs of acquisition it results very complex to implement. At Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE) it is also needed to implement an Access control system. Through the use of open hardware and software like Python and Raspberry Pi, it is elaborated a proposal of a functionally monitoring system with less possible cost, including the flow diagram of it's behavior and code libraries used. Finally, it is evidenced the achieved results at the deploy time of the project.

Keywords: Python, Kivy, OpenCV, Json

1. Introducción

Con el desarrollo de la humanidad y las relaciones socio-económicas, se hizo necesario construir almacenes, centros de datos, laboratorios y otras instalaciones de alto valor monetario. Algunos locales

poseen una importancia tan elevada que resulta imprescindible contar con mecanismos de seguridad para preservar su valor. Existen muchas vías para mantener una vigilancia activa, desde guardias contratados y sensores de presencia, hasta cámaras de seguridad y avanzados sistemas de control de acceso automatizados.

En general, estos sistemas permiten la autorización o la restricción de paso de una persona o vehículo a una zona restringida teniendo en cuenta determinados parámetros establecidos previamente. Pueden clasificarse en físico o virtual. En el sentido físico, consiste en realizar un seguimiento del acceso a instalaciones físicas, ya sea a edificios de empresas, a comunidades de vecinos o a zonas concretas de estas instalaciones. Se podrá organizar el acceso de los usuarios en función de horarios, días o según las concesiones de cada uno. En el sentido virtual, se refiere a la seguridad informática, para determinar qué usuarios tienen los permisos correspondientes para acceder a determinados recursos o información en los sistemas informáticos.

El funcionamiento de un sistema de control se divide en varias etapas:

- **Identificación:** Mediante métodos manuales o totalmente automatizados, se reconocerá la identidad del individuo o vehículo que intenta acceder al centro.
- **Autenticación:** Una vez identificada la persona o el vehículo, el sistema revisará en la base de datos si se encuentra registrada su existencia.
- **Autorización:** Cuando la identidad ha sido confirmada, se procederá a permitir o denegarle su acceso. Esto dependerá de sus permisos establecidos, que pueden variar según el día u hora.
- **Trazabilidad:** Posteriormente, queda registrada la constancia del acceso o no del visitante, para futuros análisis estadísticos como la frecuencia y fecha con mayor demanda.

A partir de un estudio bibliográfico se sintetiza el basamento teórico que sustenta la investigación a partir de la cual se desarrollará el sistema de control de acceso computarizado. Estos resultados permiten tener un mayor conocimiento sobre estos sistemas en el mundo, Latinoamérica, así como en nuestro país.

En la siguiente tesis de grado realizada en el año 2016, titulada “Implementación de un sistema de control de asistencia utilizando relojes biométricos para los estudiantes del Instituto Tecnológico Los Andes en la ciudad de Santo Domingo en el año 2015, su autor Miguel Ángel Castillo Ortega utilizó relojes biométricos (dispositivos automáticos de control de asistencia laboral) los cuales cuentan con un hardware para la identificación. Gracias a esta tesis de grado se analizó como existen productos que cuentan con toda la información del usuario y un software con una arquitectura cliente-servidor donde se registra cada acción de los usuarios [1].

Francisco Caraballo Ríos en su tesis de Maestría, titulada “Sistema biométrico para el control de asistencia de los empleados de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba” donde propone el diseño y la evaluación de un sistema biométrico para el control de asistencia de los empleados de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, tomando como base las experiencias y tecnologías utilizadas para tales efectos a nivel mundial. “Se ha realizado un diseño conveniente y económico de todos los elementos que componen el sistema biométrico y, tanto el hardware como el software, dan respuesta a las necesidades

planteadas, obteniéndose además múltiples reportes que permiten un control detallado de la asistencia de los empleados" [2].

La ingeniera telemática Zynnia Verónica Vargas Vergara en su tesis de grado titulada "Sistema de Control de Acceso y Monitoreo con la Tecnología RFID para el Departamento de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil" planteo un sistema para el control de acceso a los laboratorios de su facultad basado en la tecnología de identificación por radio frecuencias RFID, en este caso fue un sistema de baja frecuencia a 125Khz, utilizo para la realización del mismo un sistema basado en el microcontrolador PIC18f4455 de Microchip [3].

El siguiente trabajo de grado presentado por las Ingenieras Johanna Sandoval Illescas y Rosa Sigüenza Cárdenas, "Análisis, Diseño e Implementación del sistema de control de asistencia de personal docente y administrativo de la escuela fiscal mixta Rafael Aguilar Pesantez" presenta una aplicación de escritorio para el control de la asistencia de personal, este sistema incluye utilización de base de datos, gestión de la forma de pago además de interfaz gráfica para su utilización por los administradores del sistema [4].

SICOPE (Sistema de Control de Personal). Es un sistema de control de asistencia de personal creado por la empresa peruana Xial Company SAC, que permite manejar de una manera sencilla el control de tiempo elaborado por los trabajadores en base a los turnos, tipo profesional, contratados, nombrados y políticas definidas por la empresa, manejo de remuneraciones y más. El sistema emite reportes de Asistencia, Faltas, Retardos, Tiempo Extra y Pre-nómina [5].

En nuestro país, también se requiere mantener una vigilancia en determinadas instalaciones. Sin embargo, resulta muy complejo implementar las últimas tecnologías debido a sus altos costos y los obstáculos impuestos por el bloqueo.

Este trabajo plantea como objetivo el diseño de un sistema de control de acceso basado en el uso de software y hardware libre que permita llevar un registro de entrada y salida de personas en la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cujae. Los principales beneficios de este Sistema son:

- Mayor puntualidad y cumplimiento de todo el personal.
- Disminución de horas productivas.
- Cálculo automático de nómina según horas trabajadas.
- Aumento de la seguridad.
- Mejoramiento en la productividad.
- Reportes personalizados.
- Ahorros en personal extra que lleve los registros manualmente.
- Un mejor control de los visitantes.

2. Materiales y Métodos

Descripción del proceso

El proceso de estudio consta de una microcomputadora conectada a una cámara, que se encargará de identificar el permiso de acceso de cualquier visitante de la CUJAE y mostrar una respuesta en pantalla. Como muestra la figura 1, para ello se revisa la información contenida en el código QR de una tarjeta de

identificación. Las identificaciones del personal de la CUJAE cuentan con un formato específico, el cual es confirmado en cada lectura; en caso de aparecer un formato diferente, se mostrará en pantalla que dicho formato es incorrecto, ignorando la petición de acceso. En caso de contar con el formato adecuado, se extraen los parámetros como el nombre e ID y se solicita a un servidor web (Node-RED) mediante el protocolo JSON que confirme en la base de datos (MySQL) de la universidad la pertenencia al centro del visitante. En caso negativo, se le impedirá la entrada. La hora de la visita será registrada para futuros análisis.

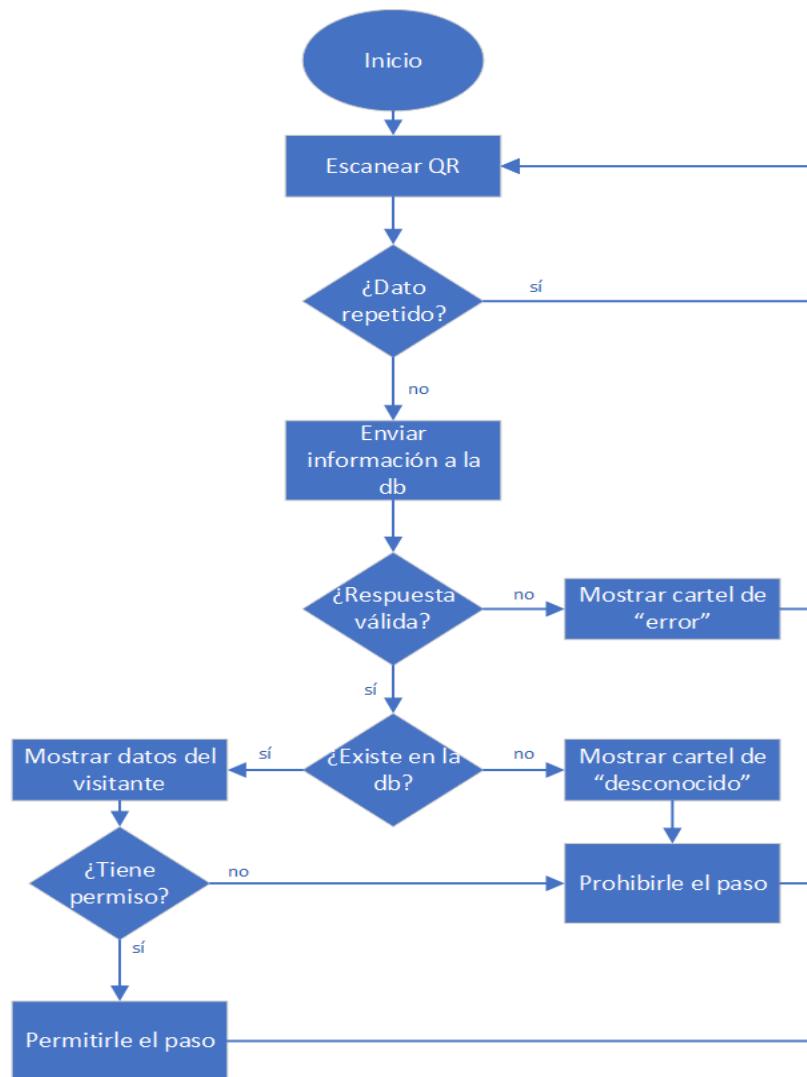


Fig.1 Diagrama de flujo del proceso

Raspberry Pi es una serie de microcomputadoras creadas con fines académicos. Permite la conexión de periféricos mediante conexión USB y cable plano. Cuenta con diversos kits, destacando el módulo web-camera conocido como Picamera V2, con un lente de enfoque manual mediante rotación del eje (carece de auto-enfoque).

Python es un lenguaje de programación multiplataforma, interpretado y de código abierto, creado por Guido van Rossum. Se enfoca en la programación orientada a objetos y cuenta con una enorme comunidad que se mantiene fuertemente activa, incorporando librerías con numerosas funcionalidades. Entre ellas encontramos a OpenCV, una librería para visión artificial y a Kivy, un *framework* para el desarrollo de interfaces gráficas.

El código QR, por sus siglas en inglés "Quick Response", o código de respuesta rápida, es "un sistema de información que supone una evolución del código de barras. El código QR es una imagen bidimensional que almacena la información en una matriz de puntos que, a diferencia de los códigos de barras que se leen en una única dirección, contienen información en dos direcciones, vertical y horizontal" [1].

Los JSON Web Token (JWT) es un estándar abierto (RFC 7519) que define una forma compacta y autónoma de transmitir información de forma segura entre las partes como un objeto JSON. Esta información puede ser verificada y confiable porque está firmada digitalmente [2].

MySQL es un sistema de gestión (o manejador) de bases de datos. Puede ser, desde una simple lista de artículos a las inmensas cantidades de información en una red corporativa. Al ser un software de código abierto, es accesible para cualquiera, para usarlo o modificarlo. Se puede descargar MySQL desde Internet y usarlo sin pagar nada, de esta manera cualquiera puede inclinarse a estudiar el código fuente y cambiarlo para adecuarlo a sus necesidades. MySQL es fácil de usar tanto para volúmenes de datos grandes como pequeños.

Entre sus características destaca:

- Velocidad y robustez.
- Multiproceso, es decir puede usar varias CPU si éstas están disponibles.
- Puede trabajar en distintas plataformas y sistemas operativos distintos.
- Sistema de contraseñas y privilegios muy flexible y seguro.
- Todas las palabras viajan encriptados en la red.
- Los clientes usan TCP o UNIX Socket para conectarse al servidor.
- El servidor soporta mensajes de error en distintos idiomas.
- Todos los comandos tienen *help* para las ayudas [3].

Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware y servicios en línea de formas nuevas e interesantes. Proporciona un editor basado en navegador que facilita la conexión de flujos mediante la amplia gama de nodos de la paleta que se pueden implementar en su tiempo de ejecución con un solo clic [4].

Ender 3D es una impresora 3D, es decir, que es capaz de colocar capas de plástico fundido, una encima de otra, las cuales se solidifican al enfriarse. El resultado de la tecnología aditiva es tal que permite fabricar objetos de tres dimensiones diseñados por un software de dibujo asistido.

Para llevar a cabo el diseño del prototipo del sistema de monitoreo, se necesitan los siguientes materiales:

- Microcomputadora Raspberry Pi 3 Modelo B
- Cargador de celular estándar
- Tarjeta MicroSD de 30 GB con el sistema operativo Raspbian instalado
- Picamera V2 con cable plano
- Periféricos de entrada USB mouse y teclado.
- Monitor HDMI con conector HDMI y alimentada a 110V
- Cable Ethernet
- Software libre “Python” y sus dependencias
- Carcasa protectora impresa en 3D para la Raspberry

En la figura 2 se puede apreciar las conexiones de distintos periféricos a la micro-computadora Raspberry Pi.

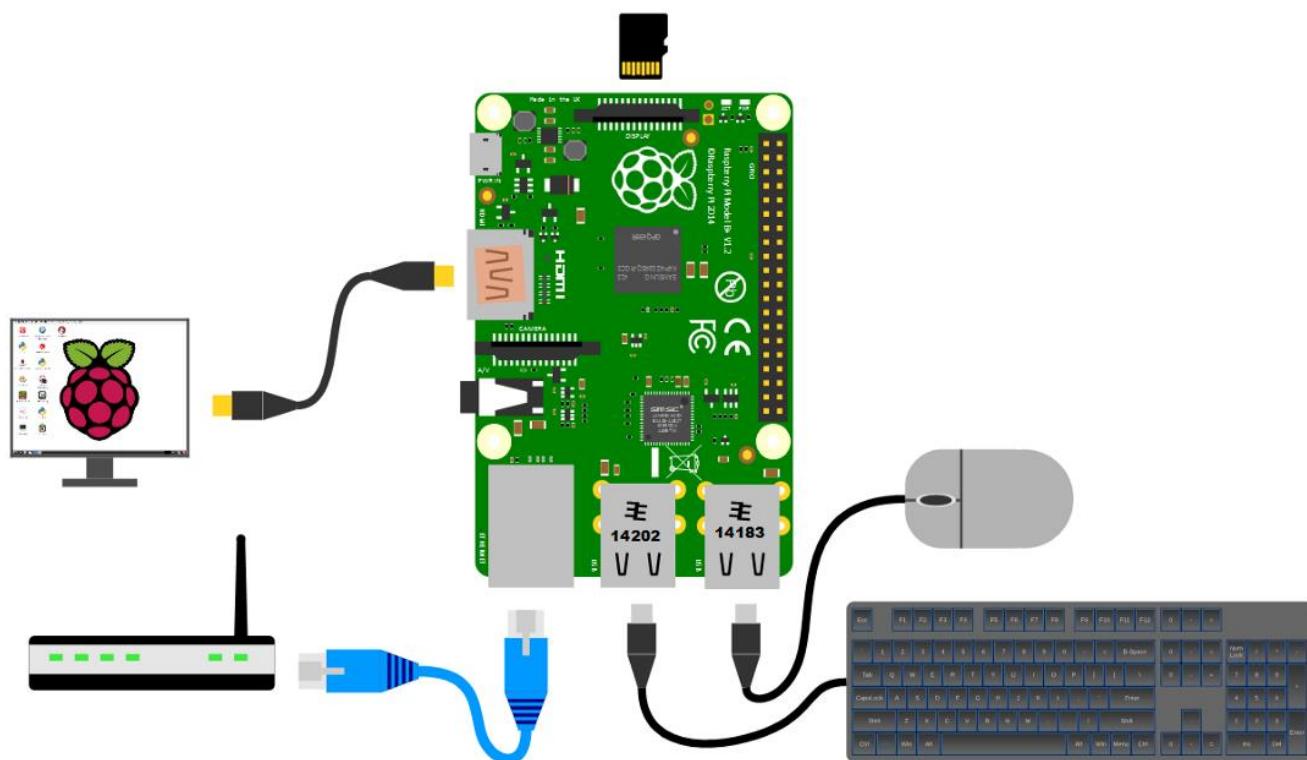


Fig.2 Conexión de periféricos a Raspberry Pi

3. Resultados y Discusión

Evidencia del funcionamiento del diseño propuesto

Como se apreciar hasta el momento, el diseño consta de una interfaz gráfica corriendo en Raspberry Pi 3 Modelo B. Al acercarle un código QR, leerá sus parámetros y, en caso de estar en un formato válido y tratarse de un visitante perteneciente al centro, mostrará sus datos en pantalla. Se observa el aspecto visual en la figura 3.

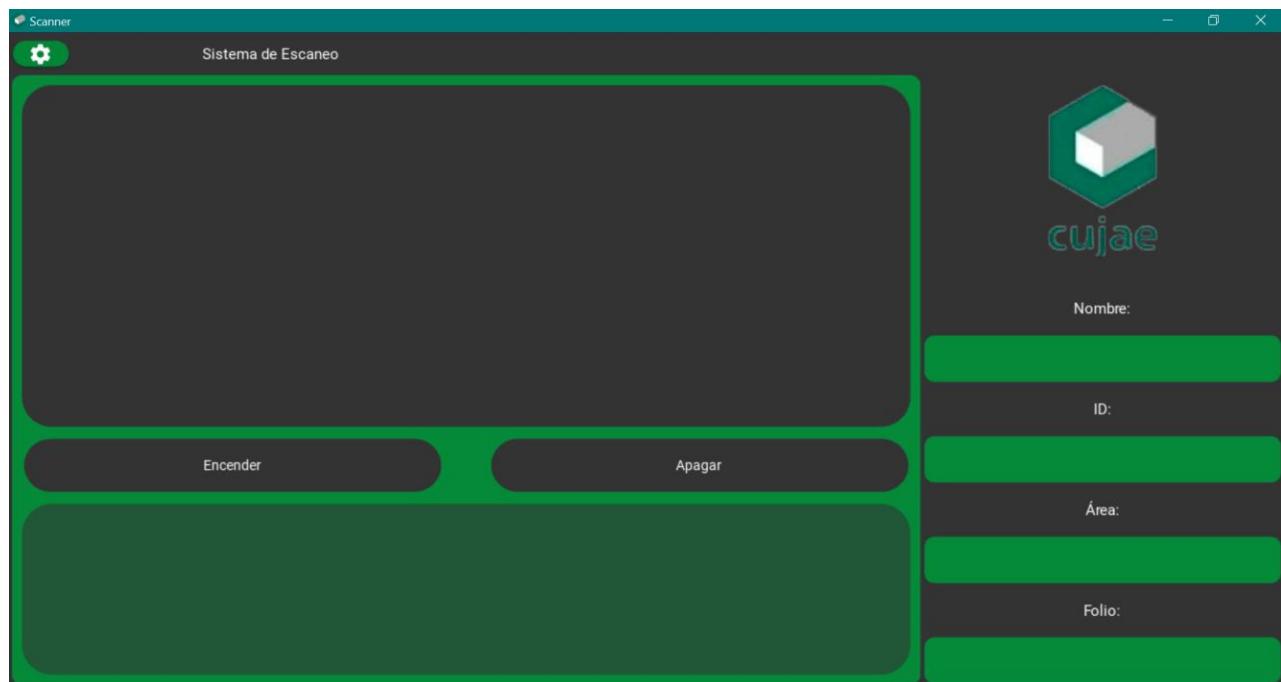


Fig.3 Diseño del menú principal de la aplicación

Resulta necesario añadir una pestaña donde se reconfigure la aplicación en caso de que el sistema anfitrión sea reubicado. De esta forma se facilita una futura reutilización del código para otros proyectos similares (Ver figura 4).

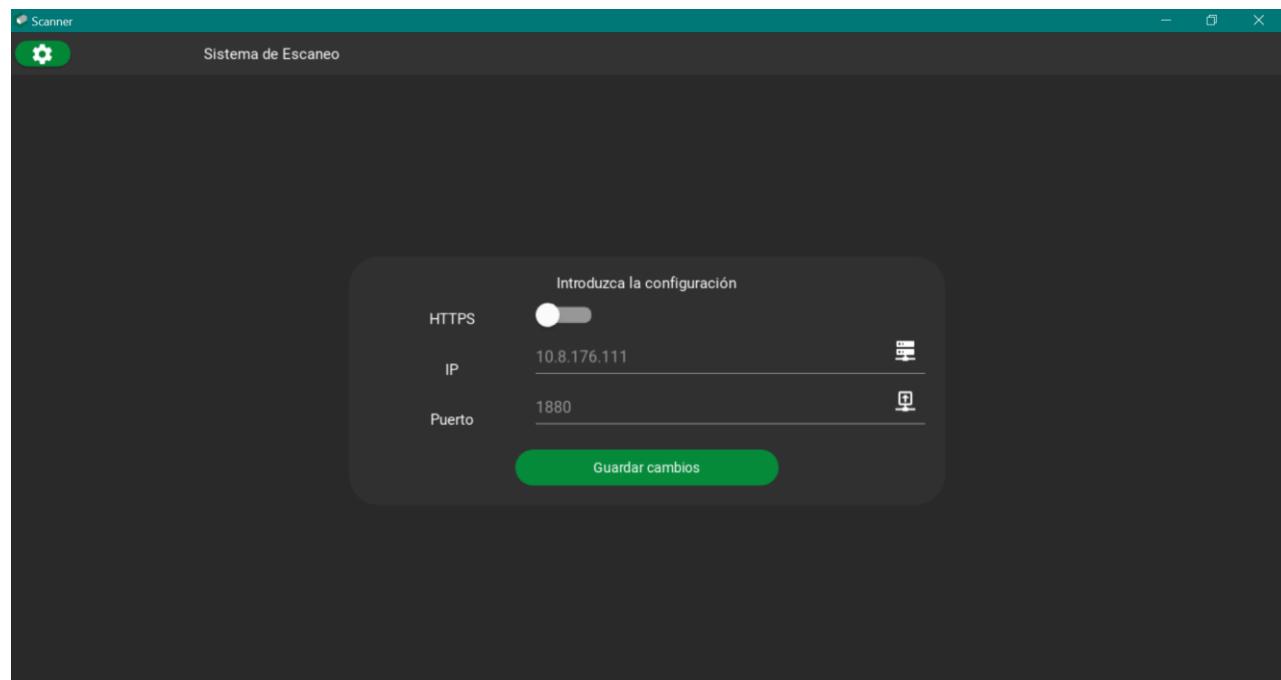


Fig.4 Diseño de la ventana de configuración

Posteriormente al diseño, se revisó el correcto funcionamiento del hardware seleccionado y se instaló provisionalmente en una oficina de la universidad (Ver figura 5).

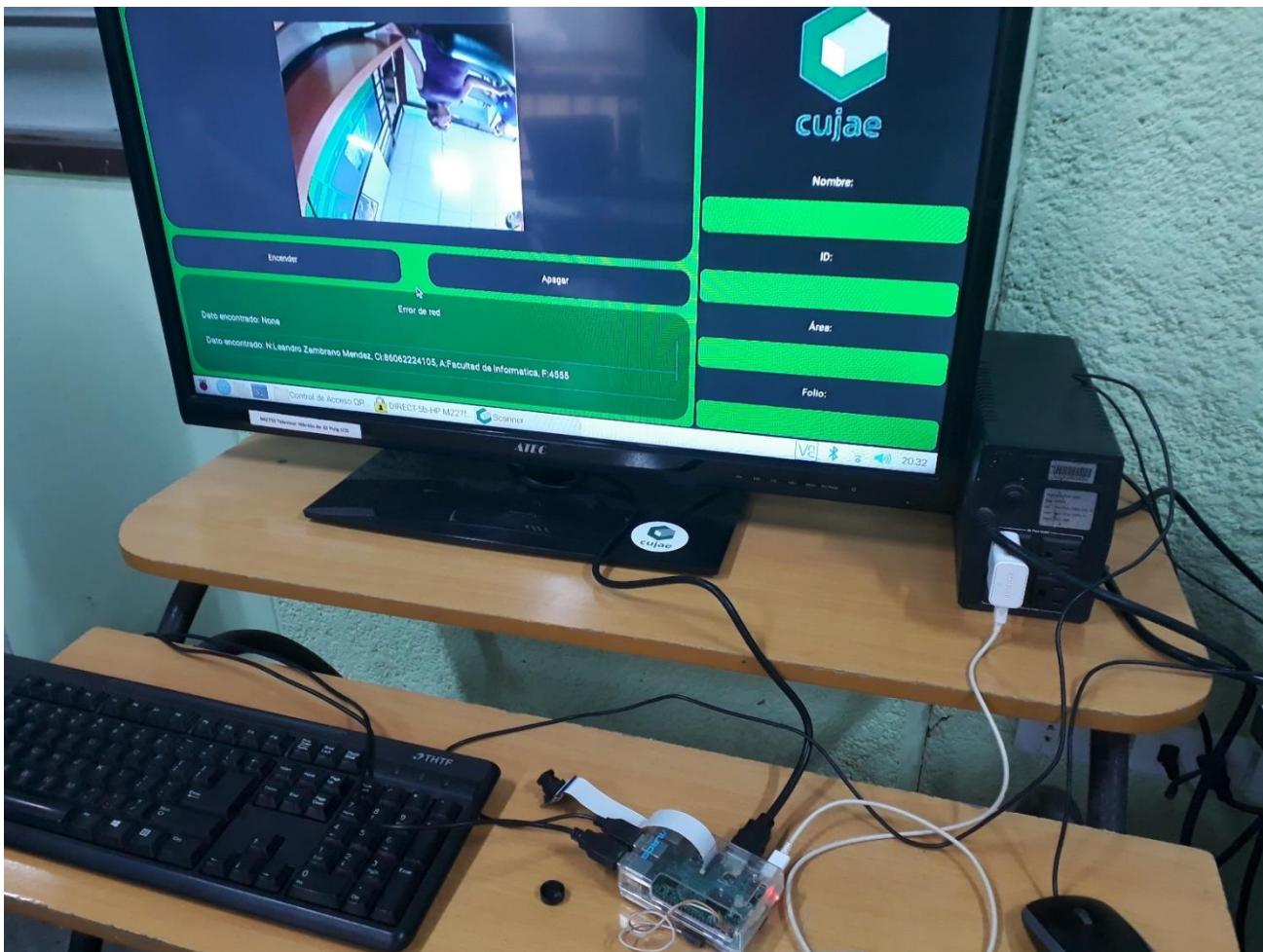


Fig.5 Hardware utilizado

Finalmente se ejecutó el programa compilado, alcanzando el comportamiento planteado en la propuesta. Se pudo apreciar que, al no contar con autofocus, se debe alejar el código QR a 7 cm de la PiCamera V2, distancia a la cual fue calibrado el lente. La figura 6 muestra un ejemplo de acceso denegado.

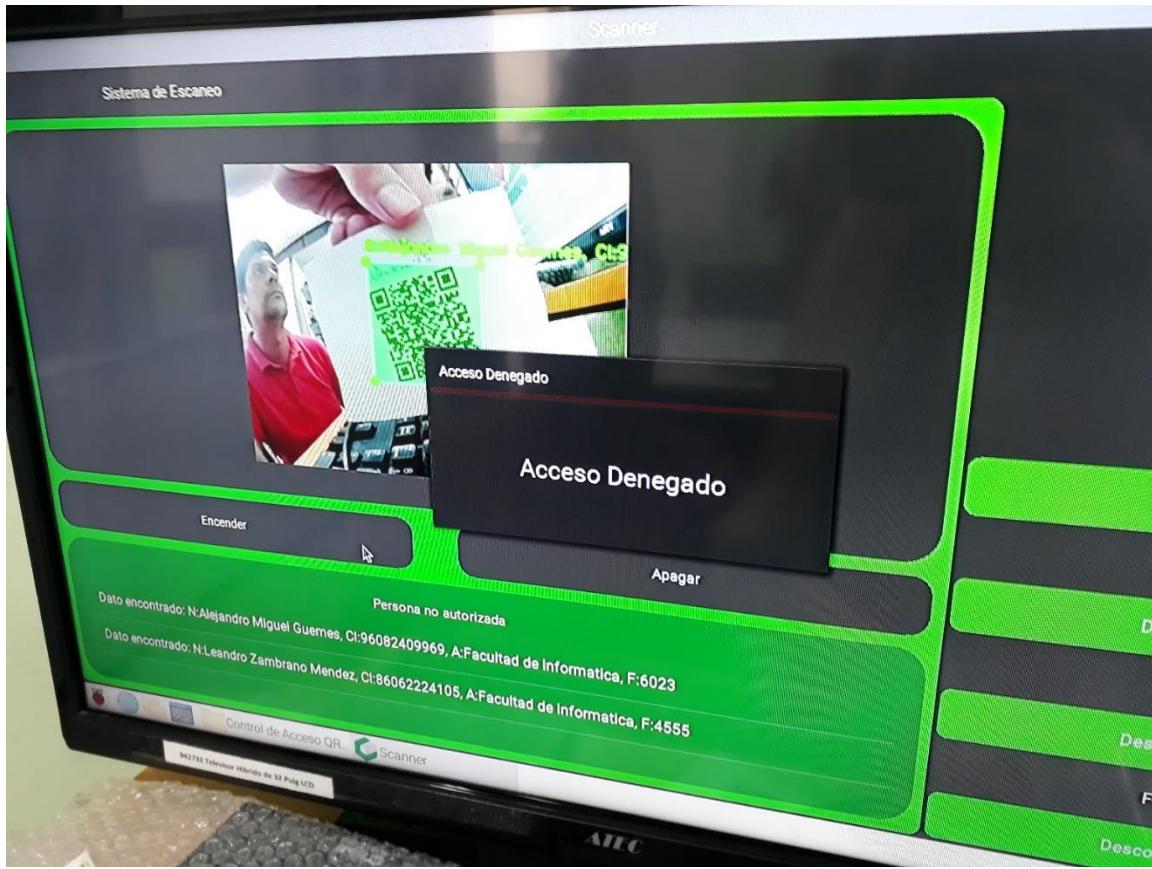


Fig.6 Ejemplo de acceso denegado

Paralelamente a esta aplicación, se encuentra el flujo de trabajo de Node Red, que estará trabajando como intermediario entre la interfaz y la base de datos de la universidad (Ver figura 7).

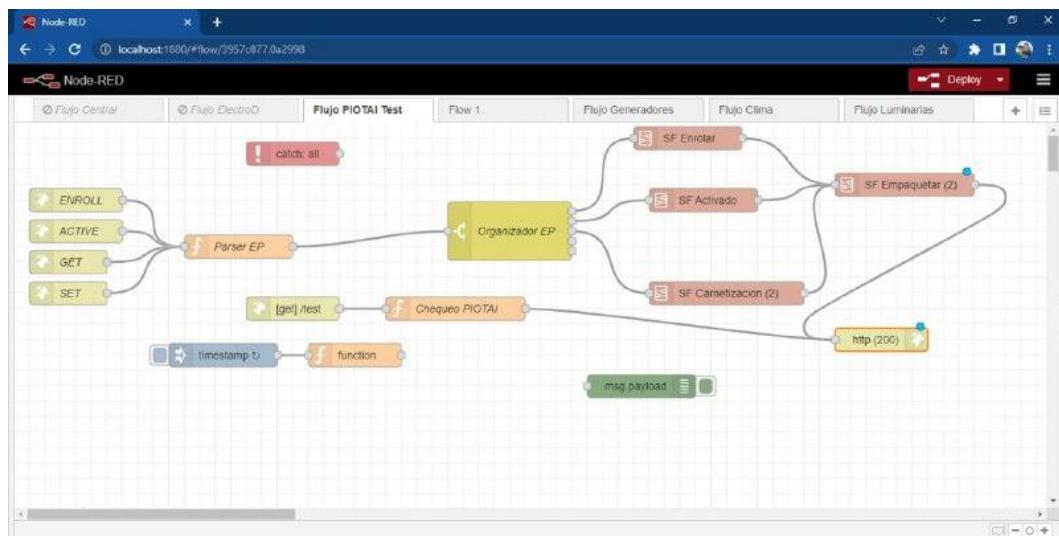


Fig.7 Flujo de trabajo de Node Red

Viabilidad del diseño

Luego de realizar una búsqueda de proveedores en el mercado, se compararon los precios del servicio de instalación de un sistema de control de acceso profesional con los empleados en la solución propuesta.

En la Tabla 1 se evidencian los precios en USD para cada sistema. Se debe tener en cuenta que al contar con una impresora 3D y plástico, la institución puede despreciar el precio de fabricar la carcasa para la Raspberry.

Tabla 1. Precio de la propuesta por cada componente

Materiales	Precio de los elementos empleados en la solución	Precio contratando a terceros
Raspberry Pi 3 Modelo B	150	
Cargador de celular	2	
estándar		
Tarjeta MicroSD de 30	3	
GB		
Picamera V2	32	
Mouse USB	2	
Teclado USB	8	
Monitor HDMI	66	
Cable Ethernet	7	
Software	0	
Carcasa protectora	0	
Servicio Ofrecido	0	Entre 400 y 2500
Total	270	Entre 400 y 2500

4. Conclusiones

La propuesta presentada permite la implementación de un sistema de control de acceso automatizado para la universidad, con un registro histórico de entradas de cada visitante sin la necesidad de realizar grandes inversiones o contratar personal ajeno a la institución. Se realizó la impresión 3D de una carcasa protectora para el dispositivo principal, se programó el funcionamiento del mismo y se probó su efectividad. Este sistema fue creado con software y hardware libre, gracias a esto puede reutilizarse en otras instituciones o locales, abaratando costos al país. Como trabajo futuro se desea optimizar el funcionamiento del algoritmo de escaneo.

Referencias

1. Coronel, I. R., *El código QR: y su utilización en las instituciones museísticas venezolanas.* museos. ve, 2013. (24): p. 20-22.
2. Tayupanda, L., *Desarrollo de una interfaz web, que permita mejorar la seguridad en la transferencia de estados de servicios web, basado en autenticación y autorización mediante el estándar Json Web Token,* 2022. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
3. Guevara, A., Ximena, C., *Desarrollo de un sistema académico orientado a la web para la Unidad Educativa “Juan de Velasco” utilizando Symfony y MySQL,* 2016. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
4. Oliveros, S., Cristhian, E., Gòmez, P., David, E., *Implementación del sistema internet de las cosas, para el módulo de control de nivel y caudal, en el Laboratorio de Control y Manipulación automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento,* 2019. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
5. Vani, C., & Reddy, G. R., *Development of internet of things and cloud based applications using Kivy for mobile and smartphone integration.* Materials Today: Proceedings, 2021.
6. Pérez, C., Carlos, D., *Diseño y fabricación de la cadena de protección de cableado de la máquina Bridgeport de la EII. Mediante impresión 3D,* 2017. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.