

Proyecto Capstone

Sistema de control de aforos basado en el
internet de las cosas.



Página 1 de 16

Autores:

Hurtado Avilés Gabriel, Unidad Azcapotzalco, Ing. Computación
Martínez Fernández Irving, Unidad Azcapotzalco, Ing. Computación
Olmos Salmones Giovanni, Unidad Azcapotzalco, Ing. Computación

CONTENIDO

SISTEMA DE CONTROL DE AFOROS BASADO EN EL INTERNET DE LAS COSAS.....	3
1. INTRODUCCION	3
2. JUSTIFICACION.....	4
3. OBJETIVOS	4
4. REQUISITOS	5
5. CIRCUITO PROPUESTO	6
6. CODIFICACION Y EXPLICACION DEL PROGAMA	9
7. ENVIO Y RECEPCION DE LA INFORMACION.....	10
8. ALMACENAMIENTO Y ADMINISTRACION DE LA INFORMACION	11
9. MONITOREO DE LA INFORMACION	14
10. ALCANCES	15
11. CONCLUSIONES	15
12. REFERENCIAS	16

SISTEMA DE CONTROL DE AFOROS BASADO EN EL INTERNET DE LAS COSAS.

1. INTRODUCCION

En los últimos años el concepto del Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things) ha tomado gran importancia. Éste describe la red de objetos físicos (cosas) que llevan sensores integrados, software y otras tecnologías con el fin de interconectar dispositivos y equipos, tanto a nivel doméstico como industrial a través de Internet. En la industria, IoT se utiliza en diferentes áreas, por ejemplo, producción en masa, control de infraestructura urbana, control ambiental y sector salud.

IoT ha tenido un papel muy importante en el desarrollo de todos los campos de la ingeniería. Además de los avances tecnológicos, el uso del IoT ha dado lugar a muchas mejoras en la industria ya que ha ayudado a:

- Reducir los costos de producción.
- Reducir la variabilidad del producto final.
- Incrementar la eficiencia.
- Reducir el impacto ambiental y mantener un proceso dentro de los límites de seguridad que correspondan.
- Facilidad de acceso a la información.

A través de este proyecto se pretende implementar un sistema capaz de gestionar y almacenar la información de múltiples usuarios para el control de aforos en laboratorios o aulas equipadas de diferentes instituciones.

La apertura de las cerraduras se realiza mediante un sensor ultrasónico que identifica la presencia del usuario y le permite identificarse mediante un pad numérico o RFID e incluso un sensor de huellas dactilares. Se valida la información del usuario en una base de datos conectada a Internet y el total de aforo permitido en el laboratorio. Cuando sea necesario se podrá integrar un sensor de temperatura infrarrojo que habilitará el acceso solo a los usuarios con una temperatura corporal promedio (menor a 37.5°C), en caso contrario el acceso será restringido y se notificará al encargado del área.

2. JUSTIFICACION

En las instituciones, el personal apoyo es limitado, sin embargo, se requiere llevar un control del acceso a laboratorios o aulas donde hay equipo especializado y tienen un aforo limitado. Automatizar el acceso permitirá controlar el aforo a dichos espacios.

La nueva normalidad establece el regreso paulatino de las actividades, sin embargo, un alto porcentaje del personal administrativo pertenecen a la comunidad vulnerable a contagios por COVID-19, lo que impacta en el control de acceso a laboratorios y aulas equipadas.

A pesar de que el acceso por una puerta principal a las instituciones pareciese ser suficiente, se deben considerar factores adicionales, por ejemplo, el limitado personal de apoyo con el que cuentan y que personas externas a la comunidad educativa ingresan a las instalaciones, por ello, tener un sistema capaz de controlar el aforo representa un beneficio al evitar que personal no capacitado o autorizado ingrese a los diferentes laboratorios y aulas equipadas de la institución.

La implementación de un sistema de control de aforos para laboratorios y aulas equipadas en diferentes instituciones es un área de oportunidad para la implementación de soluciones basadas en IoT. El beneficio de automatizar el control de acceso en áreas restringidas y de aforo limitado impactara en la disminución del personal requerido para esta actividad permitiendo que puedan realizar otro tipo de actividades.

Actualmente existen sistemas inteligentes con un funcionamiento similar al de nuestro proyecto, en su mayoría cerraduras con sistemas básicos enfocados al uso doméstico y de costos elevados. El desarrollo del presente proyecto pretende realizar la implementación de un sistema de control de aforos con cerraduras inteligentes conectadas a través del IoT para permitir el acceso a laboratorios o aulas que tienen aforo limitado a un costo accesible.

3. OBJETIVOS

Objetivos generales

Desarrollar un sistema modular capaz de gestionar y almacenar la información de múltiples usuarios a través de Internet de las Cosas como un prototipo para el control de aforos en diferentes instituciones.

Objetivos específicos

1. Diseñar e implementar un módulo que permita la recolección y transmisión de datos.
2. Diseñar e implementar un módulo que permita controlar el aforo en laboratorios y aulas equipadas de diferentes instituciones.
3. Diseñar e implementar un módulo que permita el procesamiento de los datos recolectados.
4. Diseñar e implementar un módulo que permita la gestión de usuarios.
5. Diseñar e implementar un sistema que permita gestionar el acceso a laboratorios y aulas equipadas de diferentes instituciones a través del Internet de las Cosas.

4. REQUISITOS

Para llevar a cabo este proyecto, será necesario con:

- Ubuntu 20.04.
- GitHub Desktop en Ubuntu 20.04
- IDE de Arduino 1.8 o superior.
- Broker Mosquitto funcionando de forma local en el puerto 1883
- NodeRed funcionando de forma local en el puerto 1880.
- MySQL funcionando de forma local en el puerto 3306.

Para ensamblar el circuito se requiere contar con el siguiente material:

Componente del Sistema	Costo
ESP32 DEVKIT V1 30 Pines Wifi + Bluetooth	\$155.00
Modulo Sensor RFID RC522 RF IC	\$50.00
Oled Blanco 128x64 I2C SSD1306	\$85.00
Sensor de Temperatura Infrarrojo GY-906 MLX90614	\$273.00
Sensor Ultrasónico HC-SR04	\$30.00
Teclado Matricial 4x4 Numérico Tipo Membrana	\$23.00
Lector Sensor Huella Dactilar Digital As608	\$280.00
Cerradura Eléctrica 12v Chapa Puerta Solenoide	\$139.00
Leds, resistencias, Tarjetas, Reguladores, etc.	\$150.00
Canaleta, caja protectora, e instalación.	\$200.00
Modulo relevador de 5V.	\$26.00
Cerradura Eléctrica 12v Chapa Puerta Solenoide	\$230.00
Total	\$1,664.00

5. CIRCUITO PROPUESTO

Para conectar diferentes elementos físicos (cosas) a Internet, que suelen ser dispositivos u objetos de uso doméstico, se necesita una conexión para poder transferir datos a través de redes (por lo general, inalámbricas). La conectividad inalámbrica a IoT mediante Wi-Fi o Bluetooth se ha hecho relativamente simple gracias a diferentes módulos y kits que existen en el mercado, por ejemplo, la ESP32 es un módulo que presenta una solución de Wi-Fi/Bluetooth.

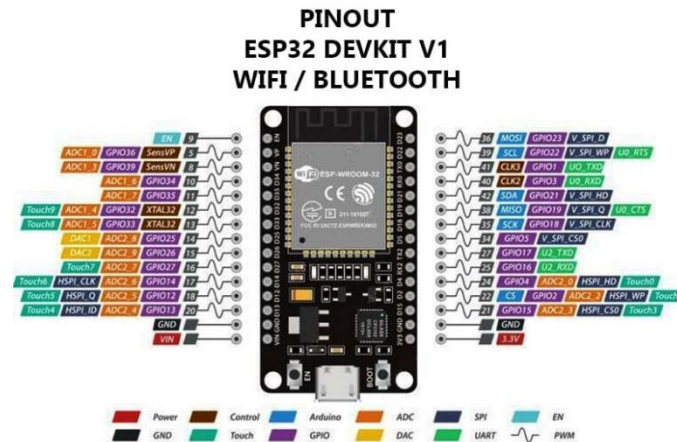


Figura 1. Esp32 DEVKIT V1

El diseño del Sistema se realiza a través un circuito cuyo funcionamiento principal es gracias a un módulo ESP32. El módulo ESP32 consta de un procesador básico integrado capaz de trabajar a frecuencias bajas, lo que lo convierte en una excelente alternativa para proyectos que involucran IoT.

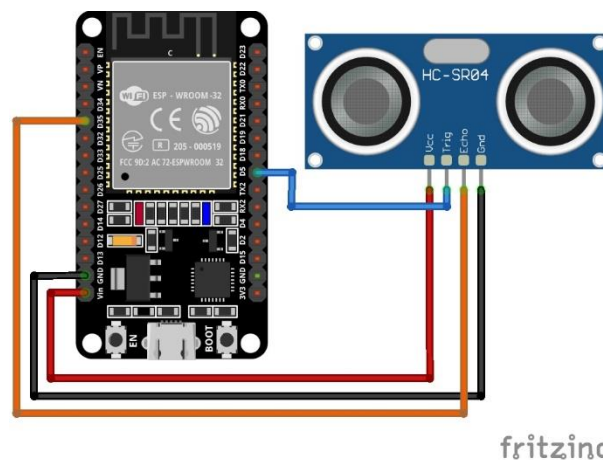


Figura 2. Conexión de Esp32-HCSR04

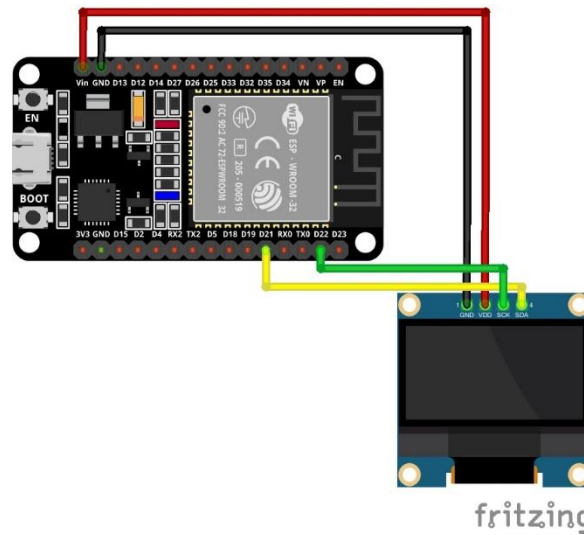


Figura 3. Conexión de Esp32-OLED

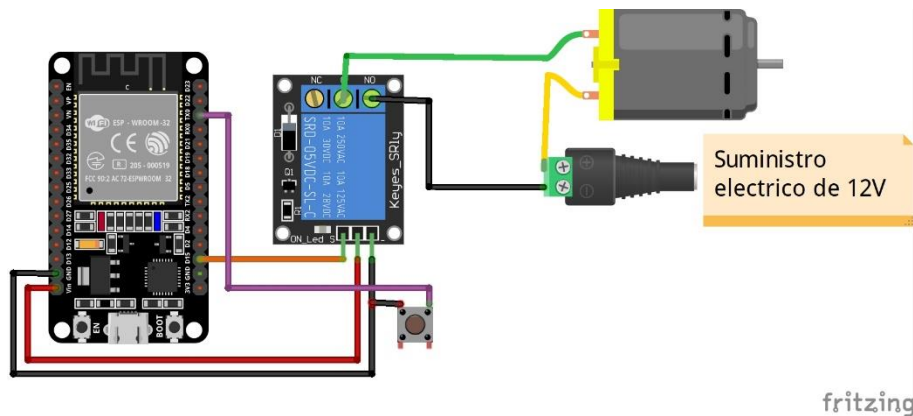


Figura 4. Conexión de Esp32-Relevador y Chapa.

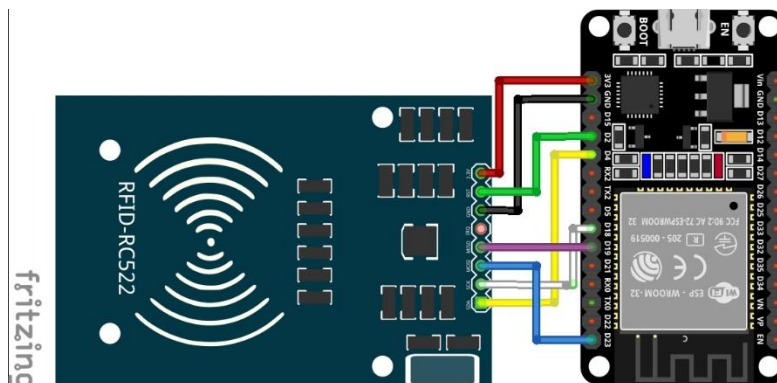


Figura 5. Conexión de Esp32-RFID

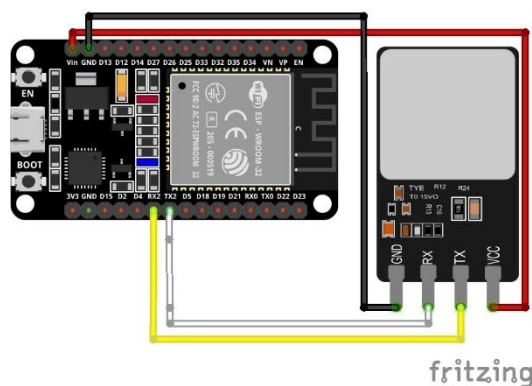


Figura 6. Conexión de Esp32-Sensor Huellas

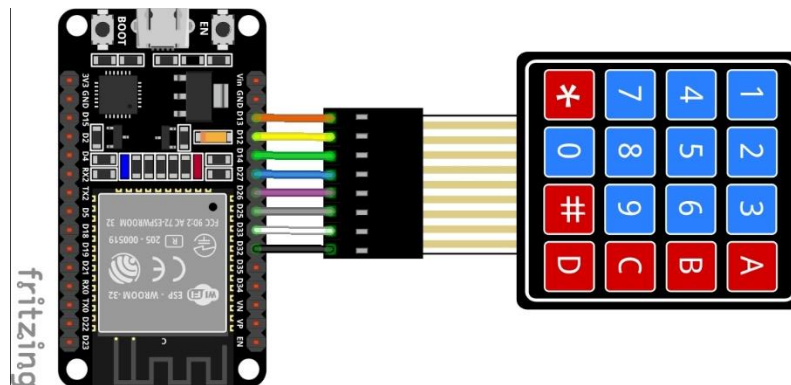


Figura 7. Conexión de Esp32-Teclado.

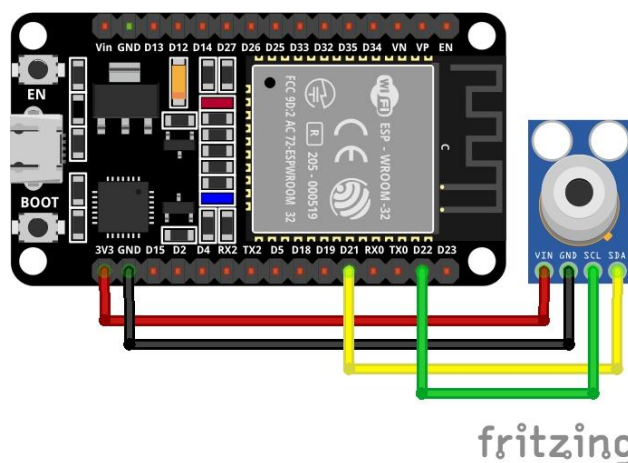
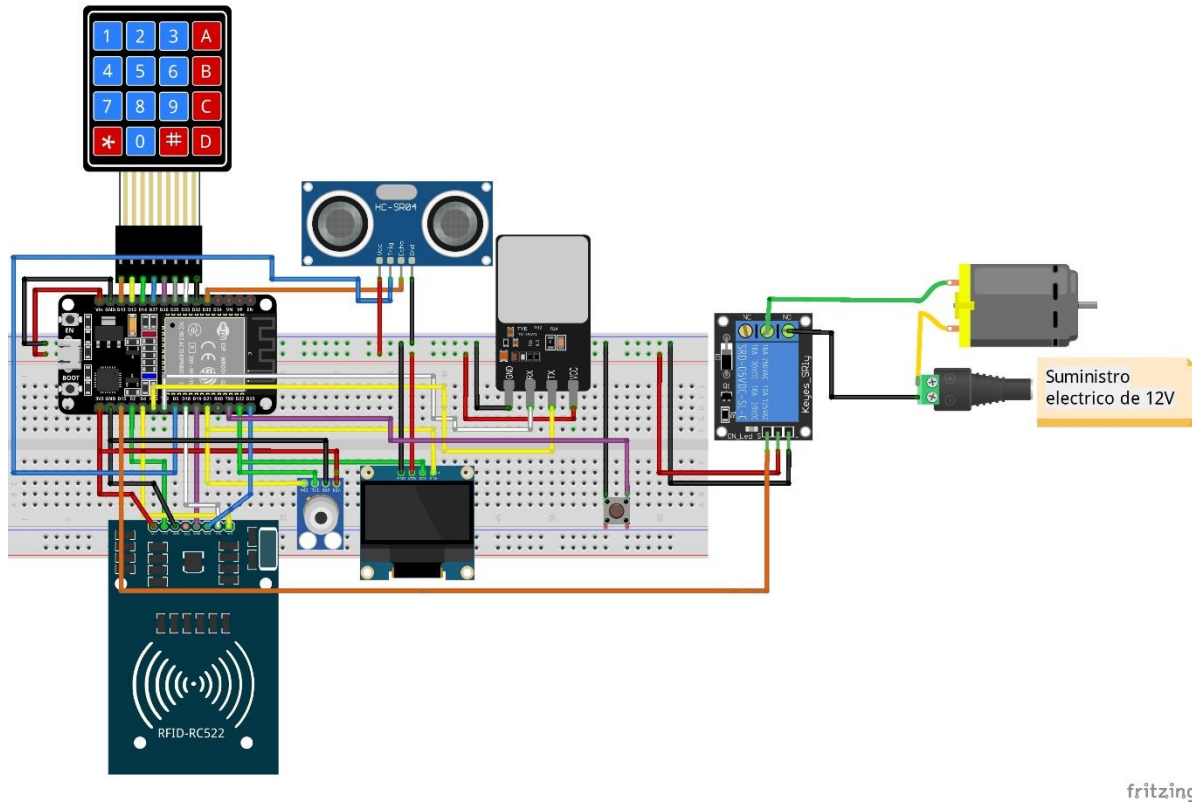


Figura 8. Conexión de Esp32-Temperatura.

De forma que finalmente, al implementar a los diferentes componentes se obtiene un circuito modular como el de la siguiente figura.



fritzing

Figura 9. Conexión de todos los componentes del circuito.

6. CODIFICACION Y EXPLICACION DEL PROGRAMA

La explicación del código utilizado para el funcionamiento del sistema se detalla más profundamente en el repositorio del proyecto, dónde también se puede consultar el código fuente completo del Sistema.

Para descargar el proyecto del repositorio, puedes ingresar al siguiente enlace:

[Proyecto Capstone para el Diplomado "Curso de Internet de las Cosas" de Código IoT en colaboración con Samsung Innovation Campus \(github.com\)](#)

7. ENVIO Y RECEPCION DE LA INFORMACION

El concepto de Internet de las Cosas se puede definir como un proceso donde los diferentes elementos físicos(cosas) se conectan a Internet con el objetivo de recibir y transferir datos a través de redes.

En el envío de datos a través de Internet, el protocolo TCP/IP divide la información en paquetes de menor tamaño, llamados “datagramas” o grupos de datos que se envían como si fueran otros mensajes. La IP funciona para poder enviar los paquetes de información de un sitio a otro, mientras que el protocolo TCP se ocupa de dividir los paquetes, ordenarlos en secuencia y añadir información para controlar los errores, con el fin de que fluyan y que los datos sean los correctos.

Cuando se requiere realizar una conexión a Internet se pueden utilizar diferentes protocolos, sin embargo, existen diferentes factores a considerar al querer conectar un elemento físico a internet y uno de los aspectos más importantes a considerar en el Internet de las Cosas es que existen millones de dispositivos, dispositivos que van desde objetos domésticos comunes, y que se pretende que en un futuro no solo sean dispositivos sino ciudades enteras. Por ello, el utilizar un protocolo de comunicación ligero como MQTT para reducir la carga en la red es un aspecto importante a tener en cuenta.

MQTT es un protocolo de transporte de mensajería de publicación / suscripción. Es liviano, abierto, simple y está diseñado para que sea fácil de implementar. Estas características lo hacen ideal para su uso en muchas situaciones, incluidos entornos restringidos como la comunicación en los contextos de Máquina a Máquina (M2M) e Internet de las Cosas (IoT) donde el ancho de banda de la red es primordial.

El resumen de la especificación MQTT hace un buen trabajo al describir de qué se trata MQTT. Es un protocolo muy ligero y binario, que sobresale cuando se transfieren datos a través del cable en comparación con protocolos como HTTP, ya que solo tiene una sobrecarga de paquetes mínima. Otro aspecto importante es que MQTT es extremadamente fácil de implementar en el lado del cliente. Esto encaja perfectamente para dispositivos restringidos con recursos limitados. En realidad, este fue uno de los objetivos cuando se inventó MQTT en primer lugar.

Para que el envío y recepción de información se pueda llevar a cabo de forma exitosa entre el circuito modular del proyecto y el sistema, se requiere enviar la información a través de Internet para que pueda ser procesada por el servidor, para ello, se requiere un bróker MQTT, donde el cliente (el publicante) manda un mensaje a un intermediario llamado bróker que se encarga de distribuir los mensajes a todos los interesados. Esto hace que los clientes no sepan de la existencia de otros clientes puesto que solo deben de conocer la dirección del bróker para poder participar en la comunicación.

La comunicación entre el circuito del presente proyecto y el servidor que administra el sistema se realiza con el protocolo MQTT, por lo que es necesario permitir la conexión a Internet entre el circuito y el servidor a través de una red.

En una red local los dispositivos pueden comunicarse entre sí, pero otros dispositivos en Internet o fuera de esa red no pueden comunicarse con ellos de forma directa, esto se debe a que, para poder enviar la información entre dispositivos conectados en una misma red, es necesario poder identificarlos para asegurar que la información llegue a donde tiene que llegar.

El identificar a los dispositivos es posible gracias a las direcciones IP, una dirección IP es una dirección única que identifica a un dispositivo en Internet o en una red local. Sin embargo, es necesario mencionar que para que la comunicación entre el circuito y el servidor sea posible no basta con identificar al dispositivo en la red con una dirección IP, se requiere, además, el uso de un puerto para poder comunicarlos, en el caso de MQTT se utiliza por defecto el puerto 1883 para que la comunicación sea posible y para ello es necesario configurar los diferentes dispositivos de red involucrados en la red local del servidor.

Se considera que un puerto es un punto de acceso a la red. A nivel de hardware, puede ser un router, un switch o un modem, aunque también suele ser común considerar a un puerto como la conexión real de la red a través de la pequeña entrada donde se introduce el cable a una computadora, un router o modem. Sin embargo, a nivel de software, un puerto está basado en una localización no física que sirve para dividir el tráfico en la red y los servicios entre un cliente y un servidor.

Un puerto es identificado por un número predefinido por la aplicación o servicio que lo usa, asegurando así que solo a dicha aplicación o servicio se le entregarán los datos. Es recomendable que los puertos solo sean activados cuando la aplicación, programa o servicio esté en funcionamiento. La asignación de puertos permite a un servidor establecer diversas conexiones simultáneamente con diferentes clientes.

Las redes locales consisten en una serie de dispositivos conectados entre sí, de forma local y no necesariamente conectados a Internet y por ello es necesario configurar los puertos del router o dispositivos que el servidor utiliza para conectarse a internet, permitiendo así la conexión entre el circuito y el servidor.

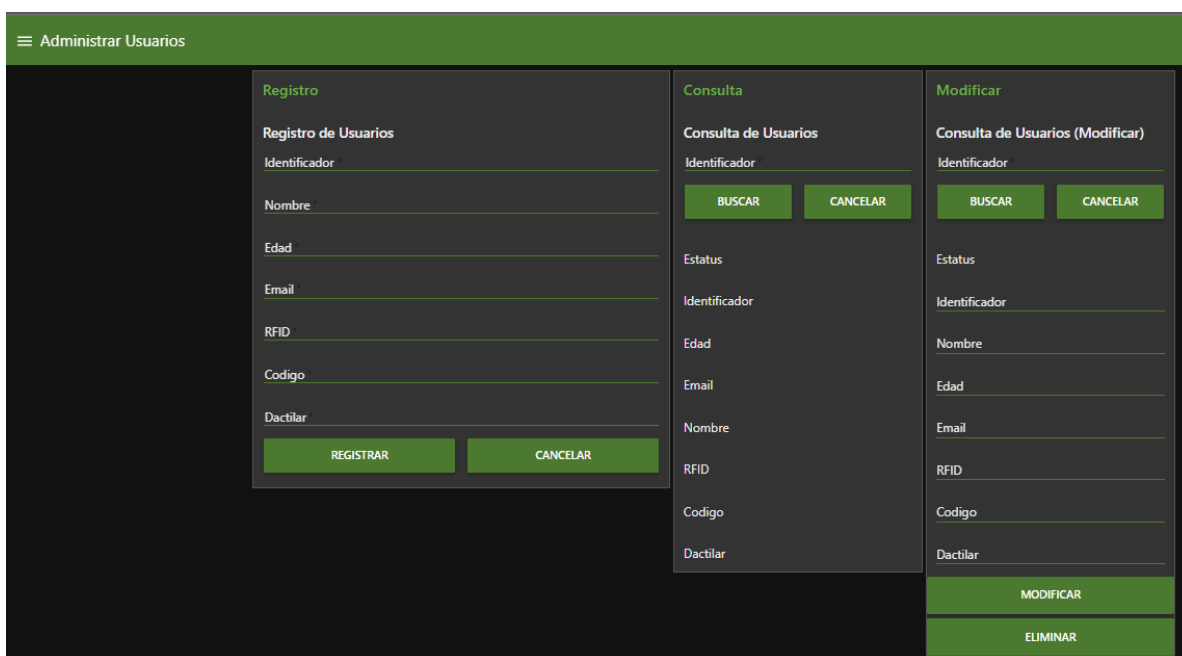
8. ALMACENAMIENTO Y ADMINISTRACION DE LA INFORMACION

La información generada por el Sistema se procesa en un servidor, dicho servidor además de contener al Sistema en sí, almacena dicha información en una base de datos, a

través de las cuatro operaciones fundamentales de aplicaciones persistentes en sistemas de bases de datos:

- Create (Crear registros)
- Read (Leer registros)
- Update (Actualizar registros)
- Delete (Borrar registros)

Las 4 operaciones básicas conocidas por sus siglas en ingles CRUD resume las funciones que se requiere por un usuario para crear y gestionar datos. CRUD se encuentra implementado en el sistema y se utiliza constantemente para cualquier cosa relacionada con una base de datos y su implementación.



The screenshot displays a web application interface titled "Administrar Usuarios". It is divided into three main sections:

- Registro (Register):** Contains a form with fields for "Identificador", "Nombre", "Edad", "Email", "RFID", "Codigo", and "Dactilar". At the bottom are "REGISTRAR" and "CANCELAR" buttons.
- Consulta (Consult):** Contains a form with fields for "Identificador", "Estatus", "Identificador", "Edad", "Email", "Nombre", "RFID", "Codigo", and "Dactilar". It includes "BUSCAR" and "CANCELAR" buttons.
- Modificar (Modify):** Contains a form with fields for "Identificador", "Estatus", "Identificador", "Nombre", "Edad", "Email", "RFID", "Codigo", and "Dactilar". It includes "MODIFICAR" and "ELIMINAR" buttons.

Figura 10. Implementación de las operaciones básicas CRUD en el Sistema.

Se debe tener en cuenta los tipos de usuario para el tipo de acceso y los permisos, por ello se debe delimitar las funciones de cada tipo de usuario para que la información sea segura. El administrador debe tener el control de las acciones para tener mayor seguridad de la información de cada usuario y no ser pública. En el presente Sistema, se utiliza una herramienta de software libre adicional, con la intención de manejar la administración de la base de datos (MySQL) a través de páginas web, utilizando un navegador web, como se muestra en la siguiente figura.

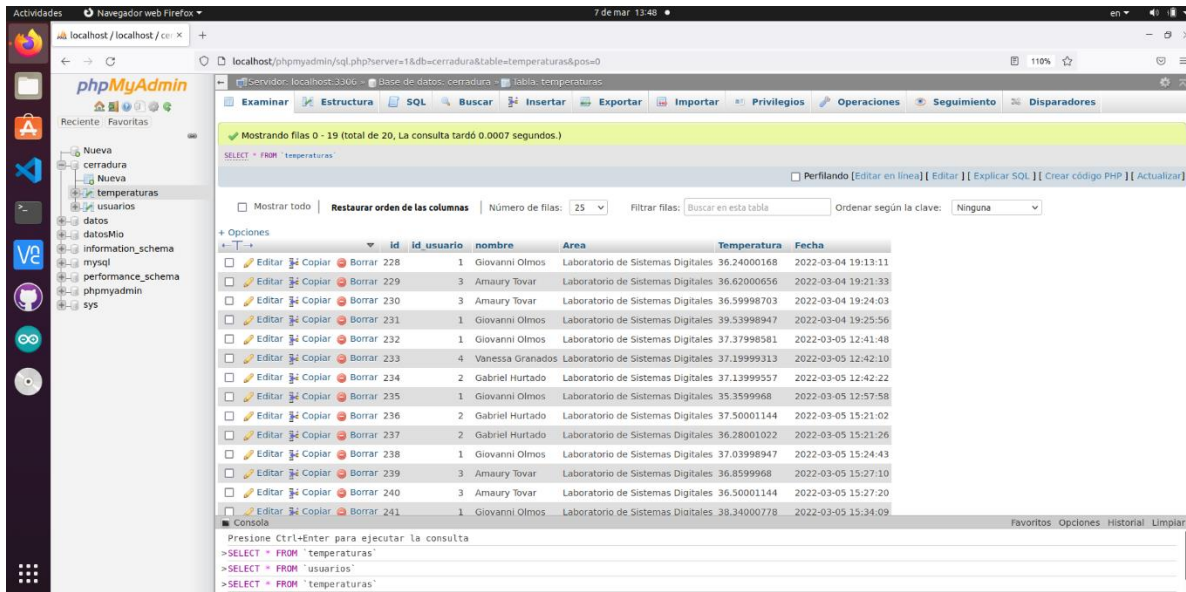


Figura 11. Uso de phpMyAdmin para la administración de la base de datos del Sistema.

En este caso como la información cambia constantemente porque algunas se obtienen diferentes temperaturas dependiendo del usuario, etc. Por ello se optó por usar una base de datos dinámica porque los datos se pueden modificar en cualquier momento, es decir, se pueden modificar, reemplazar o eliminar información que contienen, como cambiar el tamaño del aforo de manera rápida.

El contar con una base de datos es de gran utilidad porque se tiene información concreta y se puede utilizar para realizar estudios a partir de esta, para futuros problemas o mejorar aspectos como por ejemplo la organización de las personas que pueden entrar a las aulas equipadas o laboratorios donde se implemente el sistema.

Historial					Opciones	
Historial de Ingresos					ELIMINAR	
Nombre	Area	Temperatura	Fecha			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.24000168	2022-03-05T01:13:11.000Z			
Amaury Tovar	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.62000656	2022-03-05T01:21:33.000Z			
Amaury Tovar	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.59998703	2022-03-05T01:24:03.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	39.53998947	2022-03-05T01:25:56.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	37.37998581	2022-03-05T01:41:48.000Z			
Vanessa Granados	Laboratorio de Sistemas Digitales	37.19999313	2022-03-05T01:42:10.000Z			
Gabriel Hurtado	Laboratorio de Sistemas Digitales	37.13999557	2022-03-05T01:42:22.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	35.3599968	2022-03-05T01:45:58.000Z			
Gabriel Hurtado	Laboratorio de Sistemas Digitales	37.50001144	2022-03-05T01:21:02.000Z			
Gabriel Hurtado	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.28001022	2022-03-05T01:21:26.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	37.03998947	2022-03-05T01:24:43.000Z			
Amaury Tovar	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.8599968	2022-03-05T01:27:10.000Z			
Amaury Tovar	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.50001144	2022-03-05T01:27:20.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	38.34000778	2022-03-05T01:34:09.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	39.09998703	2022-03-05T01:25:01.000Z			
Amaury Tovar	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.79999824	2022-03-05T01:22:02.000Z			
Giovanni Olmos	Laboratorio de Sistemas Digitales	36.44001389	2022-03-05T01:28:34.000Z			

Figura 12. Consulta de los registros de la base de datos en la aplicación web del sistema.

El tener una base de datos entre otras cosas nos permite también tener un historial de las personas para saber cómo va la tendencia o cuando surgió un cambio inesperado, por ello es ideal contar con una base de datos, porque los datos cambian constantemente.

El uso de este Sistema de control es ideal también en un espacio más amplio puesto que si se desea utilizar en un aforo con mayor capacidad, se tiene la capacidad de modificar el espacio del aforo. El sistema tiene grandes posibilidades de expansión puesto que tiene la posibilidad de que se agreguen más funcionalidades, tomando un hospital como ejemplo, se podría tener más organización y reducir el tiempo de espera de los pacientes, etc.

9. MONITOREO DE LA INFORMACION

Para observar el funcionamiento del sistema, inicialmente se pueden hacer una serie de suscripciones y publicaciones a los temas seleccionados y corroborar que el servicio MQTT esté funcionando previamente.

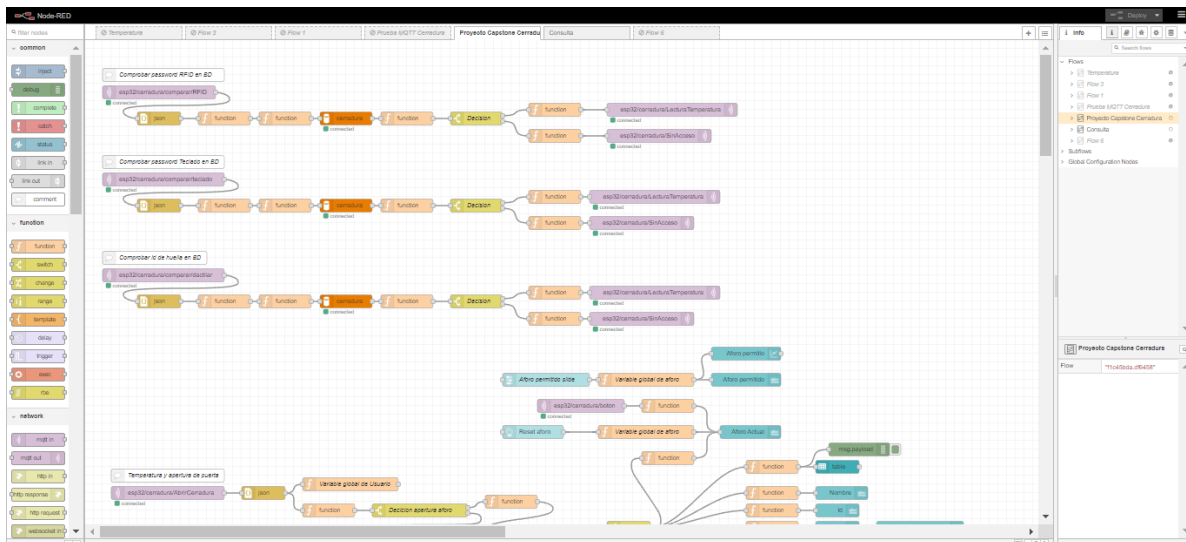


Figura 13. Vista previa de la configuración de los nodos del sistema en NodeRed.

Para monitorear los datos generados por el circuito, el servidor brinda una interfaz visual generada por Node-RED, una herramienta potente que sirve para comunicar el hardware del circuito con el diferente software que utiliza el Sistema de una forma muy rápida y sencilla, tal y como se muestra en la siguiente figura.

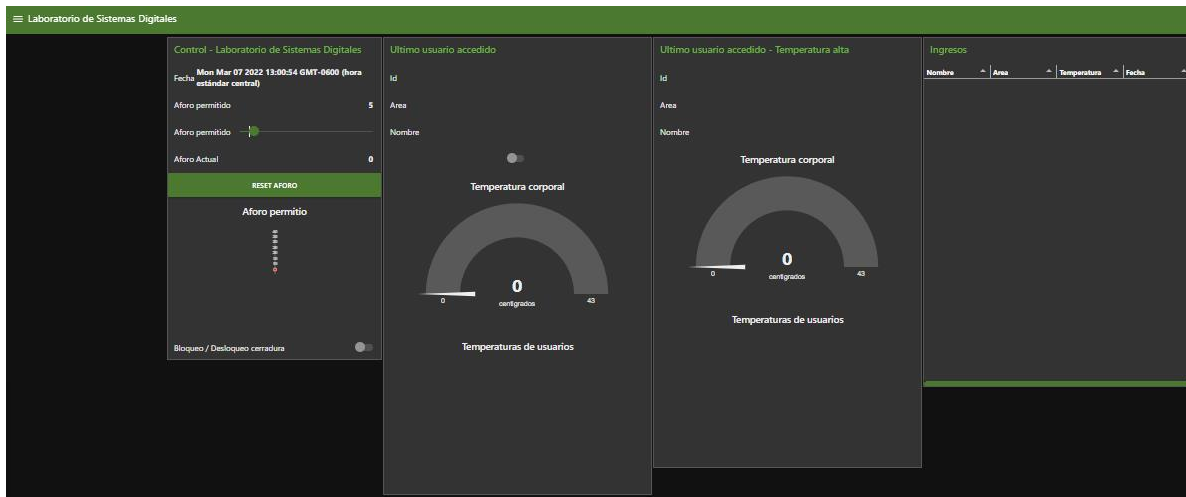


Figura 14. Vista preliminar de la aplicación desplegada con ayuda de Node-Red.

10. ALCANCES

En las instituciones, el personal de apoyo es limitado, sin embargo, se requiere llevar un control del acceso a laboratorios o aulas donde hay equipo especializado y tienen un aforo limitado. Automatizar el acceso permitirá controlar el aforo a dichos espacios para incrementar la seguridad e inclusive salvaguardar la vida de las personas. Esto permite optimizar tiempo, proteger a los estudiantes y profesores para que disminuya el riesgo de contagios por COVID-19 y sus variantes.

El uso de la tecnología cada día será mayor porque el internet de las cosas cada día crece de manera exponencial, por ello, el utilizar sistemas que involucren IoT ayudará a que las generaciones futuras comprendan a mayor detalle el IOT, para poder desarrollar e innovar nuevos prototipos para ayudar a las personas en múltiples ámbitos.

11. CONCLUSIONES

Cada día utilizamos Internet con mayor frecuencia en nuestras vidas, esto nos permite recopilar todo tipo de información que pueden ser procesador para lograr obtener beneficios en una determinada área, contexto o situación.

El vivir en una sociedad conlleva problemas de comunicación entre personas de diversas áreas, empresas o instituciones, sin embargo, con el uso del IoT se pueden delimitar estos problemas y presentar soluciones, por ejemplo, en la elaboración de grandes proyectos, donde se requiere un mayor capital y al implementar herramientas que involucren IoT ayuda a reducir costos, por ello, el automatizar, controlar o simplemente monitorear la información

gracias a las herramientas que ofrece el IoT permite dar soluciones más adecuadas a las diferentes problemáticas que se presenten.

Esto es algo sorprendente porque se pueden resolver problemáticas para las personas que no tienen mucho conocimiento de tecnología, permitiendo además resoluciones a un bajo costo, que finalmente se ve reflejado al facilitar la logística, el monitoreo y controlar situaciones de riesgo en ámbitos importantes para la salud, la economía, la educación etc.

En el presente proyecto se realizó el control de un espacio cerrado, simulando que se trata de un laboratorio, aula o lugar equipado. El controlar el aforo también ayuda a resolver otras problemáticas, un ejemplo es reducir la transmisión del COVID-19 y sus variantes al limitar la cantidad de personas que puedan ingresar. En todo momento se busca salvaguardar la vida de las personas y por ello se toman medidas sanitarias para minimizar riesgos, como el uso del cubrebocas y contar con un rango de temperatura adecuada. Este proyecto busca optimizar recursos humanos y poder hacerlo de manera eficiente para lograr aprovechar el tiempo de cada individuo y disminuir riesgos de contagio cuando sea necesario.

Finalmente, el Sistema de control de aforos basado en el internet de las cosas, además de controlar aforos y representar un beneficio en cuanto a seguridad respecta, permite optimizar recursos humanos de manera eficiente para lograr aprovechar el tiempo de cada individuo y disminuir posibles riesgos de contagio cuando exista contingencia ambiental, demostrando así que el uso del Internet de las Cosas llegó para quedarse, solucionando problemáticas de nuestra vida cotidiana.

12. REFERENCIAS

- [1] Tienda de Componentes Electrónicos en México | CDMX Electrónica. UNIT Electronics. [Online]. Disponible: <https://uelectronics.com/> [Accedido: 01- Ene - 2022].
- [2] UAM Azcapotzalco [Online] Disponible: https://www3.azc.uam.mx/informacion_general/campus.php [Accedido: 26- Feb - 2022].
- [3] Amazon [Online] Disponible: <https://www.amazon.com.mx/Cerradura-inteligente-2021-seguridad-apertura/dp/B08QR5GYNY/> [Accedido: 26- Feb - 2022].

FIN