**Módulo de** **procesamiento** **de los datos recolectados y control de aforos.**

El procesamiento de los datos recolectados consiste en recolectar los datos generados por el circuito, almacenarlos y procesarlos, posteriormente enviarlos de nuevo al circuito para que efectuara una función en específico, trabajando así bajo el concepto de Internet de las Cosas, que 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.

El control de aforos permite al usuario administrador controlar la cantidad de personas (aforo) que se encuentran en los diferentes espacios de las instalaciones de la institución educativa. La cantidad de aforo permitido es configurable. Adicionalmente, este módulo tiene la capacidad de encender o apagar la medición de la temperatura de forma opcional y se sugiere activarla conforme el semáforo epidemiológico, restringiendo el acceso a las personas con una temperatura corporal superior al promedio, es decir, superior a 37.5 °C.

Previo al procesamiento de los datos recolectados y control de aforo, se debe considerar que 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 (ver figura #), 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.

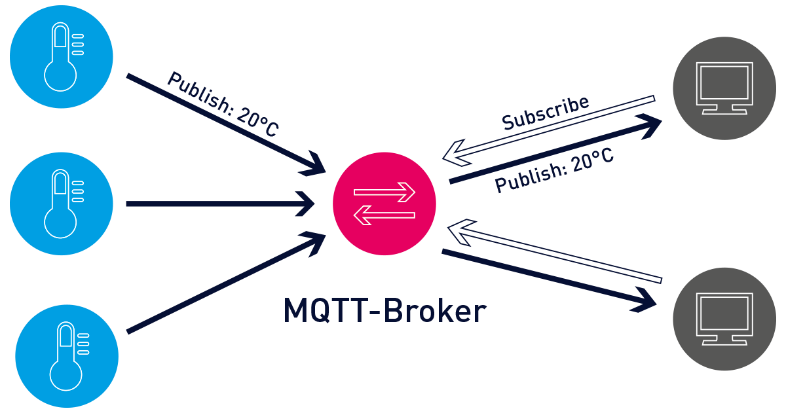


Figura 0. Ejemplo de MQTT Bróker.

Tras conocer los protocolos más adecuados para lograr interpretar la información generada por el prototipo del circuito es necesario transferir dicha información al servidor que procesa la misma. Para que esto sea posible, se utiliza la plataforma de creación de Node-RED, puesto que además de ser flexible y de software libre, incorpora compatibilidad con el protocolo de comunicación MQTT

Node-RED es una herramienta de programación visual para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea, su modelo es basado en eventos y sin bloqueos. Esto lo hace ideal para ejecutarse en el borde de la red en hardware de bajo costo, como por ejemplo una Raspberry Pi.

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.

Resumiendo, para este módulo se creará una aplicación Node-RED que controlará algunas salidas de la ESP32 y recibirá lecturas de algunos sensores, todo esto utilizando el protocolo de comunicación MQTT. EL bróker MQTT y la aplicación Node-RED se ejecutarán en un servidor con la capacidad de ejecutar los servicios necesarios para su funcionamiento.

La siguiente figura (ver figura #) muestra una descripción general de lo que trata este módulo.

Imagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Descripción general del módulo “procesamiento de los datos recolectados”.

**Implementación en Node-RED -** **Dashboard.**

Como ya se ha mencionado Node-RED es una herramienta de programación visual, por lo que muestra visualmente las relaciones y funciones. Node-RED es un editor de flujo basado en el navegador donde se puede añadir o eliminar nodos y conectarlos entre sí con el fin de hacer que se comuniquen entre ellos.

En Node-RED existen dos tipos: un nodo de inyección o un nodo de función.

* Nodo de Inyección: producen un mensaje sin necesidad de entrada y lanzan el mensaje al siguiente nodo conectado a éste.
* Node de función: tienen una entrada y realizan algún trabajo en él.

A continuación, se explicarán los nodos más utilizados en este proyecto para tener una mejor comprensión de su funcionamiento.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Texto  Descripción generada automáticamente con confianza baja | Inyecta un mensaje en un flujo de forma manual o intervalos regulares. La carga útil del mensaje puede ser de varios tipos como cadenas, objetos de JS o la hora actual |
| Forma  Descripción generada automáticamente | Nodo que se puede usar para agregar comentarios a los flujos. |
|  | Una función de JavaScript para ejecutar en los mensajes que recibe el nodo. |
|  | Dirija los mensajes según sus valores de propiedad o la posición de la secuencia. |
|  | Establecer, cambiar, eliminar o mover propiedades de un mensaje, contexto de flujo o contexto global. |
|  | Retrasa cada mensaje que pasa por el nodo o limita la velocidad a la que pueden pasar. |
|  | Se conecta a un agente de MQTT y se suscribe a los mensajes del tema especificado. |
|  | Se conecta a un intermediario MQTT y publica mensajes. |
|  | Convierte entre una cadena JSON y su representación de objeto JavaScript, en cualquier dirección. |
|  | Permite el acceso básico a una base de datos MySQL. |
|  | Un nodo de telegrama que envía el msg.payload al chat. |
|  | Añade un botón a la interfaz de usuario. |
|  | Agrega un interruptor a la interfaz de usuario. |
|  | Agrega un widget deslizante a la interfaz de usuario. |
|  | Mostrará un campo de texto no editable en la interfaz de usuario. |
|  | Agrega un widget de tipo indicador a la interfaz de usuario. |
|  | Traza los valores de entrada en un gráfico. Puede ser un gráfico de líneas basado en el tiempo, un gráfico de barras (vertical u horizontal) o un gráfico circular. |
|  | Muestra msg.payload como una notificación emergente o un mensaje de diálogo Aceptar/Cancelar en la interfaz de usuario. |
|  | Un nodo de widget de interfaz de usuario de Node-RED-Dashboard que muestra una tabla de datos. |
|  |  |

La comunicación entre Node-RED y el circuito se hará atreves del protocolo de comunicación MQTT, esta comunicación existe a través de un filtrado a los mensajes que son recibidos desde los publicadores, para seleccionar a que clientes suscritos es entregado

En MQTT este filtro se denomina **Topic** (ver figura #), y simplemente consiste en una cadena de texto UTF-8, y una longitud máxima de 65536 caracteres. Se distingue entre mayúsculas y minúsculas.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Estructura general de un topic.

Los Topics están formados por uno o más "niveles" separados entre sí por una barra inclinada '/'. Cada nivel debe está formado por uno o más caracteres, no es necesario crearlo antes de publicar o suscribirse al Bróker.

Los clientes pueden suscribirse a uno o varios Topics, para ello, el cliente puede establecer varias suscripciones. Finalmente, los clientes publican mensajes indicando un único Topic. El Bróker recibe el mensaje y, si encuentra alguna suscripción que cumpla con el filtro del Topic, transmite el mensaje a los clientes suscritos.

Nuestros topics se conforman de la siguiente manera (ver figura #):

Escala de tiempo

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Ejemplo de la estructura de un topic.

A continuación de describen los topics utilizados en este proyecto y su propósito (ver tabla #):

|  |  |
| --- | --- |
| Topics | |
| Uso Alumnos | |
| Gabanni/UAMazc/compararRFID/Alumno/0 | Se recibe el numero RFID detectado. |
| Gabanni/UAMazc/InfoTemperatura/Alumno/0 | Se recibe la temperatura del usuario, junto con su información. |
| Gabanni/UAMazc/InfoDeshabilitadoTemperatura/Alumno/0 | Se recibe la información del usuario. |
| Gabanni/UAMazc/LecturaTemperatura/Alumno/0 | Se envía la información del usuario tomando en cuenta la temperatura corporal (Acceso Permitido). |
| Gabanni/UAMazc/DeshabilitadoTemperatura/Alumno/ | Se envía la información del usuario sin tomar en cuenta la temperatura corporal (Lectura de Temperatura). |
| Uso Profesores | |
| Gabanni/UAMazc/compararHuella/Profesor/0 | Se recibe el número de huella dactilar detectada. |
| Gabanni/UAMazc/compararteclado/Profesor/0 | Se recibe el código tecleado por el usuario. |
| Gabanni/UAMazc/InfoTemperatura/Profesor/0 | Se recibe la temperatura del usuario, junto con su información. |
| Gabanni/UAMazc/InfoDeshabilitadoTemperatura/Profesor/0 | Se recibe la información del usuario. |
| Gabanni/UAMazc/LecturaTemperatura/Profesor/0 | Se envía la información del usuario tomando en cuenta la temperatura corporal (Acceso Permitido). |
| Gabanni/UAMazc/DeshabilitadoTemperatura/Profesor/0 | Se envía la información del usuario sin tomar en cuenta la temperatura corporal (Lectura de Temperatura). |
| Uso general | |
| Gabanni/UAMazc/Ubicacion/0 | Envía la ubicación de donde se encuentra instalado el circuito. (Nombre del laboratorio). |
| Gabanni/UAMazc/Ocupado/0 | Indica si el laboratorio o aula equipa se encuentra ocupado por algún otro usuario (Profesor o personal). |
| Gabanni/UAMazc/Bloqueo/0 | Se encarga de dar la señal de apertura a la cerradura (Manual). |
| Gabanni/UAMazc/Apertura/0 | Se encarga de dar la señal de apertura a la cerradura (Automático). |
| Gabanni/UAMazc/EstadoPuerta/0 | Indica el estado de la puerta (Abierta/Cerrada) y la notifica. |
| Gabanni/UAMazc/SinAcceso/0 | Indica que el acceso ha sido denegado. |
| Gabanni/UAMazc/Despedida/0 | Indica la salida de un usuario. |
| Gabanni/UAMazc/AforoLleno/0 | Indica si el laboratorio o aula equipa se encuentra al máximo de capacidad (Aforo). |
| Gabanni/UAMazc/TemperaturaAlta/0 | Indica que la temperatura del usuario es alta |

Tabla 0. Topic utilizado en Node-RED.

Ahora bien, en Node-RED es donde se tomarán la decisión del usuario que quiera entrar a un laboratorio o aula esquipada, aquí se recibirán los datos que transmita el prototipo del circuito, (lecturas de sensores: RFID, Huellas Dactilares, Pad numérico, etc.), serán procesados y se tomara la decisión de apertura de la puerta.

Para que el usuario tenga una mayor visión de la información de los usuarios que acceden y salen, así como del aforo permitido, entre otros, se propuso un panel de control o Dashboard.

Un dashboard es una representación gráfica de los principales indicadores que está orientada a la toma de decisiones para optimizar la estrategia de una empresa u organización en tiempo real. Entre las características más relevantes que se tiene en un dashboard podemos destacar que se permite tomar decisiones que optimicen la estrategia de empresas u organizaciones.

En el siguiente diagrama de flujo, se muestra el algoritmo utilizado para la programación de nodos en Node-RED.

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Diagrama de flujo del algoritmo utilizado en Node-RED.

**Codificación en Node-RED.**

A continuación, se describe la estrategia para implementar el panel de control que proporciona la información relevante del sistema y permite la toma de decisiones conforme a los diferentes casos de uso existentes.

\*\*Nota: Las imágenes de la siguiente explicación están modificados para una mejor comprensión, si se desea replicar se sugiere consultar los archivos del código correspondiente en el repositorio del proyecto.

**Sección 1 - Inicialización del Dashboard.**

Cada vez que se inicializa la cerradura, ya se por un corte de suministro eléctrico o por encenderlo, esta se conectara a la red, y enviara un mensaje que contendrá el nombre del laboratorio o aula equipada en la que se encuentra (Ubicación), este mensaje activara el panel de control correspondiente al laboratorio, se notificara vía Telegram que la cerradura esta activa y además inicializara sus variables básicas que son fundamentales para su correcto funcionamiento. Estas variables son:

* Ubicación: Nombre del laboratorio (Importante para realizar consultas a la BD).
* Aforo Permitido: # de usuarios que pueden estar adentro del laboratorio.
* Aforo Actual: # de usuarios que actualmente están dentro del laboratorio.
* Opción de temperatura: Habilitar/Deshabilitar la lectura de temperatura corporal.
* Opción de notificaciones: Habilitar/Deshabilitar las notificaciones vía Telegram.

Diagrama

Descripción generada automáticamente con confianza mediaLa siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Figura 0. Parte 1/9 del Algoritmo.

**Sección 2 - Autenticación de alumnos.**

Este apartado se encargar de recibir el numero RFID que se capturado del sensor RFID, este número es solo para usuarios tipo alumnos y corresponde a su método de autenticación.

Una vez que se recibió dicho numero se comprobara que exista dentro de la base de datos (Registro de alumnos), si el usuario no es encontrado, se notificara que no tiene permitido el acceso (Acceso denegado) y en caso contrario si el usuario fue encontrado este ya se autentico y procederá a realizar una nueva consulta (Registro entrada Alumnos), para saber si el usuario entra o sale del laboratorio. Si la consulta lo encuentra, nos indica que el usuario se está retirando y se notifica al circuito, de lo contrario, el usuario quiere acceder y aquí se puede tomar dos posibles caminos dependiendo si la lectura de temperatura está habilitado o deshabilitada, en cualquier de los casos se notifica al circuito y se manda la información del usuario.

Diagrama

Descripción generada automáticamente con confianza mediaLa siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Figura 0. Parte 2/9 del Algoritmo.

**Sección 3 - Temperatura Deshabilitada alumnos.**

Este apartado se encargar de recibir la información del usuario tipo alumno en caso de estar deshabilitada la lectura de temperatura.

Una vez que se recibió dicha información se comprobara que el aforo actual sea menor al aforo permitido, si no es así se notificara al circuito que el aforo esta es su máxima capacidad, de lo contario se registrara en la base de datos que el usuario ha accedido y a la vez se notificara al circuito que el usuario puede acceder.

La siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente con confianza media

Figura 0. Parte 3/9 del Algoritmo.

**Sección 4 - Temperatura Habilitada alumnos.**

Este apartado se encargar de recibir la información del usuario tipo alumno en caso de estar habilitada la lectura de temperatura.

Una vez que se recibió dicha información se comprobara que el aforo actual sea menor al aforo permitido, si no es así se notificara al circuito que el aforo esta es su máxima capacidad, de lo contario se comprobara que la temperatura del usuario sea adecuada (menor a 37.5 ℃), Si la temperatura supera los 37.5 ℃ se notificara al circuito que la temperatura corporal es alta y se restringirá el acceso, por otro lado si la temperatura es la adecuada se registrara en la base de datos que el usuario ha accedido y a la vez se notificara al circuito que el usuario puede acceder.

Diagrama

Descripción generada automáticamenteLa siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Figura 0. Parte 4/9 del Algoritmo.

**Sección 5 - Autenticación de** **profesores y personal.**

Este apartado se encargar de recibir el # de huella dactilar capturado del sensor de huella o la clave ingresada en el Pad numérico, esta característica solo es para usuarios tipo profesores/personal y corresponde a su método de autenticación.

Una vez que se recibió dicho #huella/clave se comprobara que exista dentro de la base de datos (Registro de profesores), si el usuario no es encontrado, se notificara que no tiene permitido el acceso (Acceso denegado) y en caso contrario si el usuario fue encontrado este ya se autentico y procederá a realizar una nueva consulta (Registro entrada profesores), para saber si el usuario entra o sale del laboratorio. Si la consulta lo encuentra, nos indica que el usuario se está retirando y se notifica al circuito, de lo contrario, el usuario quiere acceder y aquí se puede tomar dos posibles caminos dependiendo si la lectura de temperatura está habilitado o deshabilitada, en cualquier de los casos se notifica al circuito y se manda la información del usuario.

La siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Parte 5/9 del Algoritmo.

**Sección 6 - Temperatura Deshabilitada profesores y personal.**

Este apartado se encargar de recibir la información del usuario tipo profesores/personal en caso de estar deshabilitada la lectura de temperatura.

Una vez que se recibió dicha información se comprobara que el aforo actual sea menor al aforo permitido, si no es así se notificara al circuito que el aforo esta es su máxima capacidad, de lo contario se registrara en la base de datos que el usuario ha accedido y a la vez se notificara al circuito que el usuario puede acceder.

La siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Parte 6/9 del Algoritmo.

**Sección 7 - Temperatura Habilitada profesores y personal.**

Este apartado se encargar de recibir la información del usuario tipo profesores/personal en caso de estar habilitada la lectura de temperatura.

Una vez que se recibió dicha información se comprobara que el aforo actual sea menor al aforo permitido, si no es así se notificara al circuito que el aforo esta es su máxima capacidad, de lo contario se comprobara que la temperatura del usuario sea adecuada (menor a 37.5 ℃), Si la temperatura supera los 37.5 ℃ se notificara al circuito que la temperatura corporal es alta y se restringirá el acceso, por otro lado si la temperatura es la adecuada se registrara en la base de datos que el usuario ha accedido y a la vez se notificara al circuito que el usuario puede acceder.

La siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Parte 7/9 del Algoritmo.

**Sección 8 - Estado de la puerta.**

Este apartado se encargar de recibir el estado actual de la puerta (abierta o cerrada).

Una vez que se recibió dicho estado se notifica vía Telegram, y se cambia el estado de la puerta en el panel de control en tiempo real.

La siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente con confianza media

Figura 0. Parte 8/9 del Algoritmo.

**Sección 9 - Tablas, Aforo y Desbloqueo.**

Las tablas se encargar de mostrar la información de los usuarios que entran y salen del laboratorio en tiempo real.

Cuando un usuario entra o sale provoca un efecto en el aforo (suma o resta), este se encarga de verificar en tiempo real que el aforo sea congruente con el numero de usuarios que esta dentro del laboratorio en ese momento.

El panel de control cuenta con la opción de un bloqueo o desbloqueo manual de la puerta, cuando esta se activa la cardadura de la puerta se desbloquea la puerta, permitiendo el acceso a los usuarios en general.

La siguiente imagen (ver figura #), es como se ve el flujo de Nodos del proceso descrito anteriormente.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Parte 9/9 del Algoritmo.

**Notificaciones Telegram.**

Telegram es una aplicación de mensajería enfocada en la velocidad y seguridad, es súper rápida, simple y gratuita. Telegram es mensajería basada en la nube con sincronización constante. Como resultado, se puede acceder a los mensajes desde diferentes dispositivos a la vez, incluyendo tablets y computadoras. Telegram te permite crear bots con los que puedes interactuar.

Los bots son aplicaciones de terceros que se ejecutan dentro de Telegram. Los usuarios pueden interactuar con bots enviándoles mensajes, comandos y solicitudes en línea.

Para él envió de notificación ocupamos un Bot. Para creación del Bot se utilizó BotFather, es un Bot que controla todos los bots.

Node-RED interactuará con un Bot en Telegram para enviar las notificaciones. Estas nos alertaran sin la necesidad de estar conectado al sistema. Las notificaciones más comunes que podemos ver a lo largo del proyecto son (ver figura #):

* Activación de la cerradura
* Ingreso de un profesor/personal
* Salida de un profesor/personal
* Apertura/Cierre de las puertas

Captura de pantalla de un celular

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Notificaciones en Telegram.

**Visualización del Dashboard**

Gracias a la funcionalidad del algoritmo implementado y tras desarrollar las secciones descritas en el punto anterior fue posible la construcción del Dashboard (ver figura #).

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Dashboard del proyecto.

Este se divide es 5 grupos que se describen a continuación:

**Grupo 1 - Control**

Este grupo (ver figura #) es el encargo de controlar y mostrar la información más relevante de la cerradura.

Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Grupo de control del dashboard.

**Grupo 2 -** **Ultimo usuario accedido**

Este grupo (ver figura #) es el encargo de indicar el último usuario accedido de tipo alumno, además nos muestra en caso de existir la temperatura corporal del usuario y por último, nos muestra una gráfica de tiempo conforme a los usuarios que han accedido al laboratorio.

Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Grupo de Ultimo usuario accedido.

**Grupo 3 - Ingresos**

Este grupo (ver figura #) es el encargo de indicar en una tabla todos los usuarios que actualmente se encuentran dentro de laboratorio con su respectiva información.

Texto

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Figura 0. Grupo de Ingresos.

**Grupo 4 - Salidas**

Este grupo (ver figura #) es el encargo de indicar en una tabla todos los usuarios que han salido del laboratorio con su respectiva información.

Tabla

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Grupo de salidas.

**Grupo 5 -** **Información del Profesor o Administrativo**

Este grupo (ver figura #) es el encargo de indicar la información del profesor o personal que se encuentra adentro en ese momento, además también nos indica el estado de la puerta actual.

Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente

Figura 0. Grupo de Información del Profesor o Administrativo.