



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÓDULO DE
ALARMA CONTRA INCENDIOS PARA LA UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA**

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Mecatrónico

AUTORES: ALEX RODRIGO MERCHAN DAMIAN
CHRISTIAN ANDRES DAMIAN TEPAN

TUTOR: ING. DIEGO PAUL CHACON TROYA, MSc.

CO-TUTOR: ING. CRISTIAN TEODORO DIAZ GUTIERREZ, MSc.

Cuenca – Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Christian Andrés Damián Tepan"con documento de identificación N° 0106841471 y Alex Rodrigo Merchan Dami^an con documento de identificación N° 0105268023; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 31 de julio del 2022

Atentamente,



Christian Andrés Damián Tepan
0106841471



Alex Rodrigo Merchan Dami^an
0105268023

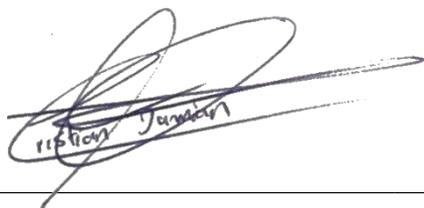
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Christian Andrés Damián Tepan con documento de identificación N° 0106841471 y Alex Rodrigo Merchan Damián con documento de identificación N° 0105268023, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: "Diseño y desarrollo de un prototipo de módulo de alarma contra incendios para la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: "Ingeniero" Mecatrónico, "en "la Universidad "Politécnica "Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 31 de julio del 2022

Atentamente,



Christian Andrés Damián Tepan
0106841471



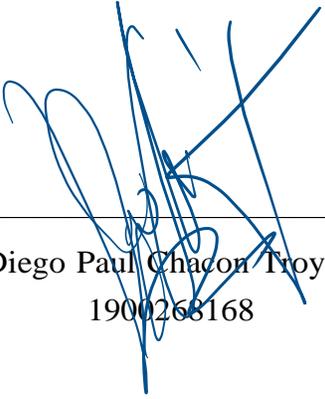
Alex Rodrigo Merchan Damián
0105268023

CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Paul Chacon Troya con documento de identificación N° 1900268168, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE MÓDULO DE ALARMA CONTRA INCENDIOS PARA LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA, realizado por Christian Andrés Damián Tepan con documento de identificación N° 0106841471 y Alex Rodrigo Merchan Damián con documento de identificación N° 0105268023, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 31 de julio del 2022

Atentamente,



Ing. Diego Paul Chacon Troya, MSc
1900268168

Dedicatoria

Christian Andrés

El proyecto de titulación está dedicado a:

Principalmente a Dios, por ser mi inspiración, mi motivación y siempre me da fuerzas para continuar este proceso de cumplir uno de mis deseos.

A mis padres, por su paciencia, trabajo y generosidad durante estos años. Gracias a su apoyo incondicional pude lograr esta victoria.

A mis hermanos y familiares, especialmente a mi tía Zoila, por la constante presencia, compañía y apoyo moral, económico en esta etapa de mi vida.

A todos los que siempre me han apoyado y han hecho que mi trabajo sea exitoso, en especial a los que han compartido sus conocimientos durante mi desarrollo personal.

Alex Rodrigo

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Rodrigo e Hilda que gracias a ustedes he podido lograr esta meta, ustedes siempre han sido un apoyo muy importante para mí les quiero mucho, espero pueda de alguna manera este trabajo les hagan sentir orgullosos.

De igual manera quiero dedicar este trabajo a Magali, Nico, Daysi, Miguel por haberme apoyado en las buenas y en las malas, a pesar de cualquier circunstancia.

A mis abuelitos, tíos, primos, amigos que siempre me han sabido apoyar en todo momento y me siento feliz por tener la familia que me ha tocado.

Sin más, quiero dedicar este logro a Dios que gracias a Él nunca me ha sucedido nada malo y solo cosas buenas.

Agradecimientos

Christian Andrés

Agradezco especialmente a Dios por permitirme siempre alcanzar mis metas anheladas y por darme salud, fortaleza y sabiduría en este largo proceso. A mis padres por estar siempre a mi lado en los días y noches motivándome durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías. Hoy, al terminar mis estudios, les dedico este logro, otra meta más cumplida.

A mis hermanos, familiares por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas. A mi tía Zoila por siempre animarme y ayudarme en la vida.

A mi Tutor el Ing. Diego Chacón, gracias a su paciencia y perseverancia se completó este trabajo. Sus consejos siempre fueron útiles. Muchas gracias estar presente cuando el desarrollo del proyecto fue difícil. Gracias por sus consejos siempre fueron de gran aporte.

A mi co-tutor el Ing. Christian Díaz, gracias por el tiempo que me dedico y los conocimientos, aportes brindados durante el desarrollo del proyecto.

Alex Rodrigo

En primer lugar agradezco a Dios por haberme brindado salud para poder haber terminado este proyecto de titulación. A mis padres Rodrigo e Hilda, quienes me han sabido guiar en todo esta experiencia universitaria, su apoyo a sido incondicional. De igual manera a mi familia de la casa Magaly, Nico, Daysi y Miguel por haberme apoyado de una u otra manera en mi vida estudiantil y también personal.

Al Ing. Diego Chacón por haber sido nuestro tutor y que nos dio la oportunidad de poder realizar este trabajo de titulación, que a pesar de las adversidades que se dieron durante el desarrollo del proyecto nos supo tener paciencia y ayudarnos a buscar una solución para que podamos culminar nuestro tema de tesis de la mejor manera.

Al Ing. Christian Díaz por habernos apoyado como co-tutor para que este proyecto se pueda culminar de la mejor manera.

Índice

Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	XII
Abstract	XIII
Introducción	XIV
1. CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS DE PROYECTO	1
1.1. Problema de Estudio	1
1.1.1. Situación Problemática	1
1.1.2. Problema General	1
1.1.3. Problemas Especificos	1
1.2. Delimitación	2
1.2.1. Geográfica	2
1.2.2. Contexto Económico Sectorial	2
1.2.3. Situación Actual del Sector	2
1.2.4. Contexto socio-demográfico	3
1.3. Justificación	3
1.4. Grupo Objetivo	4
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo General	4
1.5.2. Objetivos Específicos	4
1.6. Marco Teórico	4
1.6.1. Raspberry Pi	4
1.6.2. HDMI	5
1.6.3. Conexión HDMI	5
1.6.4. Panel de control	6
1.6.5. Dispositivos de Iniciación	6
1.6.6. Dispositivos de notificación (audibles y visuales)	7
1.6.7. Dispositivos De Control	7
1.6.8. Pulsador de alarma	8

1.6.9. Módulos de monitoreo	8
1.6.10. Módulos de control	8
1.6.11. Detector de Humo	9
1.6.12. Sensor de Temperatura	10
1.6.13. Python	11
1.6.14. Inventor	12
1.6.15. Node-RED	12
1.6.16. Código Nacional de Alarma de Incendios (NFPA)	13
1.7. Propuesta de solución	14
1.8. Marco Metodologico	14
1.8.1. Metodología de la investigación	14
1.8.2. Método del proceso	15
1.9. Metodología estadística	16
2. CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO	17
2.1. Introducción	17
2.2. Requerimientos establecidos para la propuesta	17
2.3. Propuesta	18
2.4. Diagrama de Bloques	18
2.5. Especificaciones de los componentes del sistema contra incendios	19
2.6. Detalles de Propuesta	20
2.6.1. Dispositivos Iniciadores	20
2.6.2. Unidad de Procesamiento	22
2.6.3. Actuadores	27
2.6.4. Funcionamiento del sistema electrónico	28
2.7. Alimentación del Sistema	30
2.8. Diseño del sistema contra incendios	31
2.8.1. Esquema electrónico del Sistema de Control	33
2.9. Programación	34
2.9.1. Componente Node-Red	34
2.9.2. Principales contenidos del programa	34
2.9.3. Node-red y Raspberry Pi	35
2.9.4. Programación de Estaciones Manuales	35
2.9.5. Programación de Sensor DTH11	40
2.9.6. Programación de Sensor MQ4	42

2.9.7. Diagrama esquemático	42
2.9.8. Programación de Actuadores	46
2.10. Diseño de la Interfaz Usuario	48
2.11. Diseño de un botón de emergencia para el prototipo de módulo de alarma contra incendios	49
2.11.1. Detalles de diseño	49
2.11.2. Diseño de Botón de Emergencia	50
3. CAPITULO 3: CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA CONTRA IN- CENDIOS	52
3.1. Definir el propósito del prototipo	52
3.2. Determinación del nivel de ajuste del prototipo.	52
3.2.1. Problemática	52
3.2.2. Ampliación del módulo	53
3.2.3. Prototipo físico	53
3.2.4. Plataforma Web	53
3.3. Elementos a usar en la construcción del Prototipo	54
3.4. Diseño e Impresión de Placa PCB	55
3.5. Construcción de la Placa PCB	55
3.6. Ensamblaje del módulo de alarma contra incendios	56
3.7. Análisis y Resultados	58
4. Conclusiones	61
5. Recomendaciones	62
Referencias	63
ANEXOS	65
ANEXO A	66

Lista de Tablas

- 1. Número de empresas con servicio de seguridad. 2
- 2. Componentes de modulo. 20
- 3. Sensores de humo y calor. 21
- 4. Módulos de unidad de procesamiento. 23
- 5. Integrados ADC. 26
- 6. Alimentación del sistema. 31

Lista de Figuras

1.	Población estudiantil.	3
2.	Raspberry Pi.	5
3.	Panel de control.	6
4.	Dispositivos de Iniciación.	7
5.	Pulsador manual de alarma PCD-100 de DETNOV.	8
6.	Conexión de los módulos de monitoreo y control.	9
7.	Detector óptico de humo.	10
8.	Sensor de temperatura analógico LM35.	11
9.	Python.	11
10.	Inventor.	12
11.	Node-RED.	13
12.	Método del Proceso.	16
13.	Diagrama de Bloques del Sistema.	19
14.	Sensor detector de humo y valor Bosch Bosh D273 Analogo.	22
15.	Raspberry Pi 3 Model B.	24
16.	ESP8266.	27
17.	Sirena Estroboscópica Contra Incendios Alámbrica Luz Estrobo GYG-SF106.	27
18.	Diagrama de funcionamiento de las estaciones manuales.	28
19.	Diagrama de funcionamiento de los sensores.	29
20.	Interfaz gráfica del sistema en dashborad por Node-RED.	30
21.	Sistema contra incendios.	32
22.	Circuito de control del módulo de alarma contra Incendios.	33
23.	Elementos Node-red.	34
24.	Nodos Rapsberry Pi.	35
25.	Nodo Change.	36
26.	Nodo Función.	37
27.	Nodo de notificación.	38
28.	Nodo Change.	39
29.	Nodo Función.	39
30.	Nodo notificación.	40
31.	Nodo gauge.	41
32.	Nodo triguer.	41
33.	Protocolo MQTT.	42

34.	Configuración del nodo mqtt.	43
35.	Configuración del nodo función.	44
36.	Configuración del nodo switch	45
37.	Nodo gauge.	45
38.	Nodo triguer.	46
39.	Editar el nodo de salida rpi-gpio.	47
40.	Nodo rpi-gpio out.	48
41.	Interfaz con el usuario en Dashboard	49
42.	Botón de Emergencia en Inventor.	51
43.	Interfaz de Página Web.	54
44.	Diseño PCB.	55
45.	Módulo contra incendios.	57
46.	Módulo contra incendios.	57
47.	Estado de las estación manuales.	58
48.	Estado del detector de temperatura en el dashboard.	59
49.	Estado del detector de humo en el dashboard.	60

Resumen

En el presente proyecto se busca el diseño y desarrollo de un módulo de alarmas contra incendios para la Universidad Politécnica Salesiana con sede en Cuenca, aunque la institución dispone de un sistema de alarma realizada con la tarjeta electrónica Arduino, ha llegado a fallar y quedar sin uso, ya sea debido por la falta de mantenimiento, fallar las conexiones, además la tarjeta electrónica necesita ser remplazada por una más actual, en efecto en el establecimiento la seguridad del sistema de alarma es parcial. Las instituciones educativas necesitan mejorar y actualizar sus sistemas alarmas de emergencia, por la razón que dentro de estos establecimientos se encuentran lugares que no cuentan con esta protección, donde la prioridad deber ser la seguridad de sus estudiantes, docentes, personal administrativo ante cualquier situación o evento que cause una emergencia. El diseño y desarrollo de un prototipo de Módulo de alarma contra incendios tiene la finalidad de garantizar la seguridad para la comunidad universitaria, donde podremos monitorear con dispositivos iniciadores, los paneles de control utilizarán elementos adicionales que les posibiliten ponerse en contacto con los elementos iniciadores.

Palabras clave: Seguridad, Ingeniería, Módulos, Electrónica, Incendios, Alarmas.

Abstract

In the present project, the design and development of a fire alarm module for the Politécnica Salesiana University based in Cuenca is sought, although the institution has an alarm system made with the Arduino electronic card, it has failed and is left without use, whether due to lack of maintenance, failing connections, in addition the electronic card needs to be replaced by a more current one, in fact in the establishment the security of the alarm system is partial. Educational institutions need to improve and update their emergency alarm systems, for the reason that within these establishments there are places that do not have this protection, where the priority must be the safety of their students, teachers, administrative staff in any situation or event causing an emergency. Designing and developing a prototype Fire Alarm Module has the purpose of guaranteeing security for the university community, where we can monitor with initiating devices, the control panels will use additional elements that allow them to communicate with the initiating devices.

Keywords: Security, Engineering, Modules, Electronics, Fires, Alarms.

Introducción

Existen innumerables avances tecnológicos hoy por hoy en cuanto a sistemas de seguridad se trata como lo son alarmas contra incendios en el sector Industrial, donde se busca salvaguardar la seguridad e integridad de sus colaboradores, pero en el sector educativo no hay módulos de alarmas contra incendios que cumplan con la necesidad particular de cada una de estas instituciones, por lo que se propone un diseño y desarrollo de un módulo de alarmas enfocado para estos establecimientos. “Las normas internacionales de seguridad son herramienta de control fundamentales para garantizar la seguridad de las instalaciones industriales, lo que asegura la competitividad de las empresas que reconocen estas normas”, según Barrios (2014).

“Amenaza es cualquier evento físico, fenómeno o actividad humana que puede causar lesiones, daños a la propiedad, interrupción de la vida social y económica o degradación ambiental.”, de acuerdo a la Oficina de las Naciones Unidas para la reducción de riesgos de desastres (2008).

El objetivo principal que busca este trabajo es el diseño y desarrollo de un prototipo de alarma en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), donde se quiere garantizar la seguridad y protección de la institución ante eventos que provoquen un riesgo de incendio, a la vez impulsar nuevos métodos. El modulo contra incendios a diseñarse y desarrollare en la UPS, permitirá mejorar la eficacia del personal técnico de monitoreo encargado para responder ante cualquier evento de emergencia ya que se disminuye el período requerido para identificar y solucionar una de estas situaciones. El sistema de alarma contra incendios consta de diferentes fases: adquisición de datos, procesamiento de información, visualización de información y actuadores. Los datos recopilados provienen de un sistema previamente instalado en la instalación. El procesamiento de datos se basa en un dispositivo Raspberry y la visualización de la información a través de una interfaz que se puede ejecutar desde una computadora.

1. CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS DE PROYECTO

1.1. Problema de Estudio

1.1.1. Situación Problemática

En la actualidad en la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) con sede en Cuenca, dispone de un sistema de alarma contra incendios realizada con la tarjeta electrónica Arduino, lo cual ha estado en funcionamiento pero por la falta de mejoramiento y mantenimiento ha empezado averiarse, fallar las conexiones. Debido a este problema la tarjeta electrónica necesita ser remplazada por uno más actual que contenga una mejor capacidad. La institución necesita mejorar y actualizar su sistema de alarma contra incendios, por la razón que dentro del establecimiento se encuentran lugares que no cuentan con esta protección. Cabe mencionar que la UPS es una institución educativa donde la prioridad deber ser la seguridad e integridad de la comunidad universitaria ante cualquier situación o evento que provoque un riesgo de incendio.

1.1.2. Problema General

¿Se podrá diseñar y desarrollar un prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución?

1.1.3. Problemas Especificos

- 1.- ¿Es posible investigar los componentes necesarios para el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución?
- 2.- ¿Se podrá diseñar el circuito para el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución?
- 3.- ¿Es posible diseñar un botón de emergencia para el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad de la Institución?
- 4.- ¿Se podrá construir el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución?

1.2. Delimitación

El problema de estudio se delimitará en las siguientes dimensiones:

1.2.1. Geográfica

El área de proceder de este proyecto es la Universidad Politécnica Salesiana que está situado cerca de Aeropuerto Mariscal Lamar en el noroeste de la ciudad de Cuenca provincia del Azuay, es donde se pretende implementar el prototipo de módulo de alarma contra incendios, además se desea ampliar la implementación a instituciones privadas como escuela, colegios, universidades para garantizar la seguridad y protección.

1.2.2. Contexto Económico Sectorial

Según Gómez & Pesantez (2019), “La actividad económica de UPS se analiza con base en el índice de actividad económica de los pagos que típicamente realiza cada estudiante en cada ciclo resultante de una matrícula de 200 dólares por estudiante y actualmente lista a 5,000 estudiantes universitarios de diversas carreras”.

1.2.3. Situación Actual del Sector

En la ciudad de Cuenca existen varias empresas que brindan seguridad y protección, las cuales son empresas que cuentan con un número de RUC para realizar el servicio de sus actividades.

Tabla 1

Número de empresas con servicio de seguridad.

Número de empresas con servicio de seguridad			
Lugar	Actividades de seguridad	Total de empresas	Procentaje Total
Cuenca	110	16	0.88%

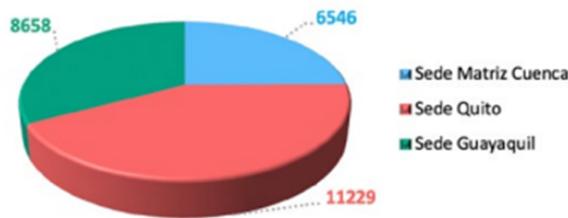
Nota: Se observa el número de empresas que dan servicio de seguridad en la ciudad de Cuenca. Autor (2022).

1.2.4. Contexto socio-demográfico

La población estudiantil de la universidad Politécnica Salesiana según Gómez & Pesantez (2019), “Se estima el 25.332 pertenecientes a carreras de grado, representando solo en la ciudad de Cuenca la cifra de 11.229 personas, entre ellos estudiantes de programas de posgrado, esta población ha ido aumentando año a año. Todos son adultos, incluidos 120 profesores”.

Figura 1

Población estudiantil.



Nota: Se puede observar la población estudiantil de las 3 sedes de la Universidad Politécnica Salesiana UPS (2021).

1.3. Justificación

Debido a la necesidad de integrar nuevas tecnologías en el sistema de alarmas en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, se ha propuesto diseñar y desarrollar un prototipo de módulo de alarma contra incendios donde se busca mejorar la seguridad dentro de la institución, esto se realiza cumpliendo los requerimientos que la institución necesita para obtener un mejor sistema de control de alarma, detectando el lugar donde se ha activado la alarma de emergencia y además mediante un monitor observar el número de módulo activo, a causa de cualquier evento que conlleve a un incendio dentro de la sede, este proyecto contará con una tarjeta electrónica de formato compacto destinado al control de prototipos o proyectos, por la razón que tiene la capacidad y potencia para desarrollarlos, lo cual se conectará a la red local en la institución y se configurará los módulos de alarma necesarios, con este sistema de seguridad de alarma de emergencia contra incendios se garantizará a la institución tener una supervisión mediante aviso que se mostrara en una pantalla colocado en el centro de monitoreo de alarmas, otorgando seguridad a los colaboradores y estudiantes que se encuentran dentro de la institución.

1.4. Grupo Objetivo

El grupo objetivo para la presente investigación es la comunidad de la Universidad Politécnica Salesiana, donde se pretende garantizar la seguridad y protección contra incendios de la Institución.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Diseñar y desarrollar un prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar los componentes necesarios para el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución.
- Diseñar el circuito para el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución.
- Diseñar un botón de emergencia para el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad de la institución.
- Construir el prototipo de módulo de alarma contra incendios en la Universidad Politécnica Salesiana para garantizar la seguridad y protección de la institución.

1.6. Marco Teórico

Para el marco teórico del proyecto se plantea las siguientes referencias de: módulos de alarmas contra incendios, Raspberry Pi, sensores y actuadores.

1.6.1. Raspberry Pi

La Raspberry Pi según Raspberry Pi Foundation (2012), “es una minicomputadora de la dimensión de una ficha de crédito más conocida en el mundo. Por su pequeño precio y sus grandes capacidades, se ha posicionado entre los seleccionados para la realización de proyectos

que requieren de una alta potencia. En la pequeña placa de circuito encontramos, entre otras cosas, un procesador de 4 núcleos, RAM, conexiones USB, Ethernet y HDMI. La última versión también está equipada con un módulo WiFi y Bluetooth”. Según la guía publicada por la tienda de electrónica y robótica Solectro (2020), “Las placas fueron fabricadas en 2012 por la empresa Raspberry Pi Foundation para promover el estudio básico de la informática en las escuelas, en conjunto con naciones desarrolladas. Aun cuando las placas se diseñaron únicamente con fines educativos, demostraron ser más famosos de lo esperado y se usaron en aplicaciones de alto nivel, como lo es robótica”.

Figura 2

Raspberry Pi.



Nota: Se puede observar la tarjeta electronica realizada por Raspberry Pi Foundation (2012).

1.6.2. HDMI

Según Zinko Reting Tecnoligico (2017), “Para visibilizar el ambiente de escritorio del sistema operativo Raspberry Pi, es fundamental una pantalla de PC o TV y un cable para conectarlos. Además si la pantalla dispone de altavoces incorporados, la Raspberry Pi puede utilizarlos para reproducir el audio”.

1.6.3. Conexión HDMI

La conexión HDMI de acuerdo a Zinko Reting Tecnoligico (2017), “Es una interconexión multimedia de gran definición, hoy por hoy es empleada en lo que son aplicaciones que requieran de una amplia capacidad y potencia, ya que posibilita la conexión entre diferentes unidades en alta calidad. El HDMI emite audio y video mediante un solo cable, desde la PC a monitores de TV”.

1.6.4. Panel de control

“Es aquel en el que se puede determinar de manera rápida la causa de la alarma y la zona, de tal manera que activa los debidos dispositivos anunciadores y actuadores programables. También permite visibilizar en cualquier instante el estado de cada uno de los dispositivos”, de acuerdo a FEVOX (2019).

Figura 3

Panel de control.



Nota: Se puede observar el panel de control contra incendios por Seguridad Montero (2019).

1.6.5. Dispositivos de Iniciación

Según FEVOX (2019), “Son los elementos del sistema de alarma que por medio de recursos manuales y automáticos notifican al panel de control de un cambio en el comportamiento o de una circunstancia extraña en el sistema”. Estos pueden ser:

- Sensor de Humo
- Sensor de Temperatura
- Estacion Manual de Incendio
- Alarma de Flujo

Figura 4

Dispositivos de Iniciación.



Nota: Se puede observar los diferentes tipos de dispositivos de iniciación de la alarma de incendios por Seguridad Montero 2019).

1.6.6. Dispositivos de notificación (audibles y visuales)

De acuerdo a FEVOX (2019), “Son elementos del sistema de alarma que suministran de instrumentos sónicos y visibles de aviso ante la detección de un extraño comportamiento en la estructura que se va a vigilar. La detección de este extraño cambio de comportamiento dependerá de los componentes de iniciación equipados”. Estos Pueden ser:

- Sirena tipo campana
- Luz Incandescente
- Luz Espectroscópica
- Pantalla de PC

1.6.7. Dispositivos De Control

“Estos son los dispositivos auxiliares que operan automáticamente después de que el panel de control confirma el estado inusual o el cambio de estado de los dispositivos de activación”, de acuerdo a FEVOX (2019). Estos pueden provocar:

- Activación de bombas contra incendios
- Desactivación de elevadores
- Activación de sistemas para la supercompresión de escaleras
- Activación de sistemas de administración de humo

- Liberación de puertas para evacuación
- Activación de sistemas para la extinción de incendios

1.6.8. Pulsador de alarma

El pulsador de alarma según Carrasco (2016), “Es un componente que se utiliza para enviar manualmente una señal de alarma de incendio al centro de alarma y control”.

Figura 5

Pulsador manual de alarma PCD-100 de DETNOV.



Nota: Se puede observar un pulsador manual marca DETNOV para la activación de la alarma contra incendios, expuesto por Carrasco (2016).

1.6.9. Módulos de monitoreo

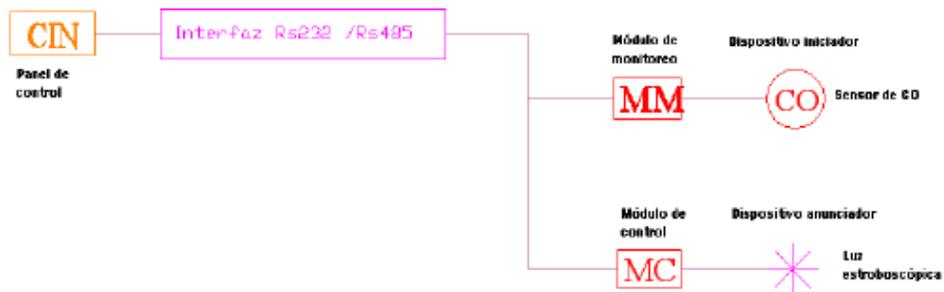
“Dado que existen diferentes fabricantes calificados en lo que trata sobre dispositivos iniciadores donde existen diferentes tipos de comunicación, además los paneles emplean algunos elementos adicionales que les permitan transmitirse con los elementos iniciadores. Es importante mencionar que los módulos de monitorización notan el estado del elemento iniciador y lo notifican al panel central, especificando además una orientación específica para que el panel reconozca por separado a cada elemento iniciador enlazado”, de acuerdo a FIRE-LITE ALARMS (2005).

1.6.10. Módulos de control

Los módulos de control según FIRE-LITE ALARMS (2015), “Estos son utilizados por el panel para dirigirse correctamente a cada anunciador cuando ocurre una señal de alarma, es decir, reciben la señal del panel y activan el anunciador o el dispositivo actuador”. Podemos observar la conexión de los módulos de monitoreo y control con relación a los componentes y al panel de control en la figura 6.

Figura 6

Conexión de los módulos de monitoreo y control.



Nota: Se puede observar una conexión de módulos de monitoreo y control de un sistema de detección de incendios, de acuerdo a Raza Ibarra (2009).

1.6.11. Detector de Humo

Según AENOR (2014), “Un detector de humo es una alarma que captan la presencia de humo y emite una señal sonora advirtiendo del riesgo de incendio. Dependiendo del método de detección utilizado, pueden ser de diferentes tipos.

- Detectores iónicos: empleados para la captación de gases y vapores de incendios que no son visibles a primera vista.
- Detectan humo visible absorbiendo o dispersando la luz”.

Figura 7

Detector óptico de humo.



Nota: Se puede observar un detector óptico para la detección de humo de un sistema de alarma de incendios, de acuerdo a AENOR (2014)

“Cuando el dispositivo está conectado a una unidad central que activa alarmas visuales o audibles, se conoce como detector de humo. Por otro lado, un único dispositivo que extrae su energía de las baterías y actúa independientemente de una unidad central conoce como alarma de humo”, de acuerdo a AENOR (2014).

1.6.12. Sensor de Temperatura

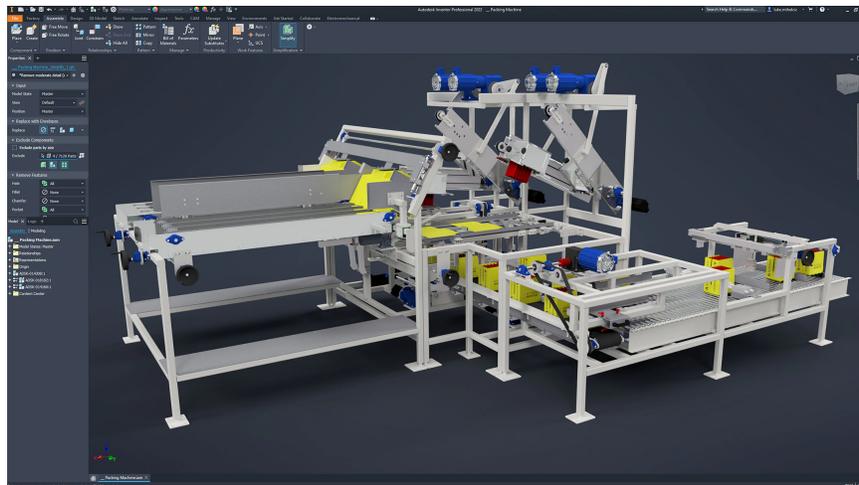
Los sensores de temperatura según Rechner Sensors (2019), “son dispositivos eléctricos y electrónicos que permite utilizar una señal eléctrica específica para medir la temperatura. Esta señal puede enviarse de manera directa o mediante el cambiando de la resistencia. También son conocidos como sensores térmicos o sensores de calor. Entre otras cosas, los sensores de temperatura se utilizan en los circuitos de control. Los sensores de temperatura también se denominan como sensores térmicos, detectores de calor o sensores de temperatura.”.

1.6.14. Inventor

“El software Inventor 3D CAD nos proporciona herramientas de diseño mecánico, documentación y simulación de productos de calidad profesional. Tiene una poderosa combinación de capacidades de diseño coordinado, directo, de manera libre y apoyado en normas. También tiene herramientas integradas para diseño de marcos, tubos y tuberías, cables y arneses, presentaciones, renderizado, simulación y diseño de maquinaria”, de acuerdo a Autodesk Inc (2021).

Figura 10

Inventor.

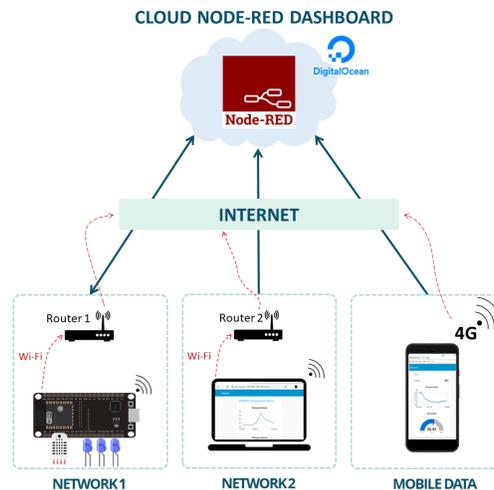


Nota: Se puede observar el software Inventor para el diseño mecánico realizado por Autodesk Inc (2021).

1.6.15. Node-RED

“Node-RED es un instrumento de programación para la comunicación elementos de hardware y funciones en línea de modos nuevos e innovadores. Además, este medio ofrece un editor apoyado en un página web que simplifica la conexión para secuencias a través de la amplia gama de nodos de paletilla que se pueden emplear en su duración de realización dando un click”, de acuerdo a Node-RED (2021)

Figura 11
Node-RED.



Nota: Se puede observar el mecanismo de programación de Node-RED para la conexión de dispositivos, de acuerdo a Aprendiendo Arduino (2020).

1.6.16. Código Nacional de Alarma de Incendios (NFPA)

Según la guía de National Fire Protection Association (1996) “El objetivo de este código es definir los medios de activación, comunicación, emisión y anuncio de señales; niveles de rendimiento; y confiabilidad de diferentes tipos de sistemas de alarma contra incendios. Este código define las características agregadas con estos sistemas y además facilita la información fundamental para la modificación o actualización de un sistema disponible para cumplir con los requisitos de una clasificación particular. El propósito de este código es especificar los niveles de rendimiento requeridos, el alcance de la calidad de las instalaciones, pero no los medios por los cuales se cumplen estos requisitos”.

Los sistemas de alarma de incendio conforme a este código se clasifican de la siguiente manera:

- 1.- Sistema de alarma contra incendio para domicilios.
- 2.- Sistema de alarma contra incendio de posesiones protegidas.
- 3.- Sistema de alarma contra incendio de estación de control.
 - a.- Sistema de alarma contra incendio auxiliares.

- Clase energía local.
 - Clase teléfono paralelo.
 - Clase en derivación (shunt).
- b.- Sistema de alarma contra incendio de estación de control remoto.
- c.- Sistema para estación de monitoreo para el dominio.
- d.- Sistema de alarma contra incendio de estación central.
- e.- Sistema de alarma contra incendio para distritos.

1.7. Propuesta de solución

Diseñar y desarrollar un Prototipo de Módulo de Alarma contra incendios para la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, con la finalidad de garantizar la seguridad para la comunidad universitaria, donde podremos monitorear con dispositivos iniciadores, los paneles de control utilizaran elementos adicionales que les permitan comunicarse con los dispositivos iniciadores. Los módulos de monitoreo percibirán el estado de elementos de disparo enviados al panel central se les asigna una dirección o ubicación específica para que el panel pueda identificar el dispositivo de disparo para cada conexión de forma individual., y de esta manera preservar la integridad de toda la comunidad de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.8. Marco Metodologico

1.8.1. Metodología de la investigación

A continuación, se redacta el enfoque, alcance y tipo de investigación propuesta:

- Enfoque cuantitativo

El presente proyecto utilizará textos, manuales de los respectivos de módulos de alarmas contra, encaminando la información para el desarrollo y diseño de un Prototipo de Módulo de Alarma contra incendios que informen al área de monitoreo de la Universidad del estado de estos módulos ante un evento de incendios para una mejor confiabilidad.

- Alcance cuantitativo descriptivo

Se considera al módulo de emergencia contra incendios como punto de partida para un alcance descriptivo para la realización del proyecto con la anterior implementación de alarmas contra incendios dentro de la Universidad.

- Tipo investigación: básica, aplicada

El proyecto es de tipo básica y aplicada ya que se ocupará teoría de dispositivos electrónicos y módulos de alarmas contra incendios ya desarrolladas pero en nuestro caso se dará mayor enfoque a un módulo de alarma para el sector educativo, se ocuparán datos del anterior prototipo implementado y en la misma se aplicará lo resuelto a partir de la investigación básica.

- Metodología de campo

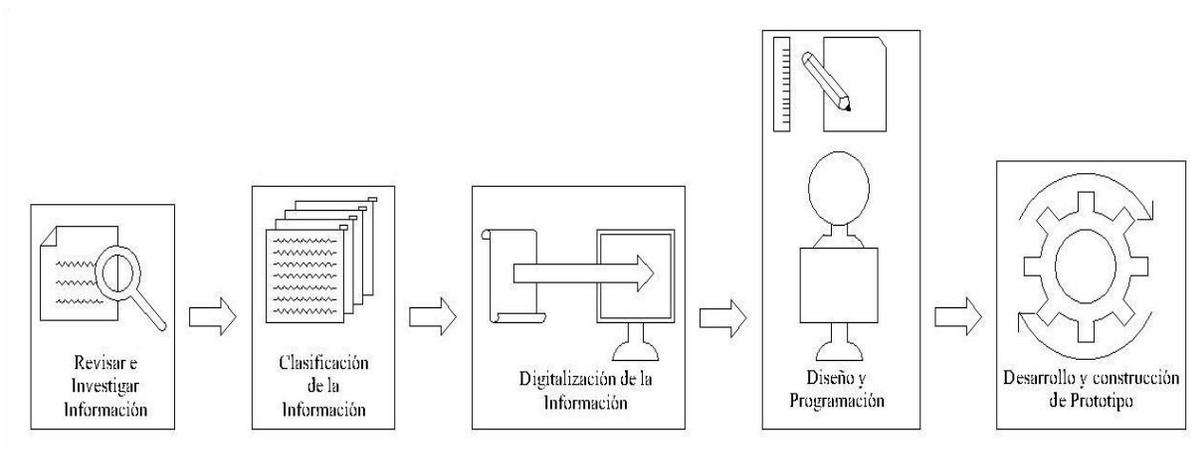
El proyecto está enfocado al campo de la seguridad institucional, donde se busca garantizar y preservar la protección e integridad de la comunidad de la Universidad Politécnica Salesiana ante cualquier evento que con lleve a un incendio.

1.8.2. Método del proceso

La Figura 8 presenta el método del proceso para el desarrollo del trabajo de titulación donde como primer punto importante antes de desarrollar el trabajo se debe proceder a investigar la información sobre módulos de alarmas para incendios, luego procederemos a clasificar la información más relevante que nos ayude a desarrollar nuestro trabajo. Como tercer punto tenemos la digitalización de nuestra información clasificada para luego proceder a diseñar y programar los módulos de control y monitoreo, y como último paso tendremos el desarrollo y construcción del prototipo del módulo de alarmas contra incendios que nos hemos propuesto en este trabajo de titulación.

Figura 12

Método del Proceso.



Nota: Se puede observar el método de proceso para poder realizar el proyecto del módulo de alarma contra incendios. Autor (2022).

1.9. Metodología estadística

En esta parte del trabajo definiremos nuestro Universo, Población y Muestra para luego continuar con las encuestas.

- Universo: Nuestro universo serían las Instituciones Educativas de la ciudad de Cuenca que son 317 establecimientos.
- Población: Nuestra población sería la comunidad de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca que consta de 25332.
- Muestra: La muestra es una parte de nuestra población definida que fue seleccionada para realizar este estudio y posteriormente la encuesta, a continuación se calcula la muestra.

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N - 1 Z^2 \sigma^2)}$$
$$n = \frac{(2.58)^2 (0.5)^2 (25332)}{(0.05)^2 (25332 - 1(2.58)^2 (0.5)^2)}$$
$$n = 15226$$

2. CAPÍTULO 2: DISEÑO Y DESARROLLO

2.1. Introducción

La Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca cuenta con un sistema de alarma contra incendios bajo el mando del personal técnico de la institución, la mayor parte áreas de la universidad tiene un sistema que funciona mediante una estación manual y una sirena aunque en el nuevo edificio Juan Bottasso ya disponen de sensores, accionamiento manual y sirena pero no están integrados en su totalidad como un sistema automático y supervisado en tiempo real. Los problemas técnicos han impulsado que el personal técnico y administrativo concuerde en mejorar el sistema de alarma contra incendios como un agente importante para un ambiente educativo y administrativo seguro y confiable. Por ende, se propone el diseño de un prototipo de alarma contra incendios con la idea de facilitar al personal técnico la función de monitorear las alarmas contra incendios en tiempo real, la propuesta tendrá las características de un sistema de alarma contra incendios basado en las normas NFPA 76, con la integración de hardware y software de buena calidad y capacidad, sin la necesidad de una gran inversión económica. El suministro de los equipos deberá estar diseñados de manera que puedan ejecutar las funciones para las que fueron previstas bajo las siguientes condiciones:

2.2. Requerimientos establecidos para la propuesta

En el presente capítulo se plantea varios parámetros para la propuesta de diseño del prototipo de módulo de alarma contra incendios basados en las necesidades que tienen los establecimientos o áreas de la UPS sede Cuenca, manifestados por el personal técnico de la institución y además este diseño también está basado en las normas de diseño construcción de los sistemas de alarmas contra incendios del NFPA 72 que es el código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización, y con estos se ha determinado los siguientes requerimientos que se debe cumplir con la propuesta:

- Cuatro sensores de humo y temperatura por modulo cada 60 m2.
- Pulsante manual para la activación de la alarma contra incendio.
- Pulsante manual para indicar otro tipo de emergencia.
- Sirena estroboscópica.
- Notificación de peligro mediante página web

- El 85 % y 110 % de los voltajes nominales de alimentación.
- Temperatura ambiental de 0° C y 49° C.
- Humedad relativa del 85 % y temperatura ambiental de 30° C.

2.3. Propuesta

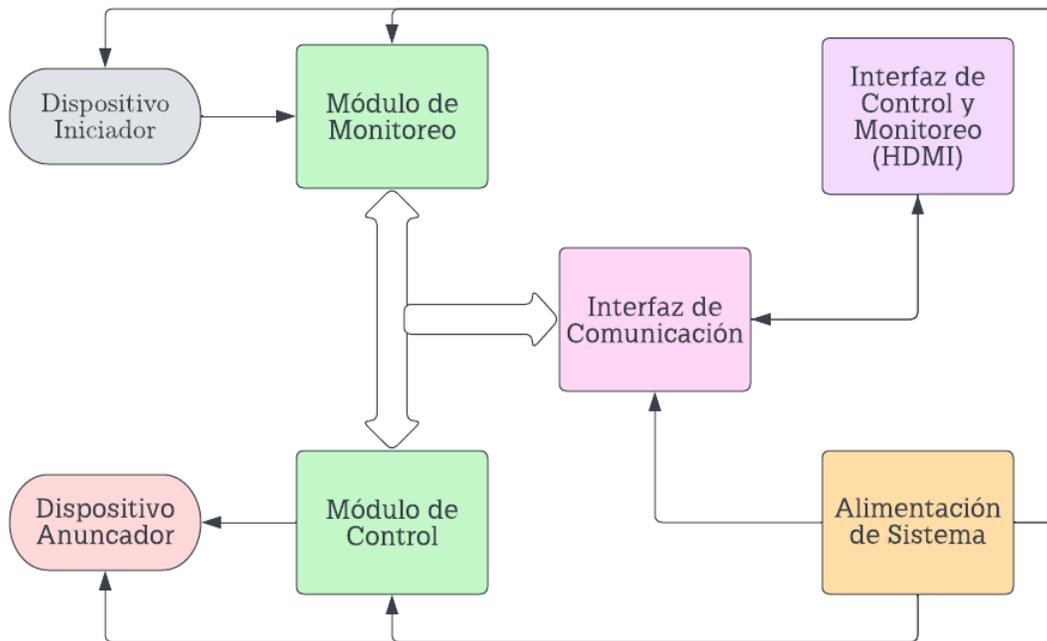
Conforme a los requerimientos de la propuesta se decidió desarrollar un módulo electrónico basado en hardware y software libre, donde se reciba y procese las señales del estado de las dos estaciones manuales y de los 4 sensores de humo y temperatura. El comportamiento de estas estaciones manuales y sensores se interpretan como datos que se direccionaran a una página web desde el cual el personal técnico podrá monitorearlos mediante una interfaz operada desde un computador o un dispositivo móvil.

2.4. Diagrama de Bloques

El modulo obtiene datos procedentes de las estaciones manuales y sensores de humo y temperatura, estos datos son procesados por una unidad de procesamiento integrado a un dispositivo de hardware libre y enviados a una página web, esta información se muestra en una interfaz monitoreada desde un computador o dispositivo móvil. Por último, el funcionamiento de los actuadores es controlada automáticamente por medio de los datos recibidos, o mediante de forma manual por el usuario.

Figura 13

Diagrama de Bloques del Sistema.



Nota: Se puede observar el diagrama de bloques para el sistema de detección de incendios. Autor (2022).

2.5. Especificaciones de los componentes del sistema contra incendios

En esta sección se presenta los modelos de los diseños eléctricos y electrónicos para el correcto funcionamiento del módulo de alarma contra incendios, estos diseños deben estar basados en las normas NFPA 72 que es el código Nacional de Alarmas contra Incendios, donde se plantea varios parámetros para el diseño del módulo de alarma contra incendios basado en las necesidades que tienen los establecimientos de la Universidad Politécnica Salesiana, donde se propone tener dispositivos que ayuden con la adquisición de datos y luego enviar a una unidad de control que activara los actuadores, estos diseños con sus respectivos componentes serán detallados a lo largo de este trabajo.

Tabla 2*Componentes de modulo.*

Sistema de control contra incendios	
Componentes	Características
Panel de control	30 cm x 30 cm x 20 cm
Sensor detector de humo y temperatura	Analógico y Digital
Tubos	Metálicos
Tuberías	Protegidos con el acero galvanizado
Botón de incendio	Manual convencional
Botón de emergencia	Manual convencional
Sirena	Alámbrica con luz estrobo

Nota: Se observa los componentes de un sistema de control contra incendios y sus características. Autor (2022).

2.6. Detalles de Propuesta

El sistema propuesto para el desarrollo del módulo de alarma contra incendios se describe a continuación, donde contara con 3 etapas o partes como la dispositivos iniciadores mediante sensores y pulsadores, procesamiento de la información y seguidamente los actuadores.

2.6.1. Dispositivos Iniciadores

1.- Detector de Humo

Para la detección de humo y calor del módulo se han tomado en cuenta varios tipos: fotoeléctricos, ópticos y análogos, y marcas: Honeywell, X-Sense y Bosch que se han posicionado en la producción de equipos para sistemas contra incendios y servicios de ingeniería. El sensor a usarse deberá contar con las siguientes características.

- Material retardante al fuego y resistentes al impacto.
- Integración de detector de humo y temperatura.
- Debe tener aprobación de la norma de seguridad NFPA-72.
- Temperatura de operación de al menos 0° C a 40° C.

- Diseñados para uso residencial.

Los detectores de humo tomados en cuenta para el diseño del sistema se presentan en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Sensores de humo y calor.

Descripción			
Sensor	Honeywell 5806-W3	X-Sense X-Sense SD06	Bosh D273 Análogo
Marca	Honeywell	X-Sense	BOSCH
Tipo	Fotoeléctrico	Fotoeléctrico	Análogo
Estilo	Detector de Humo	Detector de Humo	Detector de Humo y Térmico
Normas de Seguridad	UL y NFPA 72	UL 21 7	UL y NFPA 72
Humedad	5 a 95% (sin condensación)	<85% RH (sin condensación)	Hasta 93% (sin condensación)
Voltaje de Operación	2.5[V] a 3.6 [V]	3 [V]	12 [V] o 24 [V]
Temperatura de Operación	0° C a +37.8°C	4.4° C a +37.8°	0° C a +40° C
Material	Plástico de policarbonato resistente al calor y no al impacto	Plástico de policarbonato resistente al calor y no al impacto	Plástico ABS retardante de fuego y resistente a altos impactos
Aplicaciones	Residenciales y comerciales e industriales	Residenciales y comerciales	Diseñados para el uso comercial o residencial
Precio	92.30 USD	120 USD	60 USD

Nota: Se observa la comparación de los diferentes sensores de humo pre-seleccionados. Autor (2022).

En la selección de los detectores de humo y temperatura para el módulo de alarma contraincendios se ha decidido optar por el sensor detector de humo y calor Bosch Bosh D273 Análogo, ya que cumple con las condiciones de diseño establecidas, ya que en el mismo sensor se puede encontrar integrado los dos sensores de humo y temperatura que necesitamos para el diseño del módulo. Además este detector cuenta con aprobación del código NFPA-72 y es muy resistente al fuego y calor.

Figura 14

Sensor detector de humo y valor Bosch Bosh D273 Analogo.



Nota: Se puede observar un sensor detector de humo y calor de uso residencial, de acuerdo a IMPORMEL (2020).

Características Específicas:

- Aplicación de cuatro cables.
- Diodos electroluminiscentes.
- Cuadra de terminales extraíbles para simplificar el cableado.
- D273TH cuatro cables con sensor térmico de 57 °C (135 °F).

2.6.2. Unidad de Procesamiento

La fase de procesamiento de la información requiere la selección de dispositivos de hardware libres y ordenadores o microcontroladores adecuados con las siguientes características:

- Suficiente capacidad de memoria y velocidad de procesamiento de cuatro núcleos a 1,2 GHz.
- Puerto de conectividad integrado o adaptable de Wi-Fi o Ethernet.

- Comunicación y programación en Node-RED.
- Idónea cantidad de pines GPIO configurables para la adquisición de datos.

Las unidades de procesamiento tomados en cuenta para el sistema de alarma contra incendios se detallan en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4

Módulos de unidad de procesamiento.

Descripción			
Módulos	PIC16F877A	Arduino Mega 2560	Raspberry Pi 3 Model B
CPU	8-bit PIC	ATmega2560	Broadcom BCM2837
Clock Speed	20 MHz	16 MHz	1.2 GHz
SRAM	368 B	8 KB	1 GB
ROM	256 B	256 KB	SD
Ethernet	Conexión externa	10/100 Mbps (shields adaptables)	10/100 Gbps
Wi-Fi	Conexión externa	802.11.b/g/n (shields adaptables)	IEEE 802.11.b/g/n
Pines I/O	33	54	40
Precio	14 USD	34 USD	300 USD

Nota: Se observa la comparación de los distintas unidades de procesamiento pre-seleccionadas. Autor (2022).

Para el diseño del sistema de módulo de alarma contra incendios se optó por el Raspberry Pi 3 Model B como la unidad de procesamiento a utilizarse ya que las otras opciones no cumplen con los requerimientos planteados. Este mini ordenador tiene una gran capacidad memoria y velocidad de procesamiento de cuatro núcleos a 1,2 GHz y cuenta con brazo Cortex-A53 que es un decodificador de 2 anchos, procesador superescalar, con la capacidad transmitir varias instrucciones de manera dual. Esta tarjeta dispone de comunicación Ethernet y Wifi para determinar el enlace en red con la página web, tiene un clock speed y SRAM

mayor que las otras opciones planteadas. Finalmente es un ordenador fiable, eficiente y de código abierto para realizar proyectos donde se requiera gran capacidad de procesamiento y potencia.

Figura 15

Raspberry Pi 3 Model B.



Nota: Se puede observar la tarjeta electrónica Raspberry Pi 3 modelo B, realizado por Raspberry Pi Foundation (2012).

Características Específicas:

- Procesador de 64 bits Broadcom BCM2837 de cuatro núcleos.
- 1 GB de memoria RAM.
- LAN inalámbrica BCM43438 y Bluetooth Low Energy.
- Ethernet base 100.
- GPIO extendido de 40 pines
- 4 puertos USB 2
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto.
- HDMI de tamaño completo.
- Puerto Micro SD para cargar su sistema operativo y almacenar datos.

- Fuente de alimentación Micro USB conmutada actualizada hasta 2.5A.

Para procesar los datos analógicos del sensor de humo necesitamos de un chip integrado que nos permita convertir valores analógicos en digitales, ya que el Raspberry Pi 3 Model B cuenta solo con pines I/O digitales, estos integrados deberán contar con las siguientes características.

- Procesador de 10 bits de bajo consumo.
- Conexión Wi-Fi.
- Compatible al Protocolo TCP/IP.
- Pines GPIO.
- Disponer de conexión e intercambio de datos con otros dispositivos y sistemas mediante Internet (IoT).
- Bajo consumo de voltaje de funcionamiento entre 3V y 3,6V.

A continuación se exponen distintos integrados tomados en cuenta para la conversión de datos analógicos a digitales, los cuales se detallan en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5*Integrados ADC.*

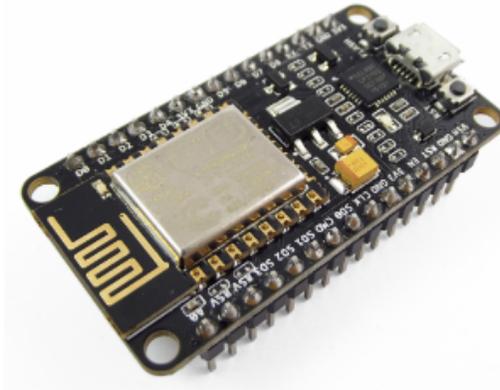
Descripción			
Integrado	MCP3008-I/P	ADC0804	NodeMCU V2 ESP8266
Fabricante	Microchip	Texas Instruments	Espressif Systems
Resolución	10 bits	8 bits	10 bits
Protocolo	SPI	SPI	TCP/IP
Frecuencia de Muestro	200 ksps	10 ksps	30-40 ksps
Wi-Fi	Adaptación externa	Adaptación externa	2.4 GHz, 802.11 b/g/n
IoT	No	No	Si
Pines	PDIP-20	PDIP-16	PDIP-30, 16 GPIO
Rango de temperatura de trabajo	-40°C a +85°C	-40°C a +85°C	-40°C a +125°C
Voltaje de alimentación	2.7 [V] a 5.5 [V]	4.5 [V] a 6.3 [V]	3 [V] a 3.6 [V]
Precio	4 USD	7.50 USD	8.20 USD

Nota: Se observa la comparación de los distintos integrados para la conversión de ADC pre-seleccionados. Autor (2022).

Finalmente para el procesamiento de datos analógicos por parte del sensor de humo se selecciona el uso de un ESP8266 por encima de las demás opciones, debido que este chip Wi-Fi tiene un precio de venta económico con protocolo TCP/IP completa y capacidad de MCU (Micro Controller Unit). Este chip se comunicara con la Raspberry Pi 3 Model B mediante un protocolo llamado MQTT Mosquitto y recibirá información del sensor mediante sus pines que también son GPIO estas configuraciones se describirán más a detalle más adelante en el proyecto.

Figura 16

ESP8266.



Nota: Se puede observar el chip Wi-fi ESP8266, de acuerdo a Electronics Ecuador (2021).

2.6.3. Actuadores

Los actuadores del sistema funcionaran luego de haber recibido la señal de las estaciones manuales y de los sensores que pasaran por la unidad de procesamiento para finalmente activarlos. Para este caso se optó por usar Sirenas con Luz Estroboscópica del modelo GYG-SF106 el cual ya tiene integrado la sirena y la luz.

Figura 17

Sirena Estroboscópica Contra Incendios Alámbrica Luz Estrobo GYG-SF106.



Nota: Se puede observar una sirena contra incendios que incorpora luces estroboscópicas, de acuerdo a IMPORMEL (2020).

En el sistema también tenemos otro tipo de actuador más que cumplir la función de actuador cumple la función de anunciar y supervisar de manera visual al personal técnico del

comportamiento del sistema y la notificación en la Página Web está desarrollada en Dashboard por Node-RED.

2.6.4. Funcionamiento del sistema electrónico

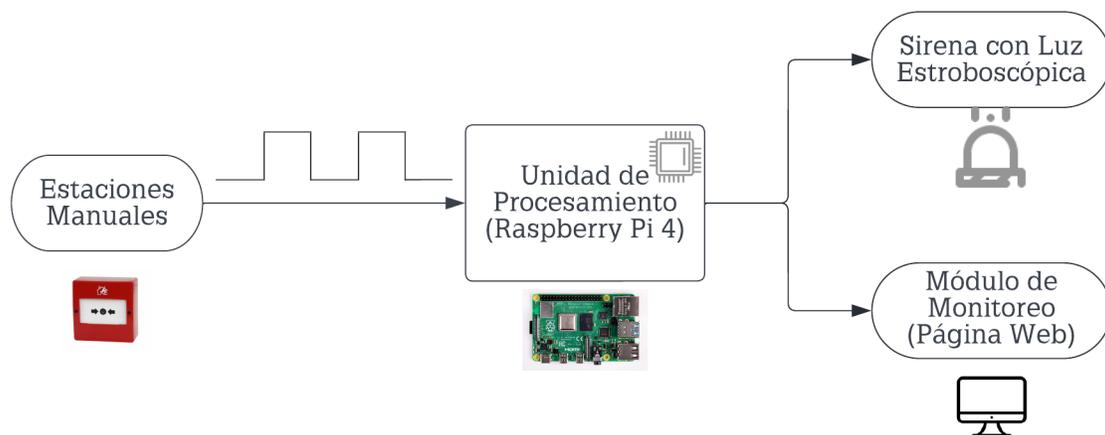
Los tipos de funcionamiento y operación de cada parte del módulo de alarma contra incendios se describen detalladamente a continuación:

■ Estaciones Manuales

El estado de las estaciones manuales del módulo de alarma contra incendios se monitorean mediante la implementación de dos pulsadores que emiten una señal ON/OFF a los pines de la Raspberry Pi 3 Model B. La notificación cuando la estación manual se active se dará mediante una página web indicando al personal técnico que se activó el sistema contra incendios y también encendiendo la sirena y las luces estroboscópica para indicar a las personas que se encuentren en los diferentes establecimientos de la universidad sobre el peligro.

Figura 18

Diagrama de funcionamiento de las estaciones manuales.



Nota: Se puede observar el funcionamiento de las estaciones manuales en el sistema de alarma contra incendios. Autor (2022).

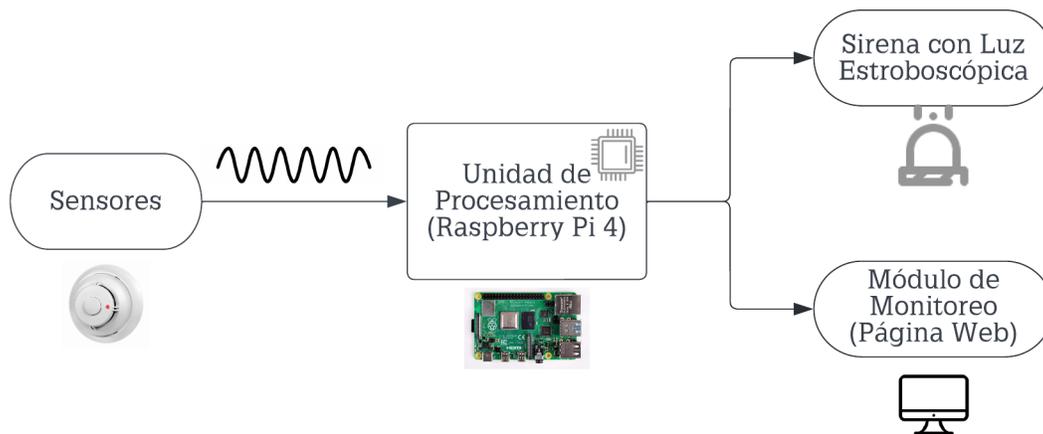
■ Sensores

Para el monitoreo y detección de la presencia de humo y nivel alto de temperatura se utilizan los sensores de humo y temperatura que enviarán una señal eléctrica a las entradas del

Raspberry Pi. La notificación cuando se active los sensores se active se visualizara mediante una página web indicando al personal técnico que se activó el sistema contra incendios y también encendiendo la sirena y las luces estroboscópica para indicar a las personas que se encuentren en los diferentes establecimientos de la universidad sobre el peligro.

Figura 19

Diagrama de funcionamiento de los sensores.



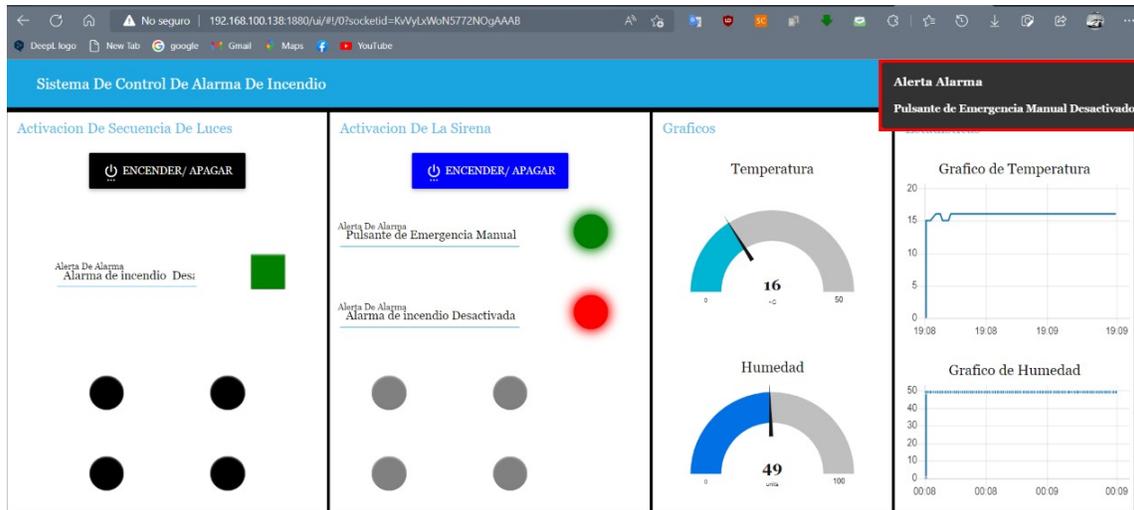
Nota: Se puede observar la descripción del funcionamiento del sistema de alarma contra incendios. Autor (2022).

■ Monitoreo de Módulo

El monitoreo del módulo se ejecuta mediante una página web realizada por un dashboard de NOD RED, en donde se podrá visualizar si se activa las estaciones manuales, el comportamiento de los sensores, esta conexión se da mediante Wifi o cable Ethernet entre la unidad de procesamiento Raspberry Pi 3 Model B y la página web.

Figura 20

Interfaz gráfica del sistema en dashborad por Node-RED.



Nota: Se puede observar la interfaz gráfica del comportamiento del sistema en un dashborad por Node-RED. Autor (2022).

■ Cableado

El cableado de los dispositivos para la adquisición de datos y actuadores se utilizara cable antiflama 305m ya que están diseñados y blindados especialmente para sistemas de alarmas contra incendios mediante la certificación ISO 9001:2008.

2.7. Alimentación del Sistema

El módulo de alarma contra incendios necesita de una alimentación donde se debe considerar la cantidad y modelo específico de cada uno de los elementos o esto se debe a que los equipos pertenecientes a un sistema modular pueden aumentar o disminuir el número de elementos en función de este sistema. Como sistema de seguridad, hay que tener en cuenta que, de alguna manera, hay que instalar una fuente de alimentación específica para garantizar un servicio ininterrumpido.

Tabla 6

Alimentación del sistema.

Alimentación del sistema				
N°	Dispositivos	Cantidad	Carga Individual	Carga Total
1	Raspberry Pi 3	1	3000 mA	3000 mA
2	Sensor de Temperatura	4	13.6 mA	54.4 mA
3	Sensor de Humo	4	135 mA	540 mA
4	Sirena con Luz Estroboscópica	1	150 mA	150 mA
			TOTAL	37 74.4 mA

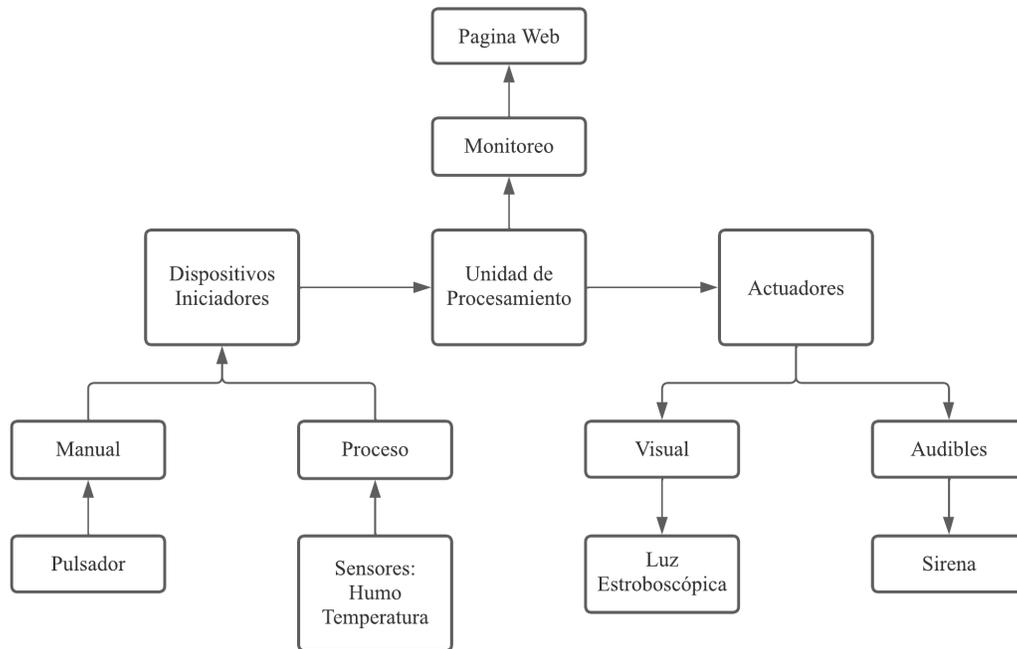
Nota: Se observa la alimentación de los distintos dispositivos del sistema contra incendios. Autor (2022).

2.8. Diseño del sistema contra incendios

El sistema del módulo de alarma contra incendio funcionara de la siguiente manera con los equipos ya seleccionados anteriormente, donde los dispositivos iniciadores como los pulsantes manuales, y los sensores de humo y calor enviaran la información de su comportamiento a los pines GPIO de la unidad de procesamiento para que este sea enviado a Node-RED para el monitoreo del sistema y además para la activación de los actuadores como la sirena con luz estroboscópica. En la siguiente figura podemos observar el sistema de alarma contra incendios para el proyecto.

Figura 21

Sistema contra incendios.

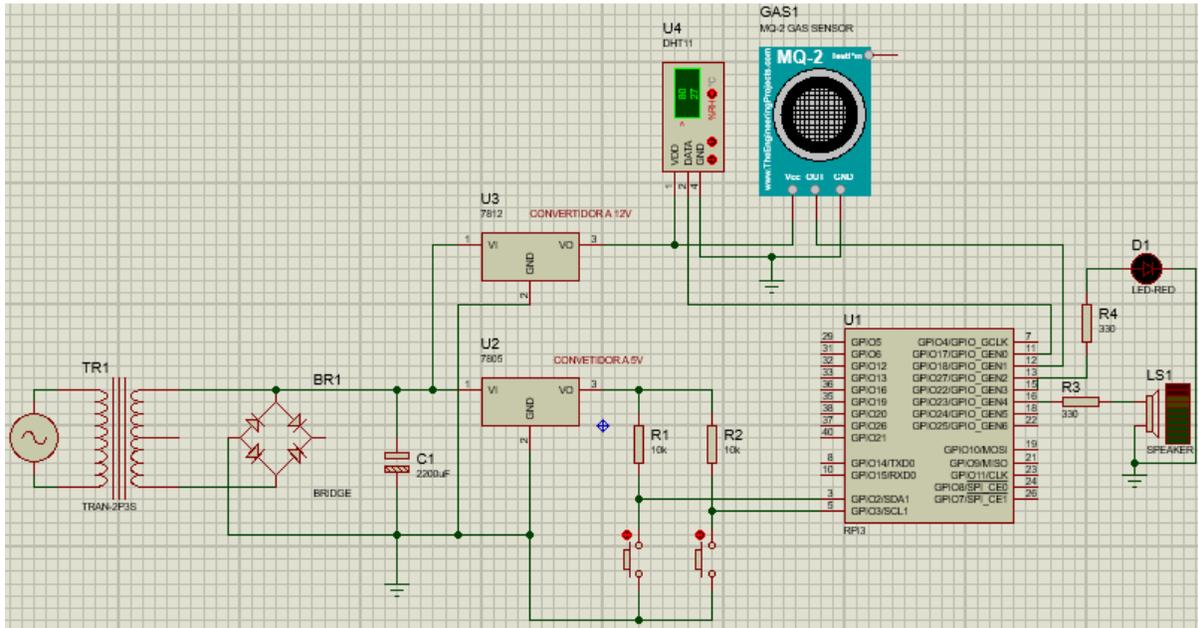


Nota: Se puede observar el diagrama de las partes que contiene el sistema contra incendios. Autor (2022).

2.8.1. Esquema electrónico del Sistema de Control

Figura 22

Circuito de control del módulo de alarma contra Incendios.



Fuente: Autor, 2022

En el figura 22 se observa más a detalle el esquema electrónico del módulo donde el Raspberry Pi 3 Model B, se encargara de identificar las entradas analógicas y digitales, además en controlar los estados de los actuadores. En el diseño del circuito tenemos las siguientes conexiones para las entradas del módulo: dos pulsantes o estaciones manuales los cuales enviaran un señal on/off a las entradas digitales del Raspberry Pi 3 los cuales son el GPIO 2 y 3, un sensor de temperatura “DTH11” que es un sensor digital el cual enviara datos de la temperatura del lugar donde se encuentre a la entrada digital GPIO 17 de la Raspberry y además tenemos un sensor de humo que envía datos analógicos el cual va un microcontrolador de módulo Wifi/Bluetooth llamado ESP8266 que está conectado al Raspberry mediante Eclipse Mosquitto que es un broker MQTT y es un intermediario por mensajes que tienen un código tipo abierto (con licencia EPL/EDL) lo cual implementaron a las versiones 5.0, 3.1.1 y 3.1 de un protocolo llamado MQTT y esto nos permitirá leer datos análogos y enviarlos a la nube. Por ultimo tenemos las conexiones de los actuadores con la unidad de procesamiento que salen de los pines GPIO 22 y 23 de la Raspberry hacia dos relés que controlan la alimentación a los dispositivos anunciadores .los cuales son la sirena y la luz estroboscópica.

2.9. Programación

2.9.1. Componente Node-Red

Desarrollada por IBM, es una potente y eficaz herramienta de código que es abierto para construir aplicaciones del Internet de las Cosas (IOT) y pretende simplificar la programación de componentes. Utiliza la programación de manera visual, donde las tareas se realizan conectando bloques de múltiples código llamados nodos. Los nodos que se conectan entre sí se denominan como flujos.

La programación del procesador Raspberry Pi 3 Modelo B se ha realizado con Node-RED y python, y a continuación se muestra el código y los ajustes realizados en el programa del módulo.

2.9.2. Principales contenidos del programa

A modo que se muestra en la figura 23, en la parte izquierda aparece una lista completa de bloques etiquetados, por función del nodo. Cuando se selecciona un nodo, su función puede verse en la pestaña de Información. La fila del medio es el flujo en el que se encuentra el nodo.

Figura 23

Elementos Node-red.



Nota: Se puede observar los elementos que contiene la programación en Node-RED. Autor (2022).

1.- Programación de botón manual 1

Esta sección añade un botón en la interfaz de el o los usuario que, al ser pulsado, genera un mensaje con un campo `msg.payload`. Si no se especifica ninguna carga útil, se utiliza el identificador del nodo.

■ Nodo de entrada de Raspberry Pi

Genera un `msg.payload` 0 o un 1 dependiendo del estado del pin de entrada, donde la carga útil será un 1 o un 0.

■ Nodo Switch

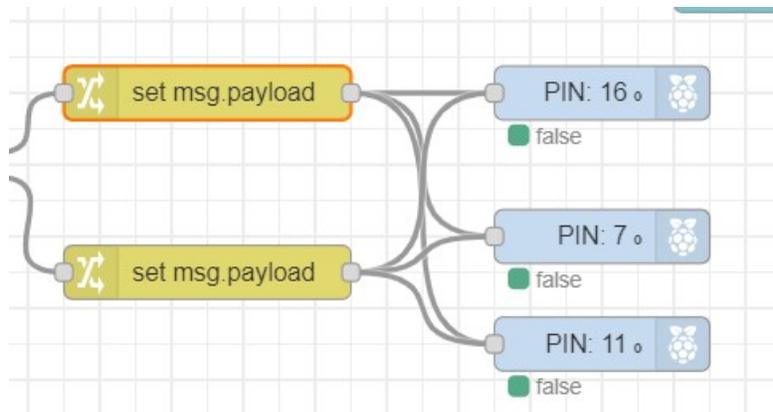
Este se encarga de dirigir los mensajes según sus valores de propiedad o la posición de la secuencia junto con el nodo y con la implementación del siguiente nodo.

■ Nodo Change

Puede establecer, editar, eliminar y mover las propiedades de los mensajes, los contextos de flujo y los contextos globales. Entonces se realizó la programación de del pulsante donde se leyó su estado para que mediante los demás nodos obtener un valor de verdadero o falso para poder accionar el encendido de un led mediante los nodos salidas RPIO.

Figura 25

Nodo Change.



Nota: Se puede observar la programación del nodo change para la estación manual 1. Autor (2022).

Ahora para dar aviso de la activación del pulsante de manera físico o en node red se utilizó el siguiente nodo.

■ Nodo función

El código JavaScript se ejecuta en los mensajes recibidos de los nodos. El mensaje se pasa como un determinado objeto llamado msg, donde se programó mediante condicionales if, donde se estableció que mediante los valores de msg.payload puede ejecutar una acción mediante mensaje de texto.

Figura 26

Nodo Función.

```
1 import RPi.GPIO as GPIO
2 import time
3
4 GPIO.setwarnings(False)
5 GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
6
7 pulsante=3
8 led1=7
9 led2=11
10 led3=13
11 led4=15
12 led5=5
13
14 GPIO.setup(pulsante,GPIO.IN)
15 GPIO.setup(led1,GPIO.OUT)
16 GPIO.setup(led2,GPIO.OUT)
17 GPIO.setup(led3,GPIO.OUT)
18 GPIO.setup(led4,GPIO.OUT)
19 GPIO.setup(led5,GPIO.OUT)
20
21 estadoled=0
22 estadoa=0
23
24 while 1:
25     lec_pulsante=GPIO.input(pulsante)
26     if (not lec_pulsante) == 1 and estadoa == 0:
27         estadoled = 1 - estadoled
28         time.sleep(0.01)
29     estadoa = not lec pulsante
```

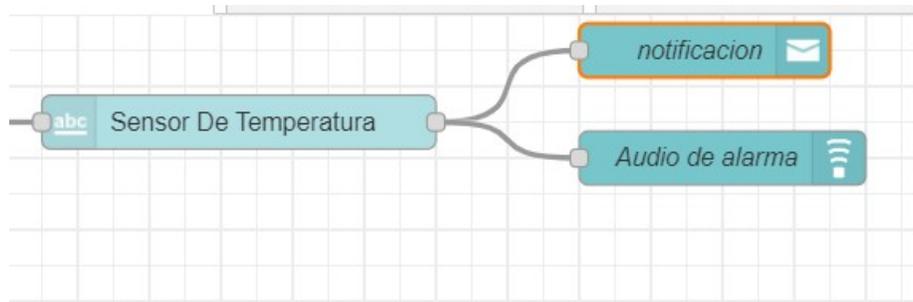
Nota: Se puede observar la programación del nodo función para la estación manual 1. Autor (2022).

■ Nodo de notificación

Muestra msg.payload como una notificación emergente o un mensaje de diálogo Aceptar/Cancelar en la interfaz de usuario, donde se configuro el tiempo de espera de 10 segundos y también la parte donde se muestra el mensaje de aviso junto al nodo de audio, que mediante la configuración de voces se comunica el mensaje en el dashboard de Node-RED.

Figura 27

Nodo de notificación.



Nota: Se puede observar la programación del nodo de notificación para la estación manual 1. Autor (2022).

2.- Programación de botón manual 2

Para esta sección se añade el segundo botón a la interfaz de usuario que, al ser pulsado, genera un mensaje con el campo msg.payload. Si no se especifica ninguna carga útil, se utiliza el identificador de nodo.

■ Nodo de entrada de Raspberry Pi

Genera un msg. Payload 0 o un 1 dependiendo del estado del pin de entrada, donde la carga útil será un 1 o un 0.

■ Nodo Switch

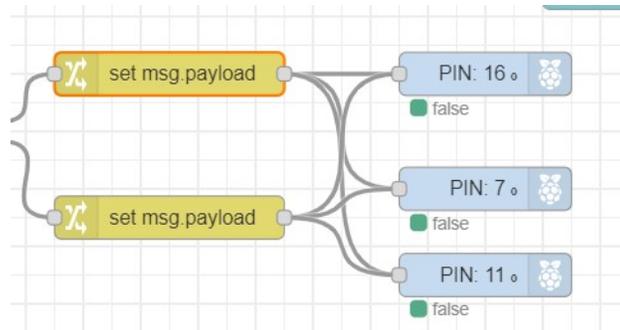
Dirige los mensajes según sus valores de propiedad o la posición de la secuencia junto con el nodo y con la implementación del siguiente nodo.

■ Nodo Change

Puede establecer, editar, eliminar y mover las propiedades de los mensajes, los contextos de flujo y los contextos globales. Entonces se realizó la programación del pulsante donde se dio lectura a su estado para que mediante los demás nodos obtener un valor de verdadero o falso para poder accionar el encendido de un led mediante los nodos salidas RPIO. Además se realizó la programación en el nodo función para establecer la condición de parpadear las salidas GPIO del Raspberry Pi.

Figura 28

Nodo Change.



Nota: Se puede observar la programación del nodo change para la estación manual 12. Autor (2022).

- **Nodo función**

Ahora para dar aviso de la activación de manera manual o en node red se utilizó el nodo función de el código JavaScript se ejecuta en los mensajes recibidos de los nodos. El mensaje se pasa como un determinado objeto llamado msg, donde se programa mediante condicionales if, donde se estableció que mediante los valores de msg.payload puede ejecutar una acción mediante mensaje de texto.

Figura 29

Nodo Función.

```
1 if (msg.payload === true)
2 {
3
4   msg.payload = "Modulo dos de alarma contraincendios activado "
5
6   return msg;
7 }
8 if (msg.payload === false)
9 {
10  msg.payload = "Modulo dos de alarma contraincendios Desactivado";
11  return msg;
12 }
```

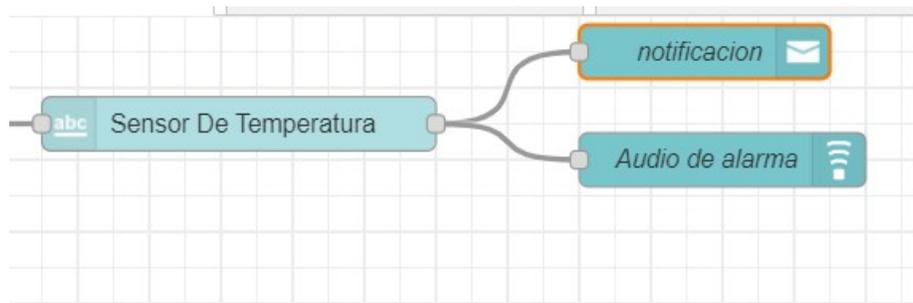
Nota: Se puede observar la programación del nodo función para la estación manual 2. Autor (2022).

- **Nodo de notificación**

Este nodo muestra msg.payload como una notificación emergente o un mensaje de diálogo Aceptar/Cancelar en la interfaz de usuario, donde se configuro el tiempo de espera de 10 segundos y también la parte donde se mostraría el mensaje de aviso junto al nodo de audio, que mediante la configuración de voces se comunica el mensaje en el dashboard de Node-red.

Figura 30

Nodo notificación.



Nota: Se puede observar la programación del nodo de notificación para la estación manual 2. Autor (2022).

2.9.5. Programación de Sensor DTH11

Este es un nodo Node-RED para disponer la conexión a un sensor DHT11 o DHT22 en una Raspberry Pi. Le permite especificar las variables que definen las conexiones al sensor. Este nodo necesita que node-dht-sensor esté instalado y accesible desde Node RED.

- **Nodo RPI DHT11**

Para recuperar el estado de un sensor DHT11 o DHT22, ya sea al inicio o en un período predefinido, determinado por un mensaje de entrada.

- **Nodo Switch**

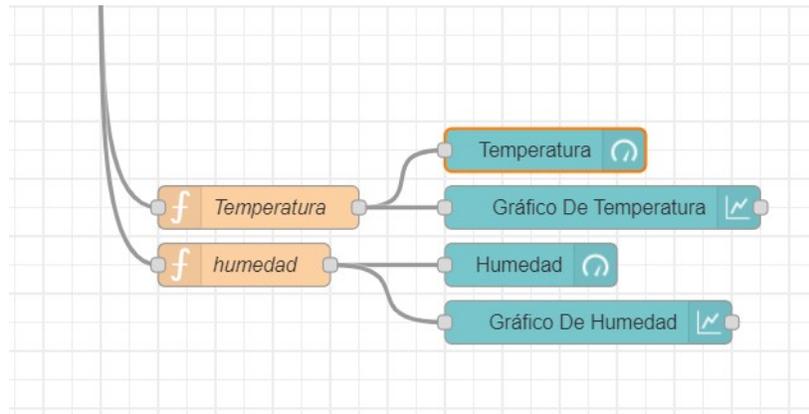
Este direcciona los mensajes según sus valores de propiedad o la posición de la secuencia junto con el nodo y con la implementación de nodo Change se llega a establecer, cambiar, eliminar propiedades de un mensaje, contexto de flujo.

- **Nodo gauge**

Al agregar los widgets de tipo indicador en la interfaz como usuario en este caso los datos senados por el sensor de temperatura dht 11. Lo cual se muestra en el dashboard.

Figura 31

Nodo gauge.



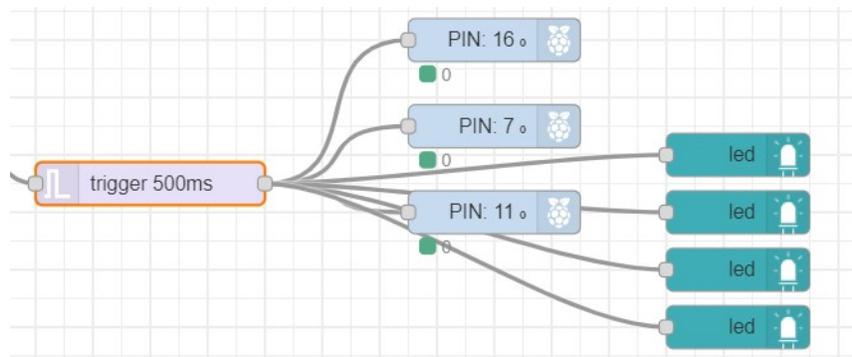
Nota: Se puede observar la programación del nodo gauge para el sensor de temperatura. Autor (2022).

■ Nodo Trigger

Una vez activado, puede enviar un mensaje y luego ser capaz de enviar un segundo mensaje si no se renueva o reinicia. Con el fin de hacer titilar un led cuando el sensor detecta una medida fuera de lo normal lo cual activara al sistema de contra incendios.

Figura 32

Nodo trigger.



Nota: Se puede observar la programación del nodo trigger para el sensor de temperatura. Autor (2022).

Para la activación de las notificaciones se sigue el mismo procedimiento que de las estaciones manuales ya descritas anteriormente.

2.9.6. Programación de Sensor MQ4

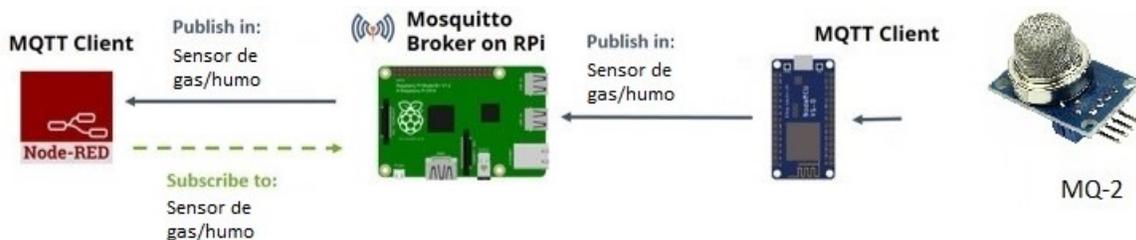
Para la programación del sensor de humo primero se procede a instalar IDE Arduino y el broker MQTT Mosquitto para permitir la comunicación con Node-RED. La finalidad es establecer un sistema de alarma contra incendios con el Raspberry Pi 3 y el Esp8266 que nos notifique en la página web la activación del sistema. Esta comunicación se realiza ya que la Raspberry Pi 3 no dispone de entradas analógicas por lo que se integró un Esp8266 que es un módulo Wifi/Bluetooth que si dispone de entradas análogas.

2.9.7. Diagrama esquemático

La finalidad es establecer un sistema de alarma contra incendios con el Raspberry Pi 3 y el Esp8266 que nos notifique en la página web la activación del sistema. Esta comunicación se realiza ya que la Raspberry Pi 3 no dispone de entradas analógicas por lo que se integró un Esp8266 que es un módulo Wifi/Bluetooth que si dispone de entradas análogas, como se puede visualizar en la figura 36.

Figura 33

Protocolo MQTT.



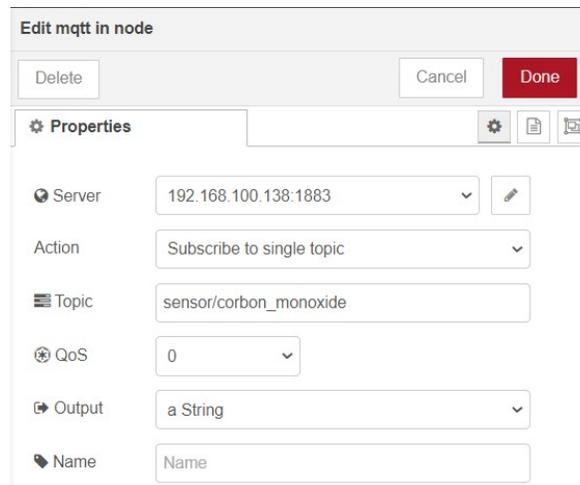
Nota: Se puede observar la conexión del protocolo MQTT entre el Raspberry Pi 3 y el ESP8266, de acuerdo a Aprendiendo Arduino (2022).

■ Nodo MQTT

En la configuración del nodo se insertó la dirección del bróker del Raspberry Pi 132.168.100.138 que servía para realizar la conexión y recibir los datos del detector de humo mediante un mensaje de topic sensor/carbonmonoxide. Además, la salida tiene dato string con el fin de obtener el conjunto ordenado de letras o caracteres de los datos que recibe el sensor MQ-2.

Figura 34

Configuración del nodo mqtt.



The image shows a configuration window titled "Edit mqtt in node". At the top, there are three buttons: "Delete", "Cancel", and "Done". Below the buttons is a "Properties" section with several fields:

- Server:** A dropdown menu showing "192.168.100.138:1883" with an edit icon.
- Action:** A dropdown menu showing "Subscribe to single topic".
- Topic:** A text input field containing "sensor/carbon_monoxide".
- QoS:** A dropdown menu showing "0".
- Output:** A dropdown menu showing "a String".
- Name:** A text input field containing "Name".

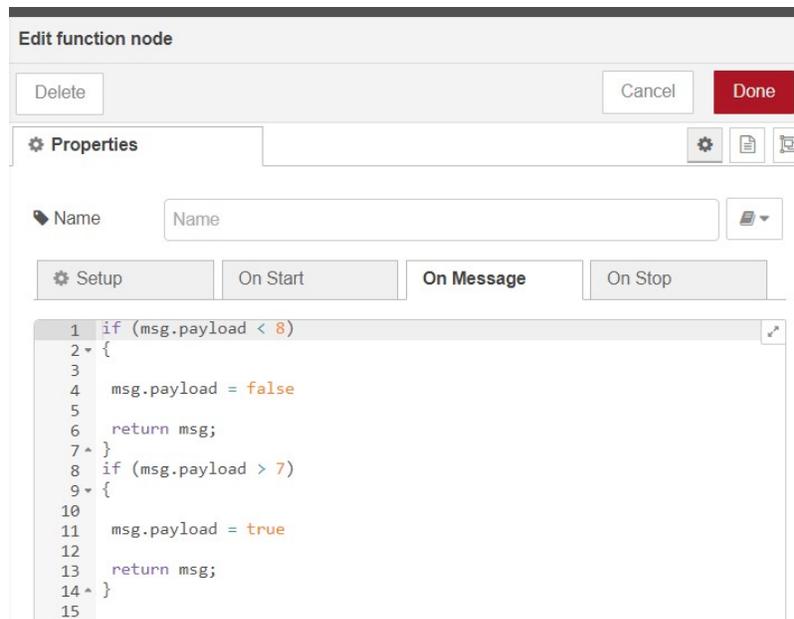
Nota: Se puede observar la configuración del nodo MQTT para la conexión de la Raspberry y el ESP8266. Autor (2022)

■ Nodo Función

En la configuración del nodo se cambió el valor de una variable a partir del valor entero que contiene `msg.payload`, mediante condicionales como el `if`, con el fin de establecer un mensaje de salida en acción. Entonces se establece si el valor que contiene `msg.payload` es menor a 8, este cambiaría su valor a falso pero en cambio si el valor es mayor a 8 cambiaría su valor a verdadero, esto con el fin de realizar una acción de salida que servirá para el esencialmente para el siguiente nodo `switch`.

Figura 35

Configuración del nodo función.



Nota: Se puede observar la configuración del nodo función para la conexión de la Raspberry y el ESP8266. Autor (2022)

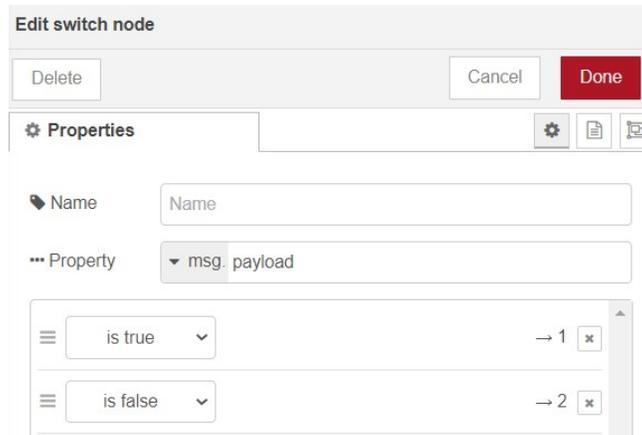
■ Nodo Switch

Este nodo dirige los mensajes según sus valores de propiedad o la posición de la secuencia junto con el nodo y con la implementación de nodo Change, entonces para formar, editar, eliminar y mover las propiedades de los mensajes, los contextos de flujo y los contextos globales.

Entonces el mensaje recibido es mediante `msg.payload` del anterior nodo switch para realizar una comparación de dicho valores.

Figura 36

Configuración del nodo switch .



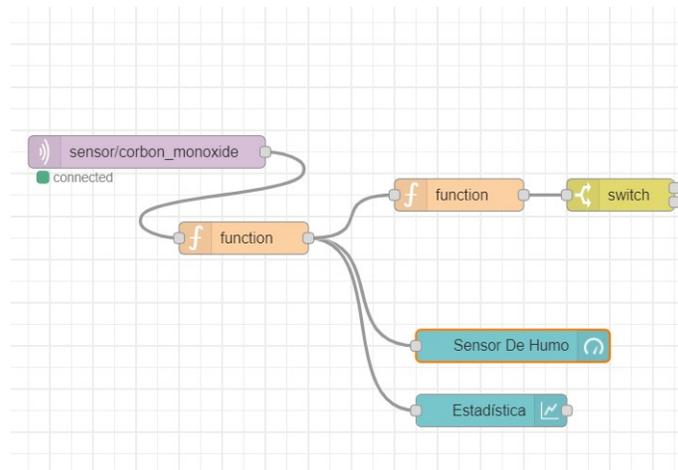
Nota: Se puede observar la configuración del nodo Switch para la conexión de la Raspberry y el ESP8266. Autor (2022)

- **Nodo Gauge**

Al agregar los widgets de tipo indicador en la interfaz en este caso los datos senados por el sensor. Lo cual se muestra en el dashboard.

Figura 37

Nodo gauge.



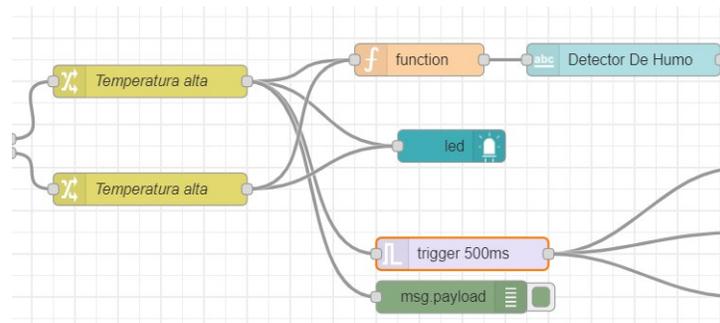
Nota: Se puede observar la programación del nodo gauge para el sensor de humo. Autor (2022).

▪ Nodo Triguier

Una vez activado, puede enviar un mensaje y luego ser capaz de enviar un segundo mensaje si no se renueva o reinicia. Con el fin de hacer titilar un led cuando el sensor detecta una medida fuera de lo normal lo cual activara al sistema de contra incendios.

Figura 38

Nodo triguier.



Nota: Se puede observar la programación del nodo triguier para el sensor de humo. Autor (2022).

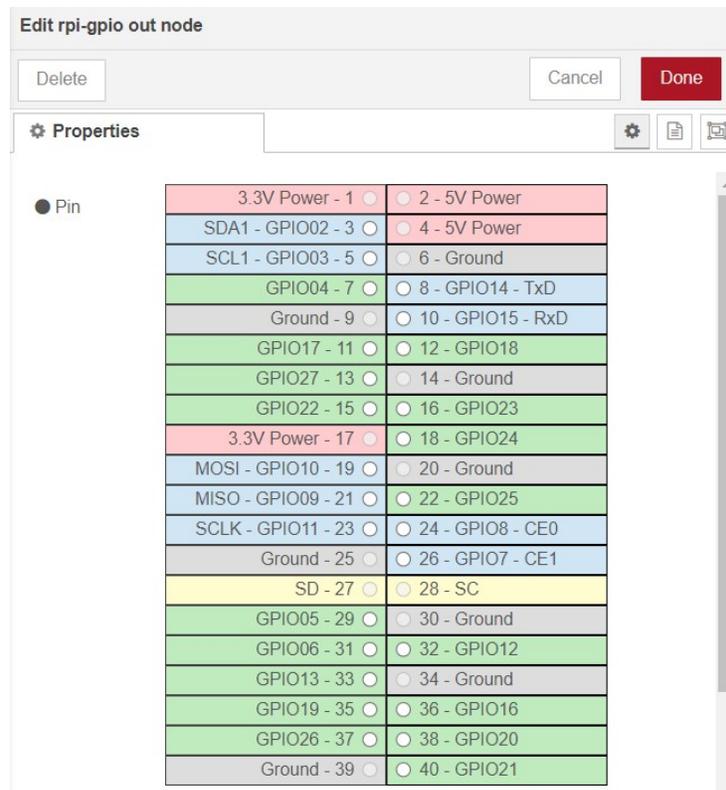
Para la activación de las notificaciones se sigue el mismo procedimiento que de las estaciones manuales y el sensor de temperatura ya descritas anteriormente.

2.9.8. Programación de Actuadores

En lo que con lleva la programación de los actuadores en Node-RED gran parte se describió en la programación de sensores y estaciones manuales ya que la finalidad de estos eran activar los actuadores de nuestro sistema ya sea mediante accionamiento manual o la adquisición de datos de calor y humo, continuación se describe el nodo rpi-gpio out encargado de activar los actuadores.

Figura 39

Editar el nodo de salida rpi-gpio.



Nota: Se puede observar la programación del nodo Nodo rpi-gpio out para la activación de los actuadores. Autor (2022).

De esta manera se escogió la salida para la activación de los un actuadores como la sirena y los leds, se utilizaron el GPIO 4,GPIO 17 y el GPIO 23, teniendo en cuenta que están disponibles y no tienen una interferencia con las demás salidas ya establecidas.

▪ **Nodo rpi-gpio out**

Nodo de salida de Raspberry Pi, se puede utilizar en los modos Digital o PWM. Además se empleó para el accionamiento de la sirena y la luz parpadeante cuando los sensores detectores una activación de contraincendios, se utilizó lo mismo para los pulsantes manuales.

Figura 40

Nodo rpi-gpio out.



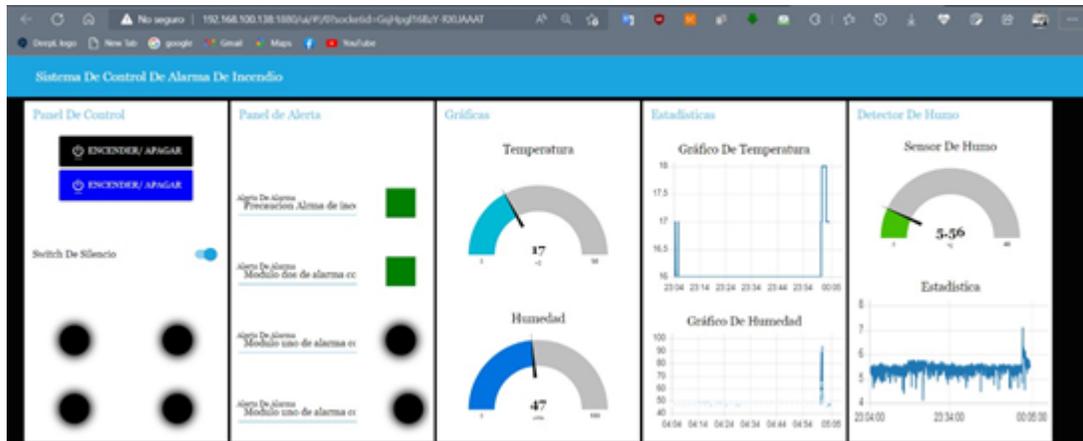
Nota: Se puede observar la programación del nodo Nodo rpi-gpio out para la activación de los actuadores. Autor (2022).

2.10. Diseño de la Interfaz Usuario

Esta interfaz está realizada en Node-RED mediante un dashboard para crear rápidamente un tablero de datos en tiempo real. En este apartado se muestra un conjunto de nodos en Node-RED lo cual llega ser un panel donde se puede visualizar el comportamiento del módulo. Además para un mejor funcionamiento del dashboard se implementó nodos widget, para mejorar la visualización de los datos de los nodos programados. El objetivo de esta interfaz con el usuario es la de enviar información entre el sistema y su operario permitiendo controlar el modulo a través de una página web que se puede acceder con la dirección IP de la Raspberry Pi desde una computadora o dispositivo móvil.

Figura 41

Interfaz con el usuario en Dashboard .



Nota: Se observa la interfaz con el usuario diseñada en un dashboard por Node-RED. Autor (2022).

2.11. Diseño de un botón de emergencia para el prototipo de módulo de alarma contra incendios

Para el diseño mecánico del botón de emergencia contra incendios se ha tomado varios parámetros y condiciones de diseño basados en el código según la normativa de Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización. Primeramente debemos conocer la función primordial de un botón como emergencia el cual es desconectar circuitos en caso de emergencia de manera rápida y sencilla. El botón que se encamina a diseñar se acciona fácilmente con un empujón y se desbloquea al girarla.

2.11.1. Detalles de diseño

Este dispositivo se instalará en las cajas de mando de los módulos de alarma contra incendios, donde se dispone de distintas partes como: Un interruptor manual o eléctrico situado en la línea de alimentación de la máquina, a excepción de la unidad de control montada en el contacto auxiliar, cortará, una vez activado, todos los circuitos que puedan suponer un peligro. Los botones de alarma que se diseñen deben tener las siguientes características.

- Perceptible y cómodamente accesible, por lo que se instalara en un lugar al que el personal técnico y la comunidad de la UPS pueda alcanzar rápidamente.

- Capacidad de cortar/detener la corriente máxima del módulo.
- Accionamiento manual y enclavamiento en la posición de abierto.
- Se presentara de forma de botón pulsador tipo como un hongo, el color será de tipo rojo y en el fondo un círculo es de color amarillo.
- El material de la parte mecánica será de material Polietileno de alta densidad ya que es un plástico que soporta altos niveles de calor e impacto físico, y la parte de los contactos serán de cobre.
- Contacto: NC
- Corriente 10 A

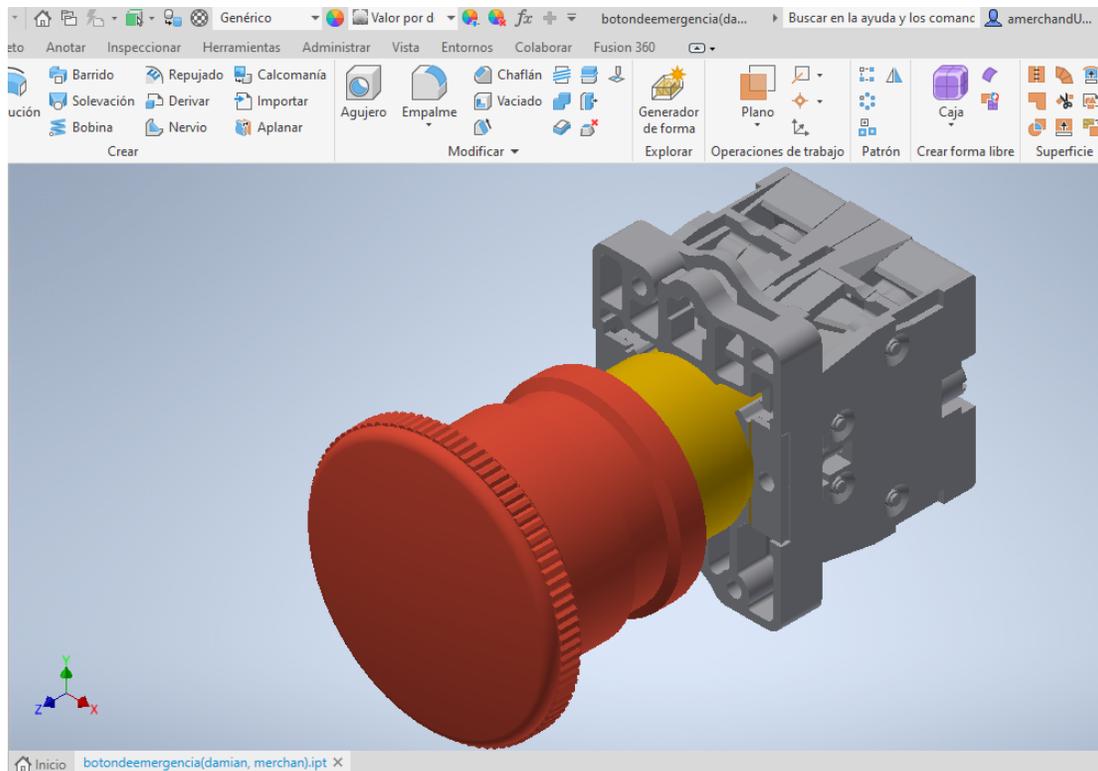
“Los contactos del botón de emergencia estan a obligación de ser positivos y completamente apartados, donde el positivo denotan que que el bloque de contacto está sólidamente conectado al cable del interruptor y completamente apartado, lo que da a entender que el interruptor unicamente puede tener dos posiciones de operación fijas (abierto o cerrado)”, de acuerdo a Granda (2018).

2.11.2. Diseño de Botón de Emergencia

El botón se desarrolló en Inventor, un completo software de diseño electrónico con captura avanzada de circuitos, simulación híbrida basada en Spice (analógica y digital), diseño de componentes y enrutamiento automático a la placa de circuito impreso. El botón de emergencia diseñado cuando se implemente la interrupción principal del módulo de alarma contra incendios deberá cumplir con las características descritas para su diseño. A continuación se presenta la animación en 3D del diseño del botón de emergencia realizado en Inventor. Los planos y vistas detalladas del diseño se adjuntan en la parte de ANEXO 1.

Figura 42

Botón de Emergencia en Inventor.



Nota: Se observa el diseño del botón de emergencia diseñado en Inventor. Autor (2022).

3. CAPITULO 3: CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

Posterior al diseño de los circuitos de mando y programación de la unidad de procesamiento, procedemos a la construcción del módulo de alarma contra incendios, con una unidad de control donde se encuentra la unidad de procesamiento y sus circuitos de potencia y control los cuales estarán dentro de una placa electrónica diseñada anteriormente, y sus componentes externos como los que nos ayudaran a la adquisición de datos como son los sensores y la conexión de actuadores como las sirenas y luces estroboscópicas.

3.1. Definir el propósito del prototipo

En la actualidad, el diseño y la construcción de equipos de protección contra incendios en edificios privados, como las universidades, están normalizados sobre la base de las normas revisadas de la Asociación de Protección contra Incendios (es decir, la NFPA). En la Universidad Politécnica Salesiana con sede en Cuenca, se dispone desarrollar un prototipo de módulo de alarma contra incendio donde la tarjeta electrónica que contenga una capacidad suficiente para llevar al módulo a un funcionamiento correcto y continuo. El propósito de este prototipo de módulo es el de mejorar y actualizar el sistema de alarma contra incendios, dentro de los establecimiento y áreas de la UPS, con el fin de tener una prevención y protección contra incendios.

3.2. Determinación del nivel de ajuste del prototipo.

El objetivo de este prototipo es desarrollar una alternativa a los procedimientos de prevención y detección de incendios que se utilizan actualmente en la Universidad Politécnica Salesiana.

3.2.1. Problemática

No cabe duda de que los problemas de incendios en las universidades son una de las mayores causas de pérdidas económicas y un riesgo potencial para el personal universitario y los visitantes. Un ejemplo de esto es el incremento de los incendios en fábricas y algunos centros comerciales e instituciones públicas o privadas forestales en el Ecuador, por lo tanto, se propone construir un prototipo de sistema de alarma de incendios con un sistema de control y supervisión mediante Node-RED para la detección y el aviso de incendios.

3.2.2. Ampliación del módulo

Así como también se indaga sobre la posibilidad de hacer una ampliación de módulos contraincendios para lo cual se tomarán en cuenta causal es el número de entradas y también las salidas de sensores, actuadores que se colocarán dentro de zonas desprotegidas en la Universidad. Se analizó la posibilidad de distribuir la red de sensores por la instalación y su posible impacto en la comunicación interna del prototipo. Se tuvieron en cuenta los factores que podían dificultar el desarrollo del prototipo, como garantizar una comunicación fiable entre los transmisores y los receptores a través de una red inalámbrica wifi o Ethernet, y las condiciones climatológicas.

3.2.3. Prototipo físico

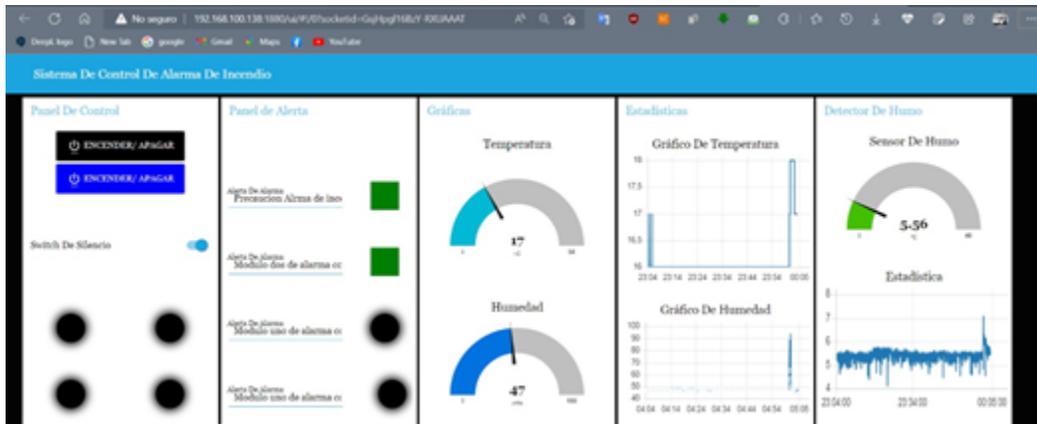
Se desarrolló en primer lugar el prototipo físico como el sistema de monitoreo y control basado en el lenguaje de programación de JavaScript mediante Node red y Python, se implementaron librerías de los sensor de temperatura DHT 11 y además se realizó la comunicación mediante un bróker Mqtt con el ESP8266 para el detector de humo MQ2, además se implemento bases de datos relacionales y no relacionales implementadas para almacenamiento usando nodos Chart, de la información sensada por los sensores de humo y temperatura, también se utilizó el nodo notificación el cual permite realizar notificación al centro de monitoreo sobre las mediciones recolectadas por los sensores y el estado de ellos pulsantes manuales, se desarrolló el dashboard que mediante la dirección ip asignada al Raspberry PI dentro de una red local se puede acceder en teléfonos inteligentes que cuenten con el sistema operativo Android desde la versión 6.0.

3.2.4. Plataforma Web

Lo cual integrara la plataforma web desarrollada en el Dashboard de Node-RED, se muestran los gráficos y estadísticas de los permitiendo para tener una mejor visualización que conlleva distribución estaciones de monitoreo dentro de la zona asignada.

Figura 43

Interfaz de Página Web.



Nota: Se puede observar la interfaz de la pagina web con eul usuario realizada en Node-RED mediante un dashborad. Autor (2022).

3.3. Elementos a usar en la construcción del Prototipo

Los componentes a usar para la construcción del prototipo son:

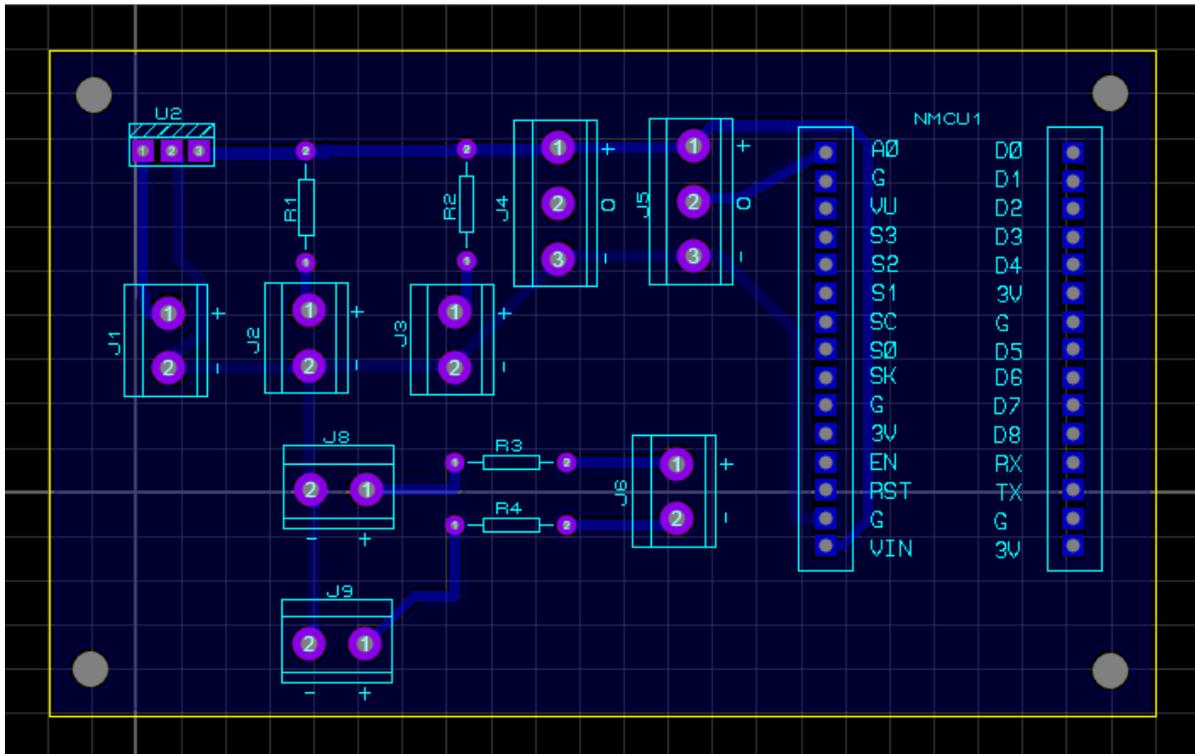
- Raspberry Pi 3.
- ESP8266
- 2 Resistencias de $10K\Omega$
- 2 Resistencias de 330Ω
- Convertidor 7805
- Zumbador
- Luces LED'S de alto brillo
- Gabinete de metal 200x200 mm
- 6 borneras de 2 pines y 2 borneras de 3 pines

3.4. Diseño e Impresión de Placa PCB

Luego del diseño esquemático del circuito que servira como control del módulo de alarma contra incendios se procede a realizar el mismo diseño pero de tipo PCB para la impresión de las conexiones y pines de los componentes del circuito de control en la placa de cobre. Este diseño es realizado en el programa Proteus.

Figura 44

Diseño PCB.



Nota: Se puede observar el diseño de la tarjeta PCB, del circuito de control realizada en Proteus. Autor (2022).

3.5. Construcción de la Placa PCB

En la construcción de la placa de circuito impreso PCB de cobre, se realizaron diferentes procesos para su obtención los cuales se describen a continuación.

- Impresión de diseño PCB en papel acetato
- Recortar el contorno del circuito

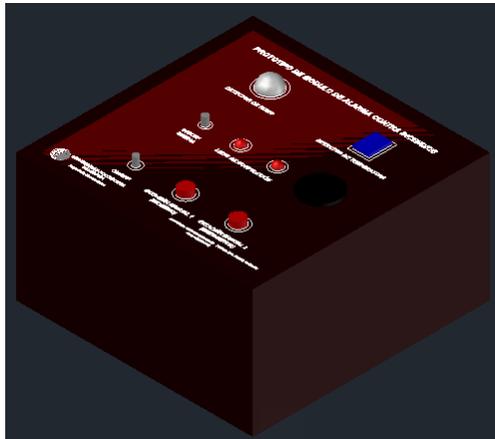
- Recortar la placa con un tamaño levemente grande al del circuito recortado del acetato.
- Planchado de la hoja de acetato en la placa de cobre, una vez que se haya copiado el circuito del acetato en la placa retirar la hoja.
- Preparar la solución del líquido relevante cloruro férrico en un recipiente (usar guantes y mascarilla)
- Colocar la placa de cobre en el líquido revelador, y mover el recipiente hasta que el cobre de la placa PCB se haya quitado y solo quede las rutas de las conexiones del circuito.
- Lavar y secar bien la placa ya revelada.
- Verificar que todas las rutas y conexiones están correctamente reveladas.
- Hacer puntos en en los centros de las rutas de la placa con un punteador de acero para el proceso del taladrado
- Colocar los elementos en la placa y soldar los pines de los componentes.

3.6. Ensamblaje del módulo de alarma contra incendios

El ensamblaje se realiza en un gabinete eléctrico con dimensiones de 200 x 200 mm el cual en su interior contiene las placas electrónicas y la unidad que se encarga procesamiento del sistema. En la parte frontal se coloca las estaciones manuales (pulsantes de incendio pulsante de emergencia), los dipswitch de ON/OFF del sistema y la sirena, sensores (MQ2 y DTH11) y actuadores (zumbador y luces LED). Esta disposición se muestra ilustrada en la siguiente Figura 46.

Figura 45

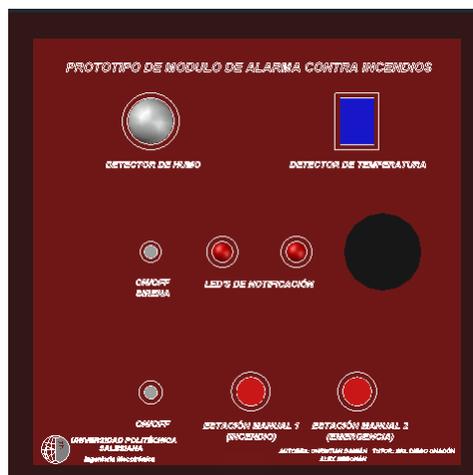
Módulo contra incendios.



Nota: Se puede observar el ensamblaje de los diferentes componentes en la parte frontal del módulo. Autor (2022).

Figura 46

Módulo contra incendios.



Nota: Se puede observar el ensamblaje de los diferentes componentes en la parte frontal del módulo. Autor (2022).

El cableado para las conexiones de los componentes como las estaciones manuales, sensores y actuadores con la unidad de procesamiento se utilizó cableado anti flama y canaletas de acuerdo al código NFPA.

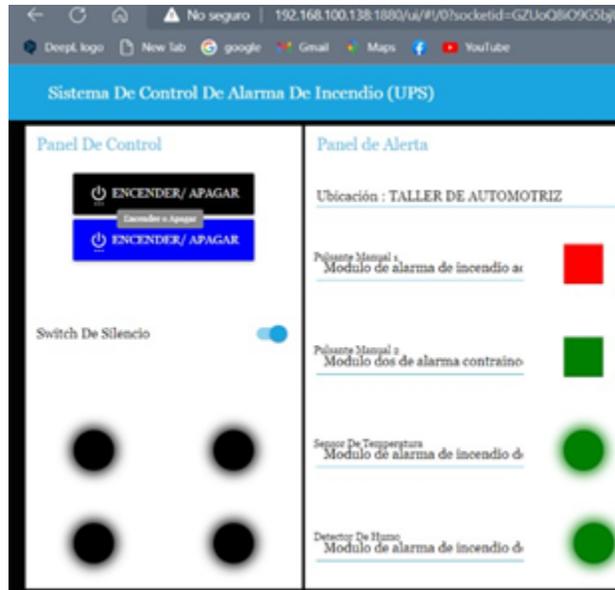
3.7. Análisis y Resultados

Al finalizar la construcción del prototipo de alarma contra incendios, realizado diferentes pruebas para comprobar el funcionamiento tanto de la parte eléctrica, electrónica y del software, y estos resultados se visualizan en la interfaz con el usuario. El modulo registra en una unidad de procesamiento de los datos como el estado que contiene estaciones como manuales y sensores de temperatura y humo para generar todas las gráficas de monitoreo que visualizara el personal técnico de la UPS.

Las estaciones manuales envían valores de 0 y 1, si al pulsar esta en 0 se activa el módulo, enviando estos valores a la unidad de procesamiento para luego mediante programación en python y Node-RED activar la sirena y notificando en la página Web. En la Figura 41 y 42 se muestra el correcto funcionamiento de las estaciones manuales al ser activadas.

Figura 47

Estado de las estación manuales.



Nota: Se puede observar el estado de las estaciones manuales en las pruebas de funcionamiento del módulo. Autor (2022).

El sensor de temperatura se activa al leer un valor más de 30 grados por la noche debido a la situación geográfica ya que la Universidad Politécnica Salesiana está ubicada en la ciudad de Cuenca y región de la sierra donde llegar a esa temperatura no sería normal, para las pruebas se configuro con una temperatura de 24° C. que al activarse envían datos de temperatura a la unidad de procesamiento para luego mediante programación en python y

Node-RED activar la sirena y notificar en la página web donde se puede también observar en una gráfica el registro del comportamiento del detector de temperatura.

Figura 48

Estado del detector de temperatura en el dashboard.



Nota: Se puede observar el estado del sensor de temperatura en las pruebas de funcionamiento del módulo. Autor (2022).

El sensor de humo se activa al detectar esta sustancia de manera análoga, al activarse envían datos de humo a la unidad de procesamiento la cual es una protocolo MQTT entre el Raspberry Pi y ESP8266 para luego mediante programación en python y Node-RED activar la sirena y notificar en la página web donde se puede también observar en una gráfica el registro del comportamiento del detector de humo.

Figura 49

Estado del detector de humo en el dashboard.



Nota: Se puede observar el estado del sensor de humo en las pruebas de funcionamiento del módulo. Autor (2022).

4. Conclusiones

En el trabajo realizado se concluyó que el nivel de aproximación del prototipo acorde a un sistema de alarma contra incendioses elevado ya que al tratarse de un sistema que funcione como detección y aviso de incendios acorde a los protocolos de comunicación vía Wi-Fi y Ethernet, pero los costos asociados al mismo y al internet de las cosas aún están lejanas.

La planeación y desarrollo de prototipos fue de gran ayuda para desarrollar y construir el prototipo de una forma ídnea de acuerdo a las actividades y procesos a seguir en las fechas establecidas, y los mismos que aportaron para tener un producto final que cumpla con las necesidades de funcionamiento ya establecidas.

La programación para el funcionamiento del prototipo se realizó en Node-RED, por la razón que es de código abierto y mantenido por IBM, también se puede instalar en cualquier sistema operativo, incluido Raspbian para Raspberry Pi lo cual era ideal para el funcionamiento que requería el módulo de alarma contra incendios. El tiempo de respuesta para enviar un mensaje o una acción y recibirlos es cada 0,3 segundos para el caso botones manuales, para la cuestión de sensores de temperatura se configuró en intervalos de 1 segundo.

Se consiguió configurar un nodo de entrada para la suscripción al topic como sensor de humo/gas donde se envió los mensajes de por parte del sensor MQ- 2 desde Arduino o ESP8266 y el tiempo de envío de datos es cada 3 segundos. De igual forma, la lógica es muy sencilla más allá de las características que debe tener en relación con el protocolo, lo cual se necesitó instalar el corredor mosquito MQTT. Esto nos permitirá comunicarnos con Node-RED de una forma muy sencilla con ESP.

5. Recomendaciones

El personal técnico de la Universidad Politécnica Salesiana se le recomienda que habitualmente se inspeccione la conexión Wi-Fi de la institución, ya que este recurso es muy importante para una la correcta comunicación entre el sistema de alarma contra incendios y la interfaz de usuario, debido a que la unidad de procesamiento para enviar datos de los dispositivos iniciadores a la pagina web requiere de servicio de Internet (Wi-fi). En caso de no tener una buena señal de Wi-Fi se puede utilizar una comunicación mediante cable Ethernet.

Este prototipo de módulo de alarma contra incendios queda abierto para futuras investigaciones, ya que se uso un código de programación abierto donde se puede seguir innovando y aportando nuevas ideas. Es muy viable seguir integrando más dispositivos de seguridad contra incendios, ya que la unidad de procesamiento utilizada es de gran capacidad a pesar de que no es tan costosa.

Se recomienda estar al tanto del código NFPA-72, ya que para poder realizar un tipo de diseño y también implementación de este tipo de sistemas, ya que la onjetivo de este código es instaurar los niveles como un desempeño requerido, la extensión de las redundancias, además la calidad de las instalaciones.

Se sugiere que si se llega a utilizar otros dispositivos iniciadores que no estan mencionados en este documento es necesario examinar cada una de sus características como técnicas y de trabajo, para poder determinar si se pueden implementar correctamente y sin falacias con las unidades de procesamiento propuestas en el presente proyecto.

En caso de que se vaya usar Node-RED para la programación de sensores, asegurarse que este tenga las librerías en vigencia ya que muchas veces estas librerías dejan de funcionar y se vuelven obsoletas, a la final no se logra comunicar con estos dispositivos iniciadores.

Referencias

Valiente Lerma, A. J. (2019). Alarma para el hogar basada en Raspberry Pi (Doctoral dissertation).

Huertas Vargas, C. A., Ruiz Aldana, G. R. (2017). Crear una empresa de servicio técnico en sistemas de seguridad electrónica para la ciudad de Bogotá.

Price, Peter (3 de junio de 2011). «Can a £15 computer solve the programming gap?». BBC Click. Consultado el 25 de noviembre de 2021.

Raspberry Pi Foundation. (2012).

Solectro (16 de septiembre del 2020). Curso de Raspberry Pi desde cero.

FEVOX. (s. f.). Componentes del Sistema de Detección de Incendios. Recuperado 18 de diciembre de 2021, de <https://www.fevox.co/solution/componentes-deteccion-de-incendios/>

Seguridad Montero. (s. f.). Alarmas de Incendio e Intrusión. Recuperado 18 de diciembre de 2021, de <http://www.seguridadmonterocr.com>

Raza Ibarra, L.N. (2009). Repositorio Digital EPN.

AENOR (2014). UNE 23007-14:2014 - Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.

Rechner Sensors. (s. f.). El sensor de temperatura. Recuperado 19 de diciembre de 2021 de <https://www.rechner-sensors.com/es/documentacion/knowledge/el-sensor-de-temperatura>

Knowlton, Jim (2009). Python. tr: Fernández Vélez, María Jesús (1 edición).

Anaya Multimedia-Anaya Interactiva. ISBN 978-84-415-2513-9.

FIRE-LITE ALARMS; “The SLC Manual”. Document 51309. 2005

Naylamp Mechatronics. (s. f.). Sensor De Temperatura Analógico Lm35. Recupera-

do 19 de diciembre de 2021 de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/234-sensor-de-temperatura-analogico-lm35.html>

IMPORMEL. (2020). Sensor Detector De Humo Y Calor Bosch Bosh D273 Analogo. Recuperado 27 de junio de 2022 de <http://impormel.com/domotica/1271-sensor-detector-de-humo-y-calor-bosch-bosh-d273-analogo.html>

IMPORMEL. (2020). Sirena Estroboscopica Contra Incendios Alámbrica Luz Estrobo. Recuperado 27 de junio de 2022 de <http://impormel.com/domotica/1800-sirena-estroboscopica-contra-incendios-alambrica-luz-estrobo.html>

Granda, E. J. (2018). Dispositivos de paradas de emergencia. Recuperado el 27 de junio de 2022 de https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie332_granda_dispositivos.pdf

Aprendiendo Arduino Blog. (2020). Que es Node-RED. Recuperado el 27 de junio de 2022 de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/mensaje-node-red/>

Aprendiendo Arduino Blog. (2021). Práctica 4: Instalar, Configurar y Securizar Mosquitto y Node-RED en Raspberry Pi.

Python. (2022). Python. Recuperado el 27 de junio de 2022 de <https://www.python.org/>

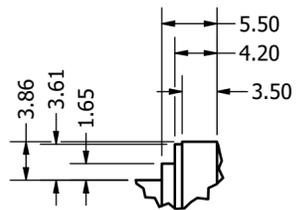
Node-RED. (2022). Node -RED. Recuperado el 27 de junio de 2022 de <https://nodered.org/>

National Fire Protection Association. (1996). Código Nacional de Alarmas de Incendios. Traducido y editado en español bajo licencia de la NFPA, por el Instituto Argentino de Normalización.

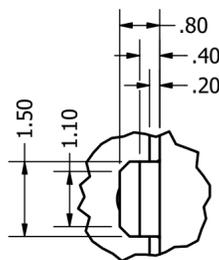
Electronics Ecuador. (2021). ESP8266.

ANEXOS

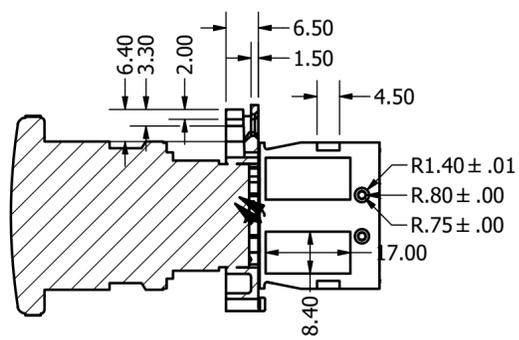
ANEXO 1



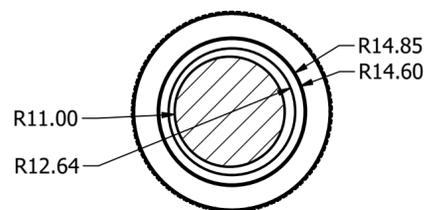
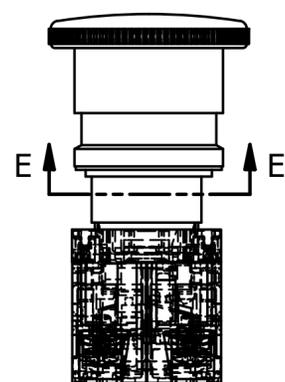
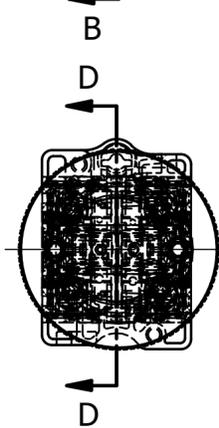
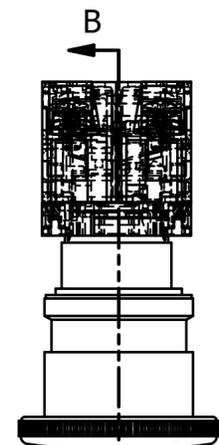
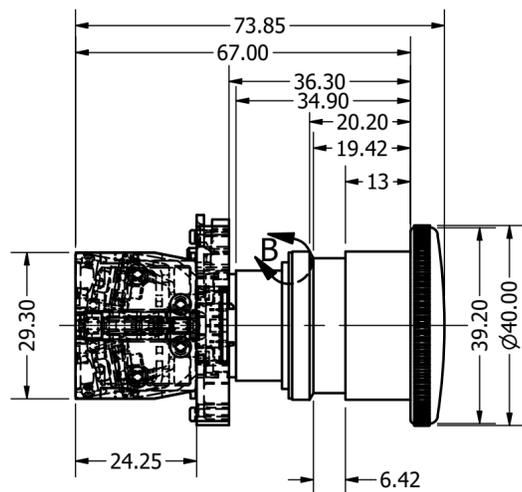
DETALLE B
ESCALA 2 : 1



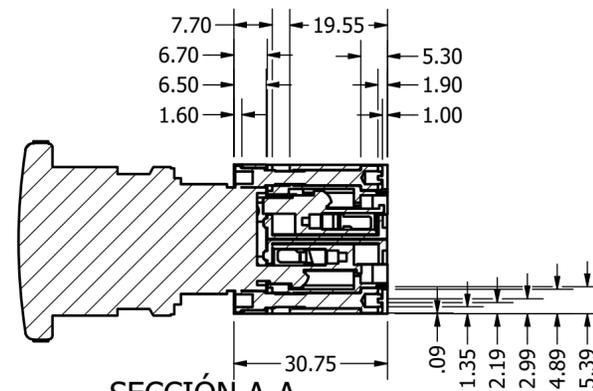
DETALLE A
ESCALA 10 : 1



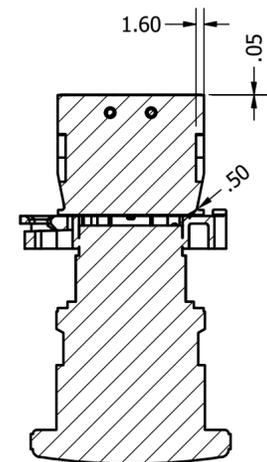
SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 1



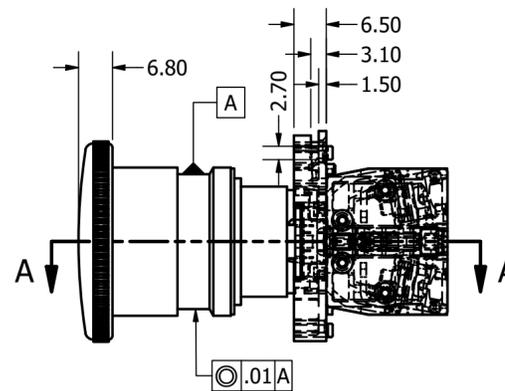
SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Botón de paro de Emergencia	

DIBUJADO POR: DAMIAN, MERCHAN	05/07/2022	TITULO		
REVISADO POR: ING. DIEGO CHACON	22/07/2022			
INGENIERÍA MECATRONICA		PULSANTE DE PARO EMERGENCIA		
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
APROBADO POR: ING. DIEGO CHACON	28/07/2022	FORMATO A2	LAMINA NUMERO 1	REV
		ESCALA 1 : 1	SHEET 1 OF 1	