

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALARMA PARA DETECCIÓN DE INCENDIOS, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO EL OLIVO

Trabajo de grado presentado ante la Universidad Técnica del Norte previo a la obtención del título de grado de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

Autor

Oswaldo Gabriel Chugá Meneses

Director:

PhD. Gerardo Isaías Collaguazo Galeano

Ibarra-Ecuador
Abril, 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040189358-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chugá Meneses Oswaldo Gabriel		
DIRECCIÓN:	Calle Dr. Cristóbal Tobar Subía y Gral. José Córdova		
EMAIL:	ogcuhga@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2953-560	TELÉFONO MÓVIL:	0990762078

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Implementación de un sistema de alarma para detección incendios, en el edificio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en el Campus Universitario el Olivo
AUTOR (ES):	Oswaldo Chugá
FECHA: DD/MM/AAAA	22/04/2019
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
ASESOR /DIRECTOR:	PhD. Gerardo Collaguazo

1. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de abril de 2019.

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Oswaldo Chugá



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Chugá Meneses Oswaldo Gabriel, con cédula de identidad N°. 040189358-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de autoría; y que este no ha sido previamente presentado en ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de la Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 22 de abril de 2019.

Chugá Meneses Oswaldo Gabriel

C.I.: 040189358-1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

Que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico con el tema: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALARMA PARA DETECCIÓN INCENDIOS, EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO EL OLIVO, ha sido desarrollado y terminado en su totalidad por el Sr. Chugá Meneses Oswaldo Gabriel, con cédula de identidad: 040189358-1, bajo mi supervisión para lo cual firmo en constancia.

PhD Gerardo Collaguazo.

DIRECTOR (A)

Dedicatoria

Deseo agradecer de todo corazón por el presente trabajo a mis padres quienes han sido pilar fundamental y siempre han deseado lo mejor para mi futuro en lo personal y profesional, me ayudaron a superar todas las dificultades de una manera firme, perseverante y a la vez sencilla.

A mi familia.

Mi padre Oswaldo, a ti mamá Carmen y a mis hermanos Ricardo, Anita, Jhonny, quienes son motor de mi existencia gracias por su amor incondicional, apoyo, paciencia, entrega y sacrificios.

Agradecimiento

La gratitud es la virtud más elevada del espíritu, por ello, mi especial agradecimiento:

Quiero aprovechar estas líneas para mostrar mis más sinceros agradecimientos a la prestigiosa Universidad Técnica del Norte, por haberme acogido y ayudado en mis estudios profesionales y en mi formación tanto personal como intelectual, sin olvidar a todas las personas que me han brindado su apoyo y han contribuido con su rigor profesional para la realización del presente trabajo de grado.

A mi Director de Tesis:

PhD. Gerardo Collaguazo por ser un excelente director y gran persona, es para mí un privilegio haber contado con su asesoramiento para el presente trabajo de grado.

A mis maestros:

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico por haber contribuido a mi formación académica durante todos estos años.

Índice de Contenido

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	II
DECLARACIÓN.....	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de Contenido.....	VII
Índice de Figuras.....	XI
Índice de Tablas.....	XIII
Resumen.....	XIV
Abstract.....	XV
Introducción.....	XVI
Antecedentes.....	XVI
Planteamiento del Problema.....	XVII
Formulación del Problema.....	XVII
Delimitación.....	XVII
Temporal.....	XVII
Espacial.....	XVII
Objetivos.....	XVIII
Objetivo General.....	XVIII
Objetivos Específicos.....	XVIII
Justificación del Proyecto.....	XVIII

Capítulo 1

Marco Teórico.....	20
1.1. Aspectos Legales.....	20
1.2. Riesgos de incendios.....	20
1.2.1. Clasificación de los riesgos para incendios.....	20
1.3. Sistemas contra incendios.....	22

1.3.1.	Sistema de detección.....	23
1.3.1.1.	Detector automático.....	23
1.3.1.2.	Detector manual.....	24
1.3.2.	Sistema de Alarma.....	25
1.3.2.1.	Alarma Acústica.....	25
1.3.2.2.	Alarma Óptica.....	25
1.3.2.3.	Alarma por notificación textual.....	26
1.3.3.	Central de detección.....	27
1.3.3.1.	Tipos de centrales de detección.....	27
1.3.3.2.	El microcontrolador.....	28
1.3.3.3.	Field-programable gate array (FPGA).....	28
1.3.4.	Sistema de monitoreo.....	29
1.3.5.	Sistemas Actuadores.....	29
1.3.5.1.	Sistemas de extinción automática.....	29
1.3.5.2.	Sistema de control de humo.....	30
1.3.5.3.	Parada de ventilación.....	30
1.3.5.4.	Cierre de puertas y compuertas.....	32

Capítulo 2

Desarrollo.....	34	
2.1.	Sistemas de detección de incendios.....	34
2.2.	Análisis de la FPGA de National Instruments Ni myRIO.....	35
2.3.	Diseño del sistema contra incendios.....	36
2.4.	Selección de dispositivos para el diseño del sistema de detección de incendios.....	37
2.4.1.	Dispositivo detector de humo.....	38
2.4.1.1.	Sensor de humo.....	38
2.4.1.2.	Microcontrolador.....	40
2.4.1.3.	Módulo de comunicación.....	41
2.4.2.	Central de control.....	42
2.4.3.	Alarma.....	45
2.4.3.1.	Alarma acústica.....	45
2.4.3.2.	Alarma de mensajería.....	45
2.4.4.	Interfaz de usuario.....	47
2.4.4.1.	Parámetros de configuración.....	48
2.4.1.2	Dispositivos registrados.....	49

Nombres: muestra el nombre que se le ha asignado a cada dispositivo.	49
2.5. Desarrollo del programa de control.....	50
2.5.1. Configuración y programación del detector de humo inalámbrico.....	50
2.5.1.1. Configuración del módulo XBee Pro S1.....	51
2.5.2.2. Programación de la tarjeta Arduino	52
2.5.2. Configuración y programación de la central de detección.....	53
2.5.2.1. Inicialización del sistema	54
2.5.2.2. Proceso principal del sistema de incendio	55
2.5.2.3. Parámetros de configuración	57
2.5.2.4. Habilitación de dispositivo	57
2.5.2.5. Detención del sistema	58
2.6. Configuración y programación de la alarma de mensajes	58
2.7. Implementación del sistema de detección de incendios	59
2.7.1. Diagrama eléctrico unifilar	60
2.7.2. Instalación de fuentes de alimentación.....	60
2.7.3. Instalación de dispositivos detectores de humo.....	61
2.7.4. Montaje del módulo de control.....	61
2.8. Comparación de sistemas comerciales y el propuesto	61
2.8.1. Análisis de costos entre sistemas comerciales y el propuesto.....	62
2.9. Pruebas.....	64
2.9.1. Prueba de recepción de datos.....	64
2.9.2. Prueba de Alarma	64

Capítulo 3

Resultados.....	66
3.1 Panel de control.....	66
3.2. Proceso de instalación.	67
3.3. Pruebas de comunicación	68
3.4. Batería de respaldo.....	69
3.5. Respuesta de alarma de mensajes	69
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Glosario	73

Referencias.....	75
Anexos.....	79

Índice de Figuras

Fig. 1.1 Sistema de detección de incendios	23
Fig. 1.2. Ubicación del pulsador	24
Fig.1.3. Alarma por notificación textual	26
Fig. 1.4. Ventilación forzada con extracción mecánica	31
Fig. 1.5. Ventilación forzada con admisión mecánica	32
Fig.1.6. Ventilación forzada con impulsión – extracción mecánica	32
Fig. 2.1. Infraestructura y distribución de los equipos del sistema de detección de incendios.	37
Fig. 2.2. Esquema del sistema de detección de incendios	38
Fig. 2.3. Diseño de detector de humo	38
Fig. 2.4. Sensor de humo MQ-7	39
Fig. 2.4. Placa arduino pro mini.....	40
Fig. 2.5. Módulo de comunicación XBee PRO S1	41
Fig. 2.7. Dispositivo Ni myRIO 1900.....	43
Fig. 2.8. Señales primarias / secundarias en los conectores A y B	43
Fig. 2.9. Motor sirena MS-290.....	45
Fig. 2.10. Modulo GPRS SIM900	46
Fig. 2.11. Panel de control del sistema de detección de incendios.....	47
Fig. 2.12. Esquema del edificio a implementar los dispositivos detectores de humo	47
Fig. 2.13. Referencia.....	48
Fig. 2.14. Tiempo de retraso	48
Fig. 2.15. Enviar.....	48
Fig. 2.16. Modo manual/automático	49
Fig. 2.17. Apagado del sistema.....	49
Fig. 2.18. Referencia.....	49
Fig. 2.19. Diagrama de bloques del sistema de detección de incendios.....	50
Fig. 2.20. Topología tipo estrella, protocolo IEEE 802.15.4.....	51

Fig. 2.21. Software de programación XCTU.....	51
Fig. 2.22. Diagrama de flujo para el dispositivo detector de humo	52
Fig. 2.23. Detector de humo inalámbrico.....	53
Fig. 2.24. Bloque de inicialización del sistema	54
Fig. 2.25. Tiempo de espera para estabilización	54
Fig. 2.26. Eliminación de datos	54
Fig. 2.27. Recepción de datos.....	55
Fig. 2.28. Comprobación de datos en el puerto serial	55
Fig. 2.29. Recepción y decodificación de datos	56
Fig. 2.30. Visualización de datos en la interfaz de usuario	56
Fig. 2.31. Envío de parámetros de configuración	57
Fig. 2.32. Cambio de habilitación de dispositivo.....	57
Fig. 2.33. Detención del sistema	58
Fig. 2.34. Detención del sistema	58
Fig. 2.35. Diagrama de flujo del sistema de detección de incendios	59
Fig. 2.36. Detectores de humo y módulo de control	60
Fig. 2.37. Diagrama eléctrico unifilar del sistema contra incendios	60
Fig. 2.39 Instalación de detectores de humo.....	61
Fig. 2.40 Montaje del módulo de control	61
Fig. 2.41 Recepción de datos enviados por los detectores de humo.....	64
Fig. 2.42. Interfaz de usuario mostrando el estado de alarma de los detectores de humo.	65
Fig. 3.1 Partes del panel de control.....	67
Fig. 3.2 Sensor 1 instalado en los cubículos docentes.....	67
Fig. 3.3 Recepción de datos desde los detectores de humo hacia la central.....	68
Fig. 3.4. Configuración y prueba de alarma del sistema de detección de incendios	68
Fig. 3.9 Interfaz de usuario mostrando plano arquitectónico de CIELE	69
Fig. 3.10. Recepción de mensajes de alarma	70

Índice de Tablas

tabla 1.1. Clasificación de los riesgos para incendios norma NFPA 704	22
Tabla 1.2. Riesgo de inflamabilidad	22
Tabla 1.3. Peligro de reactividad	22
Tabla 1.4. Riesgo de salud	23
Tabla 1.5. Tecnologías de centrales de detección	28
Tabla 2.1. Tecnologías de sistemas de detección de incendios	35
Tabla 2.2. Análisis de Field-Programable Gate Array (FPGA).....	36
Tabla 2.3. Sensores de detección de humo	40
Tabla 2.4. Características del sensor MQ-7	40
Tabla 2.5. Placa de arduino	41
Tabla 2.6. Características del módulo XBee	42
Tabla 2.7. Características de Ni myRIO 1900	45
Tabla 2.8. Características de sirena MS-290	46
Tabla 2.9. Características del módulo GPRS SIM900	47
Tabla 2.10. Descripción y ubicación del vector de recepción de arduino	50
Tabla 2.11. Identificadores de aula	58
Tabla 2.12. Comparación de sistemas comerciales y el propuesto	63
Tabla 3.1. Características generales de los dispositivos	66

Resumen

Los sistemas de alarma son indispensables para poder detectar los inicios de incendios a tiempo y así salvaguardar las vidas humanas y reducir las pérdidas económicas que se puedan ocasionar en caso de que el incendio se salga de control, ante este concepto se plantea el presente trabajo el cual pretende implementar un sistema de alarma para detección de incendios en el edificio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en el Campus Universitario El Olivo, para poder efectuar el sistema de alarma se usara Field Programmable Gate Array (FPGA) de National Instruments (Ni) myRIO este hardware manejará las entradas y salidas de las activaciones de alarmas, este sistema es muy versátil debido a que posee tanto entradas, salidas analógicas, conexión inalámbricas mediante wifi y otras características que se adaptan al presente proyecto. Para complementar el sistema se utilizará el sistema de mensajería utilizando el módulo GPRS SIM900 el cual funciona de manera similar a las redes de teléfono, este sistema enviará y realizará llamadas en caso de presentarse un conato de incendio, la interfaz de usuario a usar fue diseñada mediante el software Labview el cual es utilizado para poder ejecutar este tipo de sistema de manera comercial.

Palabras claves: Sistema; alarma; incendio; prevención; mensajes; FPGA

Abstract

Alarms systems are indispensable to detect beginning fires and thus safeguard human lives and reduce economic losses that may result if the fire gets out of control. The following work aims to implement an alarm system for of fire into the building of electrical maintenance at the University Campus “El Olivo” to make the alarm system was used field programmable Gate (FPGA) of National Instruments Ni mi Rio. This hardware will handle the inputs and outputs of alarm activations this system is very versatile because it has inputs, analog outputs, wireless connection via Wi-Fi and other features that adapt to this project.

To complement the system will be used the GPRS SIM900 module which works similarly to telephone networks this sends and make calls in the event of an outbreak of fire. The user interface to be used was designed based on Labview software that is used to run this type of system in a commercial way.

Keywords: System, alarm, fire, prevention, messages, FPGA.

Introducción

Antecedentes

En el año 64 después de Cristo DC, en Roma, el emperador Neón; determinó cierto requerimiento para la utilización de materiales que sean a prueba de fuego, con el objetivo de reconstruir la ciudad. Se reconoce como el primer ejemplo que se ha registrado con gran utilidad para la ciencia e ingeniería para la protección contra los incendios. (Sánchez, 2014)

Durante el siglo XIX, muchos de los avances en la ingeniería de protección contra incendios fueron provocados por la influencia de la industria del seguro y el deseo de minimizar las pérdidas de seguros de propiedad. (Martín, 2015)

La implementación del sistema de alarma y detección de incendio lleva más de un siglo desarrollándose, tiene el principal propósito de detectar a tiempo condiciones de peligro que se susciten, con notificación inmediata ante posibles y potenciales sucesos o situaciones de incendio. Las medidas de acción a utilizar servirán para precautelar, evitar y disminuir las muertes o pérdidas económicas causante del incendio. La evolución constante de los sistemas de alarma contra los incendios, se divisa ante el control, comunicación, eficiencia, integridad. Los sistemas de alarmas contra incendio han evolucionado conjuntamente con el campo de la electrónica en lo referente a control y comunicación logrando sistemas más eficientes y mejorando la seguridad. (Velasco, 2015)

La utilización de sensores, actuadores y hardware han hecho que hoy en día brinden una mayor seguridad y abarque grandes áreas sin la necesidad del extenso cableado que se hacían en tiempos atrás. Hoy en día la comunicación mediante el uso de red inalámbrica brinda una mayor facilidad para su instalación al igual que en la adquisición de datos.

En el sector norte del Ecuador, específicamente en la provincia de Imbabura, se encuentra ubicada la Universidad Técnica del Norte, entidad pública de Educación Superior con más de 8000 estudiantes, concurrida por los habitantes de la Zona 1 que necesitan sus prestaciones. Para lo cual es necesario que este centro de Educación Superior posea un servicio de calidad. Uno de los mejores servicios que puede prestar este centro de Educación Superior es la seguridad a todas las personas que a diario transitan dentro de las instalaciones de la Universidad, por esta razón un sistema de alarma de detección de incendios brindará un mejor servicio de seguridad a las personas que se encuentran dentro del Campus Universitario. De tal forma que, la alerta temprana funciona como una plataforma para disminuir riesgos y consecuencias catastróficas que se susciten en un incendio.

Planteamiento del Problema

Los sistemas de detección y alarma contra incendios se encuentran clasificados como una protección pasiva, es decir, no desempeñan un rol relevante para combatir el fuego, pero son fundamentales para prevenir y disminuir los incendios y/o accidentes, propagación, alertar temprana, etc.

“El reglamento de seguridad y salud exige la instalación de Sistemas de Detección y Alarma centralizados para prácticamente todo tipo de instalación Institucional, Residencial, Comercial e Industrial” (Reglamento de seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo, 2012).

Por tal motivo al ver que las instalaciones de la carrera no cuentan con un sistema de alarmas contra incendios. Exponiendo así la seguridad de las personas, se ha considerado necesario realizar el diseño de un sistema de detección de incendios mediante el uso de Field Programmable Gate Array (FPGA) de National Instruments (Ni) myRIO, en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico del Campus Universitario El Olivo. Y así poder brindar una mayor seguridad tanto a las personas como a los bienes materiales e información que se encuentran dentro de las mismas.

Formulación del Problema

¿Cómo diseñar un sistema para la detección de incendios mediante el uso de Field Programmable Gate Array (FPGA) de National Instruments (Ni) myRIO para las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico del Campus Universitario el Olivo?

Delimitación

Temporal

El presente trabajo de grado se llevará a cabo desde el mes de noviembre del 2018 hasta el mes de marzo del 2019 de este apartado debe llenar el cronograma, conjuntamente con un asesor experto en la materia del proyecto.

Espacial

En el presente trabajo de grado se ha determinado llevarlo a cabo en las diferentes instalaciones, donde es necesario implementar este sistema y así poder dar una mayor seguridad a el laboratorio de PLCs, laboratorio de instalaciones eléctricas, laboratorio de electrónica, taller eléctrico y sala de profesores de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, del campus Universitario el Olivo de la ciudad de Ibarra, ubicado en la Avenida 17 de Julio.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema para la detección de incendios mediante el uso de Field Programmable Gate Array (FPGA) de National Instruments (Ni) myRIO para la mejora de la seguridad en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico del Campus Universitario El Olivo.

Objetivos Específicos

- Realizar una investigación sobre los sistemas de detección de incendios.
- Analizar el sistema Field programmable gate array (FPGA) de National Instruments (Ni) myRIO.
- Diseñar la lógica de funcionamiento del sistema contra incendios mediante el uso de Field programmable gate array (FPGA) de National Instruments myRIO.
- Implementar el sistema de detección de incendios en las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico del Campus Universitario El Olivo.
- Realizar un estudio de comparación entre sistemas comerciales y el propuesto.

Justificación del Proyecto

El requerimiento de implementar un sistema de alarmas contra incendios en las instalaciones del Campus Universitario El Olivo, en las aulas de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, con el propósito de disminuir y prevenir posibles daños tanto en la infraestructura y en los equipos. Por este motivo se ha visto necesario hacer el uso de un sistema de alarmas contra incendios para las instalaciones de la misma.

En la actualidad no se cuenta con un sistema de alarma para la detección de incendios que permita manejar estas actividades dentro de las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico. La implementación de este sistema permitirá un monitoreo adecuado, y el reforzamiento en el sistema de seguridad de estas instalaciones, reduciendo así la posibilidad de incendios, ya que estos podrán ser detectados y controlados oportunamente, mediante la implementación de alarmas contra incendios.

Esta propuesta de diseño permitirá a todo el Campus Universitario, contar con una herramienta importante para la detección de incendios; dando aviso mediante la activación de alarmas, en caso de la existencia de un problema real que puede suscitar en cualquier momento dentro de esta prestigiosa institución.

Con la propuesta planteada se pondrá en consideración la instalación y aplicación de un sistema de alarmas contra incendio, específicamente en las aulas de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, para así tener un nivel óptimo de seguridad en esta institución.

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1. Aspectos Legales

Para poder implementar un sistema de alarma se debe cumplir con una rigurosa legislación para esto es necesario conocer la normativa y reglamento de instalación de sistemas de detección de incendios, los cuales justifican la ejecución del mismo. Así que se partió del Reglamento de Prevención de Incendios que rige en nuestro país y de la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA), debido a que en varios de sus artículos hace referencia a la buena instalación de sistemas de prevención de incendios y así realizar un óptimo desempeño en la implementación del presente proyecto. El reglamento de prevención de incendios hace referencia a la protección de la vida y patrimonio de los ciudadanos ecuatorianos, mediante normas de protección para los centros poblados del país.

Determina que todo establecimiento de servicio al público y que implique concentración de personas, deberá contar con un sistema de alarma de incendios el cual debe poseer las mínimas disposiciones determinadas por el reglamento como un equipo de control, señalización de evacuación detectores de humo y fuente de suministro los cuales pueden ser de preferencia de activación automática (Reglamento de seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo, 2012).

En este contexto las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico están en la obligación de implementar un sistema de alarmas para la detección de incendios con el fin de minimizar el peligro que puede causar un incendio, desencadena en pérdidas de vidas humanas y cuantiosas pérdidas económicas.

1.2. Riesgos de incendios

El riesgo es la probabilidad de que generen diversos eventos los cuales pueden poner en peligro a la salud física de las personas, bienes, materiales, equipos y maquinarias. La Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA) clasifica los riesgos en físicos, químicos, biológicos, mecánicos, ergonómicos, psicosociales y accidentes mayores (Quintana & Palomino, 2013).

1.2.1. Clasificación de los riesgos para incendios.

La norma NFPA 704 brinda una división de los riesgos de acuerdo a la inflamabilidad, riesgo de reactividad y riesgo de salud, para los cuales los identifica mediante un color con la

finalidad de comunicar los riesgos de los materiales peligrosos, para poder determinar el impacto del riesgo esta norma asigna un número del 0 el cual es catalogado sin peligro al 4 el cual se identifica con peligro máximo (NFPA 704 , 2012).

TABLA 1.1.
CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS PARA INCENDIOS NORMA NFPA 704

Tipo	Definición
Riesgo de Inflamabilidad	Facilidad de entrar en combustión cada sustancia
Riesgo de reactividad (inestabilidad)	Capacidad de sustancias que liberan un tipo de energía por sí mismas o por combinación química.
Riesgos de Salud	Capacidad de un material de causar daño a la salud por medio de la inhalación, ingestión y contacto dérmico

Fuente: (NFPA 704 , 2012)

TABLA 1.2.
RIESGO DE INFLAMABILIDAD

N°	Descripción
4	Materiales que se vaporizan rápida o completamente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal y se queman fácilmente en el aire.
3	Líquidos y sólidos que pueden encenderse bajo casi cualquier temperatura Ambiente
2	Materiales que deben ser calentados moderadamente o ser expuestos a temperatura ambiente relativamente alta antes de que tenga lugar la ignición.
1	Materiales que deben ser precalentados antes que tenga lugar la ignición.0
0	Materiales que no arderán

Fuente: (NFPA 704 , 2012)

TABLA 1.3.
PELIGRO DE REACTIVIDAD

N°	Descripción
4	Materiales que son capaces de detonar fácilmente o de tener descomposición explosiva o reacciona a temperaturas o presiones normales.
3	Materiales que son capaces de tener reacción de detonación o explosión pero requieren una fuerte fuente de ignición.
2	Materiales que en si son normalmente inestables y sufren fácilmente un cambio químico violento, pero no detonan o pueden reaccionar violentamente con agua o pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua
1	Materiales que en si son normalmente estables, pero los cuales pueden hacerse inestables a temperaturas elevadas o reaccionar con agua con alguna liberación de energía, pero no violentamente.
0	Materiales que en si son normalmente estables, incluso cuando son expuestos al fuego, y que no reaccionan con agua.

Fuente: (NFPA 704 , 2012)

TABLA 1.4.
RIESGO DE SALUD

N°	Descripción
4	Materiales que en muy poco tiempo pudieran causar la muerte o daños permanentes, aunque se hubiera recibido pronta atención médica.
3	Materiales que en un corto tiempo pudieran causar daños temporales o residuales, aunque se hubiera recibido pronta atención médica.
2	Materiales que en exposición intensa o continuada pudieran causar incapacitación temporal o posibles daños residuales a menos que se dé pronta atención médica
1	Materiales que en exposición causan irritación, pero solo leves lesiones residuales, incluso si no se da tratamiento.
0	Materiales que en exposición en condiciones bajo el fuego no ofrecen peligro más allá que el de un material combustible ordinario.

Fuente: (NFPA 704 , 2012)

1.3. Sistemas contra incendios

Todo aquel bien inmueble como: edificios, fábricas, procesadoras, industrias y empresas que manejen tanto personal de trabajo, maquinarias, equipos y materiales que sean propenso a sufrir daños por la contaminación del fuego en un incendio, se ve en la obligación de instalar un sistema contra incendios el cual ayudará a (Fernandez, 2014):

- a) Cuidar la vida de las personas que se encuentren en las instalaciones
- b) Minimizar las pérdidas económicas por los daños realizados en el incendio
- c) Reanudar las actividades de la empresa en el menor tiempo posible

En la Fig. 1.1. se muestra un esquema que indica el funcionamiento de operación de un sistema de detección de incendios, donde la central de incendios recibe todas las señales de entrada de un dispositivo de detección, a la vez son interpretadas para luego enviar una salida hacia los dispositivos actuadores y de alarma.

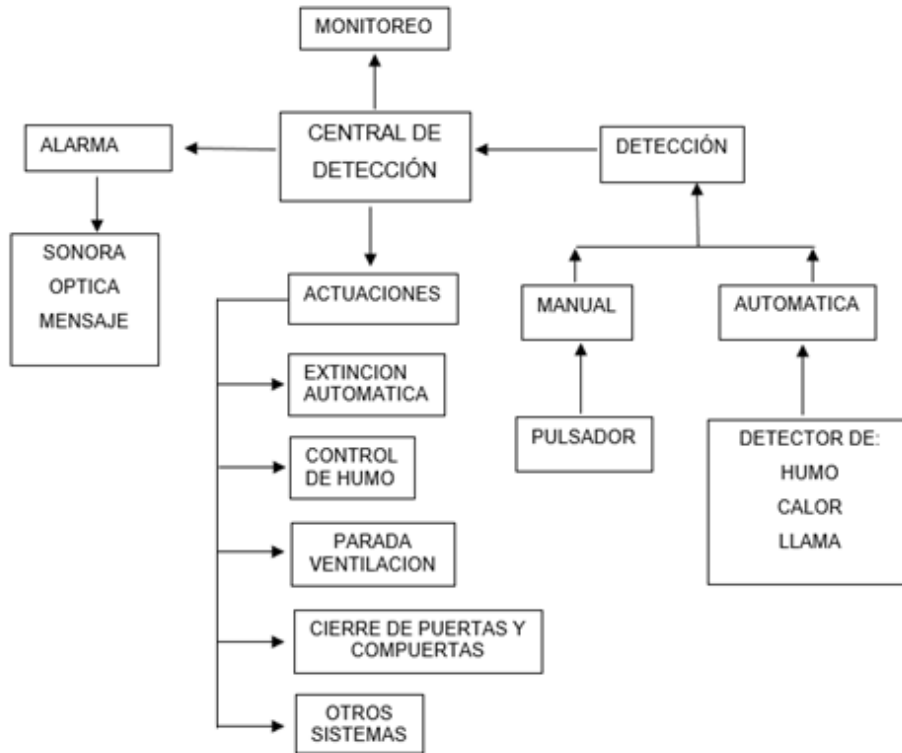


Fig. 1.1 Sistema de detección de incendios
Fuente: Adaptado por el autor de (Tecresa Protección Pasiva S.L, 2018).

1.3.1. Sistema de detección.

Son todos los dispositivos de detección que se encuentran ubicados de acuerdo con el diseño del sistema de detección de incendios. Los sistemas de detección los podemos dividir en: automático y manual donde es accionado por medio de la intervención de una persona (NFPA 72, 2019) .

1.3.1.1. Detector automático.

Son los encargados de detectar posibles manifestaciones de fuego, como el humo, gases tóxicos, temperatura y radiación elevada. El tipo de detector dependerá del material que se encuentre en la instalación. Se rige bajo la norma UNE EN 54-1 (UNE 23007 PARTE 1), contiene un sensor que se encarga de controlar de forma continua o en intervalos de tiempo cambios físicos o químicos que asocian al incendio (Esplugas, 2016).

Los detectores automáticos se clasifican de la siguiente manera (Esplugas, 2016):

- **Detector de Calor:** Poseen sensibilidad al mínimo de elevación de temperatura
 - **Termostático:** Es activado cuando la temperatura ambiente supera la cantidad límite

- **Termovelocimétrico:** Es activado cuando la velocidad ambiente supera la cantidad limite
- **Combinado:** Es la combinación de un elemento termostático y termovelocimétrico
- **Detector de Humo:** Poseen sensibilidad a partículas que se derivan de la combustión
 - **Iónico:** Se activan con aquellos productos que se derivan de la combustión sobre corriente eléctrica que se genera en una cámara de ionización.
 - **Óptico:** Se activan con aquellos productos que se derivan de la combustión sobre el oscurecimiento o luz baja, en zonas infrarroja o ultravioleta.
- **Detector de gases:** Poseen sensibilidad a productos gaseosos de la combustión
- **Detector de llamas:** Poseen sensibilidad a la radiación que emite el fuego
- **Detector multisensor:** Poseen sensibilidad a diferentes fenómenos como el calor y humo.

1.3.1.2. Detector manual.

Está constituido por un pulsador, también llamado como botón de pánico. Sirve para generar la alarma rápida de forma manual, se encuentra situados estratégicamente con el fin de facilitar el acceso a las personas que lo requieran, se encuentra situado cada 25 metros de la salida de emergencia, a lado de las escaleras (interna y externa) y a una altura del suelo de entre 1.2 metros y 1.6 metros. Debe contener letreros visibles, identificables y accesibles al personal ver Fig. 1.2. (Esplugas, 2016).



Fig. 1.2. Ubicación del pulsador
Fuente: (Esplugas, 2016)

1.3.2. Sistema de Alarma.

Tiene como objetivo principal el dar aviso de forma sonora, óptica o por medio de mensajes al suceso de un siniestro.

Los sistemas de alarmas se clasifican por (Esplugas, 2016):

- **Por su respuesta:** básicamente se direccionan según la información que proveen.
 - Alarmas conectadas a una central de monitoreo
 - Alarmas sin conexión a una central
 - Alarmas de mensajería
- **Por su instalación eléctrica:** depende de la forma de construcción e instalación, con una diferencia en la comunicación que se efectúa entre los dispositivos.
 - Alarmas cableadas
 - Alamas inalámbricas
- **Por su aplicación:** se basa en la magnitud de la infraestructura y dispositivos a utilizar para su instalación
 - Alarmas residenciales
 - Alarmas industriales

1.3.2.1. Alarma Acústica.

Este dispositivo se encarga de advertir de un posible y potencial incendio a la gente de un establecimiento o edificio. Y genera una presión acústica de 45-120 decibeles. La alarma puede ser timbre/sirena o un mensaje de voz que asegure que (Placeres, 2018) y (Vargas, 2016):

- Se genere una transmisión automática como una respuesta a señales de incendio, sin la dependencia de un vigilante.
- Proporcionar mensajes claros, breves, completos, comprensibles y grabados con anterioridad.
- La transmisión del mensaje debe contener un intervalo de tiempo de 30 segundos
- La accesibilidad de micrófonos de incendio debe ser limitada.

1.3.2.2. Alarma Óptica.

Este tipo de alarma es usado especialmente en lugares donde predominan niveles de ruidos demasiado alto en donde la presencia de una alarma acústica no tiene el efecto

deseado, la operatividad de este sistema es de tipo visual para lo cual es necesario el uso de una red de luces de emergencias. Para poder implementar este sistema la norma (EN 54 - 23, 2019) determina lo siguiente:

- **Iluminación:** La iluminación a usar en los espacios debe ser mínima de 0,4m lux, se usa este sistema en áreas de producciones donde los sonidos emitidos por los procesos de producción anulan los sistemas de las alarmas acústicas.
- **Color de luz:** Los sistemas de alarma óptica deben tener luces parpadeantes de color roja o blanca
- **Velocidad de los destellos:** La velocidad del destello debe ser de entre 0,5 y 2 Hz.
- **Volumen de cobertura:** La señalización a implementar en este tipo de sistema detallan 3 tipos de los cuales se debe implementar al menos uno, las categorías son: para montaje de techo el cual es categorizado como C, señalización para pared con identificación de la letra W, y por último la señalización con montaje de lección libre representada por la categoría O.

Para obtener un excelente funcionamiento de este sistema, la intensidad de las luces de los dispositivos de señalización debe de ser mayor a las que se emplearon anteriormente, lo cual implicará un consumo mayor de energía.

1.3.2.3. Alarma por notificación textual.

Los sistemas de alarma por notificación textual pueden ser: por teléfono, celular, mensajes de texto, correo electrónico, escritorios o visualización led, dependiendo de la configuración para la activación de alarma Fig. 1.3. El fin de la alarma es dar aviso al usuario de un suceso, un siniestro. Además de brindar la ubicación exacta del incendio brinda un mayor aporte a la seguridad del sistema ya que en caso de no existir la presencia de personas no se podrá actuar de la manera más rápida por ende generará la pérdida de bienes materiales. (Agentes x-28, 2016) y (Honeywell, 2012).



Fig.1.3. Alarma por notificación textual
Fuente: (Honeywell, 2012)

1.3.3. Central de detección.

Consiste en un tablero de control que se encarga de monitorear y registrar las señales de entrada y/o salida que componen un sistema de detección de incendios, la principal ventaja es detectar y vigilar permanente aquellas zonas inaccesibles al alcance de un humano. Y generalmente debe ser supervisado por el encargado (vigilante), aunque posee un sistema automático para programarse, están diseñadas para actuar siguiendo la normativa de incendios en Europa con la normativa EN-54 y la normativa de Estados Unidos NFPA (COFEM S.A, 2016).

Las funciones que realiza la central de detección son (COFEM S.A, 2016):

- Conexión y desconexión de la zona
- Activar y desactivar sirenas
- Temporizar el sistema de sirenas
- Vigilancia de red, entradas y salidas supervisadas

1.3.3.1. Tipos de centrales de detección.

En la Tabla 1.5 Se describen los tipos de centrales de detección de acuerdo con las tecnologías de detección que se encuentran direccionadas al tipo de riesgo, sus dimensiones y el nivel de seguridad.

TABLA 1.5.
TECNOLOGÍAS DE CENTRALES DE DETECCIÓN

Tipo	Definición
Detección de incendios convencional	El sistema de detección es limitado y debe ser distribuido por zonas que no comprendan más de una planta o sector, de manera que se pueda localizar el incendio con rapidez y seguridad
Detección de incendios convencional-direccionable	Tiene la capacidad de proteger instalaciones de tamaño medio ya que elimina los problemas de cableado de un sistema convencional, pero utilizando detectores convencionales que se convierten en direccionales al poder incluir en la base o en la cabeza captadora el sistema digital que permite su identificación individual
Detección Analógica	Se trata de la transmisión de un tren de pulsos binarios compuesto de un conjunto de bits. Los detectores pasan de ser simples relés a sensores, que valoran porcentualmente las condiciones de concentración de humo que existe en el ambiente en función del tiempo. Permite una comunicación bidireccional y en tiempo real entre la central y los componentes de la instalación accediendo a cualquier sensor y visualizar desde un display

Fuente: (Allocca, 2015)

La central de detección de incendio deberá ser del tipo inteligente donde el cerebro está constituido por uno de los siguientes dispositivos: un microprocesador, controlador lógico programable (PLC), Field-programable gate array (FPGA), otros. (Ortiz, 2017)

1.3.3.2. El microcontrolador.

Es un terminal electrónico que posee una unidad central de proceso o CPU, memoria, entradas y salidas. Está encaminado a cumplir tareas específicas, acorde a la programación que le haya sido asignada. Las características generales de un microcontrolador son:

- a) Bajo precio.
- b) Tamaño pequeño.
- c) Amplio campo aplicativo. (electrodomésticos, alarmas, autos, etc.) (Ramón, 2017)

1.3.3.3. Field-programable gate array (FPGA).

Son de carácter programable se basa en la utilización de bloques de lógica construidos previamente, tienen la habilidad de adaptarse para cualquier configuración de aplicaciones personalizadas en hardware si la necesidad de emplear una tablilla de prototipos o un cautín, son muy versátiles y veloces capaces de trabajar con diferentes procesos simultáneamente. El desarrollo de diferentes tareas se realiza mediante un software reuniéndolas en un archivo de configuración o bitstream en donde se encuentra la información de la conexión de los componentes, este dispositivo (digital o electrónico) se reconfigura las tareas, una vez finalizado la configuración de los circuitos. (Cárdenas, 2017)

Ventajas de utilizar FPGA: La ventaja que presentan los chips FPGA dentro de todo tipo de industrias que implementan este producto digital para la configuración de tareas, por tanto, el chip abarca los circuitos integrados de aplicación específica (ASICs) junto con los sistemas que se basan en procesadores, los beneficios que brinda los FPGA son:

- Eficiencia en respuestas de E/S y funcionamiento especializados
- Mejora la eficacia de cómputo de procesadores de señales digitales
- Permite genera y verificar prototipos sin el proceso de fabricación del ASIC
- Implementar funcionalidad personalizada con la fiabilidad de hardware determinístico dedicado
- Actualización en campo logrando la eliminación de gastos por retroalimentación personalizada de ASIC
- Se puede actualizar en campo, eliminando los gastos por rediseño personalizado de ASIC y mantenimiento (National Instruments, 2019).

Enfoque de NI para Diseño Basado en FPGA: El surgimiento de herramientas de nuevas herramientas como NI LabVIEW, brinda un nuevo escenario para las reglas de programación FPGAs, lo que genera nuevas tecnologías que influyen en los diagramas de bloques gráficos en circuitos de hardware digital. El hardware NI FPGA posee una arquitectura de E/S reconfigurable en donde se encuentran excelentes procesadores de punto flotante. Si se combina el hardware NI RIO, con el Labview permiten desarrollar en poco tiempo aplicaciones avanzadas para realizar tareas de control, monitoreo y pruebas (National Instruments, 2019).

1.3.4. Sistema de monitoreo.

El sistema de monitoreo permite localizar de manera visual y al momento las posibles fallas o activaciones de alarmas generadas por detectores de humo o temperatura y demás equipos detectores de incendios que se encuentren vinculados a una central de incendio inteligente o convencional que se encuentren distribuido en todo el inmueble.

El sistema de monitoreo recepta y decodifica mensajes los cuales son emitido por la central, posteriormente los datos son almacenados en una base de datos mostrándose automáticamente en los monitores el lugar donde se desarrolla el evento. El sistema de monitoreo debe estar conectado a una red de Ethernet lo ayuda a brindar flexibilidad para localizar y monitorear toda alarma activada, este debe proporcionar una interfaz gráfica de usuario lo cual permita controlar posibles incendios dentro de las edificaciones o remotas (SMCI, 2014).

1.3.5. Sistemas Actuadores.

Los sistemas actuadores son todos aquellos que intervienen en la mitigación del incendio a fin de evitar que este se propague, entre los sistemas actuadores tenemos: extinción automática, parada de ventilación, control de humo, cierre de puertas y compuertas, entre otros sistemas (Ramírez, 2012).

1.3.5.1. Sistemas de extinción automática.

Los sistemas de extinción se pueden clasificar según a los elementos o agentes que actúan con la extinción del flagelo tales como: rociadores, hidrantes o extintores.

Sistema de rociadores automáticos: La tarea primordial es detectar y extinguir el incendio, siendo el mejor en los sistemas básicos contra incendio. el funcionamiento es automático, se controla el juego de manera inmediata, el tiempo de vida útil depende de las condiciones al que se encuentre expuestos (Campoverde & Pesantez, 2014).

Sistemas con hidratantes: Los sistemas con hidratantes permiten extinguir el fuego mediante el suministro de gran cantidad de agua en poco tiempo, el sistema se instala de manera directa a la red de agua que se destine para el control y protección contra incendio del inmueble que lo implemente, este sistema permite adherir otros sistemas para combatir incendio como mangueras, abasteciéndose de agua directamente de las redes urbanas o de algún depósito con la ayuda de bombas (Campoverde & Pesantez, 2014).

Sistemas con extintores: Este tipo de sistema contra incendio es el que posee mayor demanda debido a que posee bajos costos, es manejable manualmente sin mayor conocimiento técnico, con disponibilidad tanto en los compuestos y tamaños con el fin de combatir los incendios, es catalogado como un sistema no profesional. Los extintores poseen en su interior los agentes que ayudan a combatir a los cuatro elementos del tetraedro del fuego, realizando la eliminación del flagelo por disminución de la temperatura, oxígeno, combustible e inhibición de la reacción en cadena (Campoverde & Pesantez, 2014).

1.3.5.2. Sistema de control de humo.

Los sistemas que sirven para controlar incendio son de vital importancia, sirven para reducir y/o minimizar los posibles daños que causa a las personas y daños que se registran en los equipos que se encuentren dentro del lugar donde ocurra el siniestro. Para poder controlar el humo en caso de incendio se requiere de una combinación eficiente entre los sistemas extractores junto con los sistemas detectores, los cuales darán la señal para que las personas que se encuentren en un inmueble procedan a evacuar.

1.3.5.3. Parada de ventilación.

La presencia de un incendio en edificios, centros comerciales, universidades puede causar un gran impacto tanto en pérdidas humanas y materiales, si bien es cierto los sistemas de ventilación no pueden refrescar o sofocar por sí mismos un incendio, pero poseen el propósito de limitar los posibles impactos además ayuda a la evacuación de las personas.

Todo tipo de edificación debe brindar seguridad en caso de que se presente un posible conato de incendio, tomando como ejemplo que los bomberos ante dichas situaciones para poder controlar un incendio suelen encontrarse con obstáculos como la carencia de ventilación lo cual permite la acumulación de humo obstaculizando la detección inmediata del origen del incendio y la localización de las personas que pueden haber sido afectadas por el incendio (Reyes, 2015).

La ventilación de un local puede ser forzada o natural, en función de sus necesidades:

Ventilación natural: Este tipo de ventilación se da cuando no existen sistemas de extracción artificiales los cuales ayuden a la dispersión del aire, la ventilación natural se da cuando todas las aberturas de un inmueble ya sean puertas, ventanas, traga luces etc. se proceden a abrir para que el humo salga al exterior. La desventaja de este tipo de ventilación es que depende netamente de las condiciones climáticas para poder ayudar a evacuar el humo (Arenas, 2013).

Ventilación forzada: Ayuda a eliminar el problema, este sistema puede ser ajustado y controlado lo cual implica consumo de energía eléctrica. La ventaja que posee este sistema frente a la ventilación natural es que este se puede implementar en lugares donde no hay conexiones directas con el exterior, mediante la ventilación por conductos que se encargan de forzar el paso del aire a través de los ventiladores, se destaca y prioriza en lugares situados bajo la planta principal de acceso.

Este tipo de ventilación se puede distinguir entre extracción mecánica y admisión mecánica (Fission Engineering, 2019):

Ventilación forzada con extracción mecánica: La extracción del aire se da con el uso de un ventilador mecánico el cual usa una red de conductos, la admisión se logra realizar mediante agujeros los cuales se encuentran en lugares estratégicos para poder tener una salida al exterior Fig. 1.4.

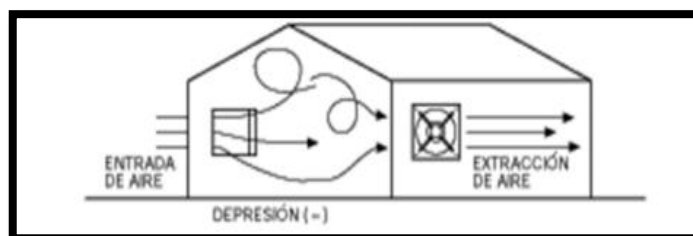


Fig. 1.4. Ventilación forzada con extracción mecánica
Fuente: (Fission Engineering, 2019)

Ventilación forzada con admisión mecánica: es impulsada en el caudal del aire dentro del local, se logra la evacuación mediante el efecto de la sobrepresión que se dan en el lugar debido a la cantidad de huecos los cuales fueron creados para este fin.

Este tipo de ventilación es de difícil implementación los inmuebles que posean un alto grado de contaminación debido a la dificultad de poseer un control adecuado sobre los contaminantes el cual puede llegar a zonas donde antes no podía acceder sin ventilación alguna.

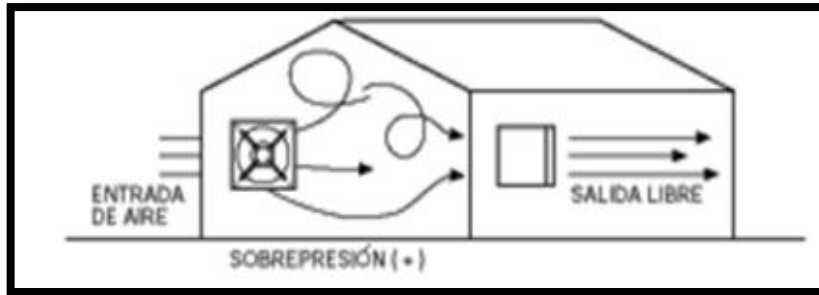


Fig. 1.5. Ventilación forzada con admisión mecánica
Fuente: (Fission Engineering, 2019)

Ventilación forzada con impulsión – extracción mecánica: Este tipo de sistema se utiliza cuando no existen aperturas directas al exterior lo cual hace crear la necesidad de implementar una solución distinta para poder tener una adecuada ventilación ante eso se emplean ventiladores los cuales son capaces de asegurar el suministro o evacuación del aire hasta conectar con todos los puntos de conducción Fig. 1.6.

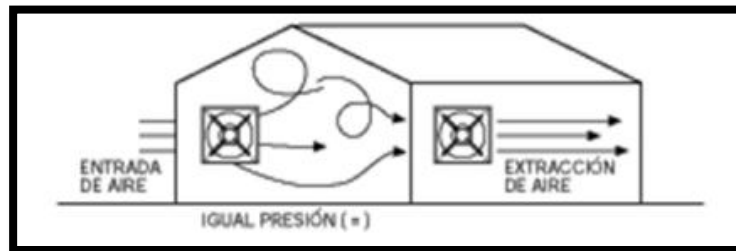


Fig.1.6. Ventilación forzada con impulsión – extracción mecánica
Fuente: (Fission Engineering, 2019)

1.3.5.4. Cierre de puertas y compuertas.

Las puertas contra incendios son los medios que se utilizan y tienen preferencias para proteger las aperturas verticales y horizontales. Este tipo de puerta se las puede construir a conveniencia y especificaciones con la finalidad de que puedan soportar altas temperaturas en caso de existir un incendio, ante este tipo de función, para asegurar su operatividad se proceden a realizarse pruebas de laboratorios (Roper, 2016).

Medios de cierre de puertas: Existen dos tipos de medios para el cierre de puertas contra incendios, los cuales son (Mahuzier, 2017):

- Puertas de cierre propio
- Puertas de cierre automático

Puertas de cierre propio: Este tipo de puerta se caracteriza por volver a su lugar después de ser abiertas, para que tengan este funcionamiento las puertas pueden tener un sistema de pesos suspendidos por cuerdas, cables o cadenas que se encuentran encima de las poleas o cualquier sistema que les permita realizar esta función.

Para salvaguardar las vidas humanas es recomendable que estas puertas se encuentren cerca de las aberturas de los elevadores en posición cerrada, las puertas que se encuentran ubicadas en las escaleras sirven como una vía principal de evacuación y sirven como una barrera para contener el humo, es importante que en estos lugares las puertas deban estar cerradas.

Puertas de cierre automático: se puede hacer este tipo de puertas mediante (Mahuzier, 2017):

- a) La función de esta puede darse con algún dispositivo que detecte el calor humo u otros elementos de la combustión la cual realice las operaciones de aperturas y cierre.
- b) El funcionamiento puede ser por un sistema de pesos suspendidos por cuerdas sobre poleas que al detectar algún elemento de combustión accione el sistema y cierre la puerta.

Capítulo 2

Desarrollo

2.1. Sistemas de detección de incendios

Consiste en un tablero de control que se encarga de monitorear y registrar las señales de entrada y/o salida que componen un sistema de detección de incendios y están diseñadas para actuar siguiendo la normativa de incendios en Europa con la normativa EN-5454 y la normativa de Estados Unidos NFPA (COFEM S.A, 2016).

En la Tabla 2.1 se realiza el análisis de los tipos de centrales de detección de acuerdo con las tecnologías de detección y sus prestaciones que cada una brinda direccionándose al tipo de riesgo, sus dimensiones, nivel de seguridad entre otros aspectos.

TABLA 2.1
TECNOLOGÍAS DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

	Detección de incendios convencional	Detección de incendios Convencional-Direccional	Detección Analógica
Capacidad	20 dispositivos excelente para locales pequeños o áreas limitadas	Mas de 20 dispositivos permite una mayor cobertura que el sistema convencional	Capacidad Alta excelente para centros comerciales, edificios, industrias, entre otros
Localización del incendio	No posee	Permite localizar la zona donde se produce el incendio	Su panel de control muestra la ubicación exacta del incendio Permite activar otros actuadores tales como sistemas de climatización, extinción automática, envío de mensajes de texto, entre otros.
Flexibilidad	Limitado	Limitado	Al permitir una comunicación bidireccional la central puede verificar el estado de los sensores desde el panel de control.
Supervisión de dispositivos	Es necesario ir al sitio donde se encuentra el dispositivo	Es necesario ir al sitio donde se encuentra el dispositivo	Al permitir una comunicación bidireccional la central puede verificar el estado de los sensores desde el panel de control.
Instalación	Fácil	Media	Instalación mucho más compleja.
Costo	Bajo	Medio	Alto

Fuente: (COFEM S.A, 2016).

Luego de investigar las características de los sistemas de detección de incendios se puede concluir que el sistema de detección analógica es el que mayor prestación brinda por lo que se optó por realizar el diseño utilizando este tipo de tecnología.

2.2. Análisis de la FPGA de National Instruments Ni myRIO

La tecnología FPGA es de carácter programable se basa en la utilización de bloques de lógica construidos previamente, tienen la habilidad de adaptarse para cualquier configuración de aplicaciones personalizadas (National Instruments, 2019).

En la Tabla 2.2 Se realiza un breve estudio mostrando las ventajas, desventajas, fortalezas y debilidades de la tecnología FPGA.

TABLA 2.2
ANÁLISIS DE FIELD-PROGRAMABLE GATE ARRAY (FPGA)

Field-programable gate array (FPGA)			
Ventajas	Desventajas	Fortalezas	Debilidades
Eficiencia en respuestas de E/S y funcionamiento especializados	Diseñado únicamente para investigadores, estudiantes, laboratorios, centros de investigación	Permiten desarrollar en poco tiempo aplicaciones avanzadas para realizar tareas de control, monitoreo y pruebas	Precio considerablemente elevado
Mejora la eficacia de cómputo de procesadores de señales digitales	No está concebida para un uso industrial	Habilidad de adaptarse para cualquier configuración de aplicaciones personalizadas en hardware sin la necesidad de emplear una tablilla de prototipos o un caudín	La seguridad de la FPGA es baja por lo que cualquier persona puede robar información y perjudicar al desarrollador de dicha información
Permite genera y verificar prototipos sin el proceso de fabricación del ASIC	puede ejecutar múltiples tareas simultáneamente, pero está limitada por espacio. Para realizar más trabajo, se necesitan más circuitos y por lo tanto más capacidad para albergarlos	Es una tecnología que en los últimos años a comenzado a ganar territorio en procesadores más eficientes.	Al ser una tecnología que aún se encuentra en desarrollo la información sobre esta sigue siendo limitada
Se puede actualizar en campo, eliminando los gastos por rediseño personalizado de ASIC y mantenimiento			

Fuente: (National Instruments, 2019).

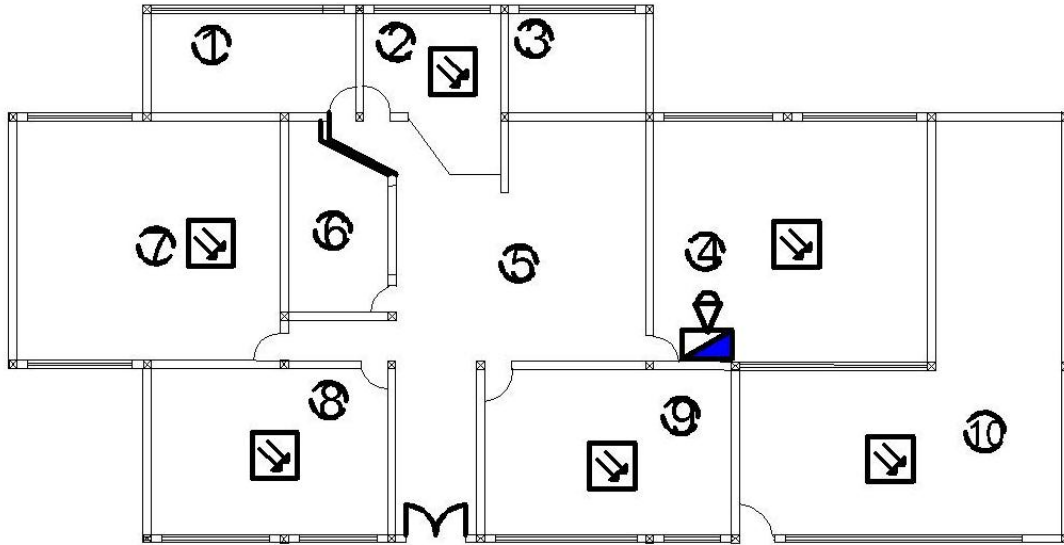
Luego de haber realizado el estudio sobre la tecnología FPGA se determina que al ser una tecnología que, aunque aún se encuentra en desarrollo, en los últimos años ha comenzado a ganar territorio en la industria de los procesadores ya que, presenta favorables beneficios para la mejora de esta industria y que además es una tecnología dedicada para investigadores y estudiantes, por ende, se ha optado por utilizarla para el desarrollo del presente trabajo de grado.

2.3. Diseño del sistema contra incendios

Para el diseño del sistema de detección de incendios, que se implementará en las instalaciones del Campus Universitario El Olivo de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, se procede a inspeccionar todas las áreas que comprenden en el edificio, para verificar los posibles riesgos de incendio y a la vez daño de los bienes materiales que se encuentran en cada una de las áreas. Para la inspección y determinación de aspectos que se consideren un riesgo de incendio se basó en la norma NFPA 704 (2012)

Luego de haber realizado una inspección y estudio de todas las áreas que comprenden el edificio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento eléctrico se elabora el plano arquitectónico y posteriormente se procede a ubicar los dispositivos detectores de humo y el módulo de control.

En la fig. 2.1 se muestra un boceto del plano arquitectónico donde se muestra las diferentes áreas debidamente identificadas, medidas que comprenden el edificio de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, la ubicación de los diferentes dispositivos tales como detectores de humo, sirena y módulo de control que formaran parte del sistema de detección de incendios, el plano original se encuentra en el Anexo 1 (Plano arquitectónico).



INFRAESTRUCTURA

- 1.- Baños
- 2.- Cubiculos Docentes
- 3.- Cubiculos Docentes
- 4.- Laboratorio de Automatización
- 5.- Corredor
- 6.- Sala de Estar
- 7.- Laboratorio Fibra y Comunicaciones
- 8.- Laboratorio de Electrónica
- 9.- Laboratorio de Control
- 10.-Taller Electrico

SIMBOLOGIA

-  Central
-  Sensor de Humo
-  Sirena (Alarma)

Fig. 2.1. Infraestructura y distribución de los equipos del sistema de detección de incendios.

Fuente: Autor

2.4. Selección de dispositivos para el diseño del sistema de detección de incendios

Para la selección de dispositivos que comprenden el diseño del sistema de detección de incendios y que se implementará en las instalaciones del Campus Universitario El Olivo de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, se analizaron los tipos y características técnicas de los diferentes elementos.

Los dispositivos a utilizar en el sistema de detección de incendios son los que se muestran en el esquema de la Fig. 2.2.

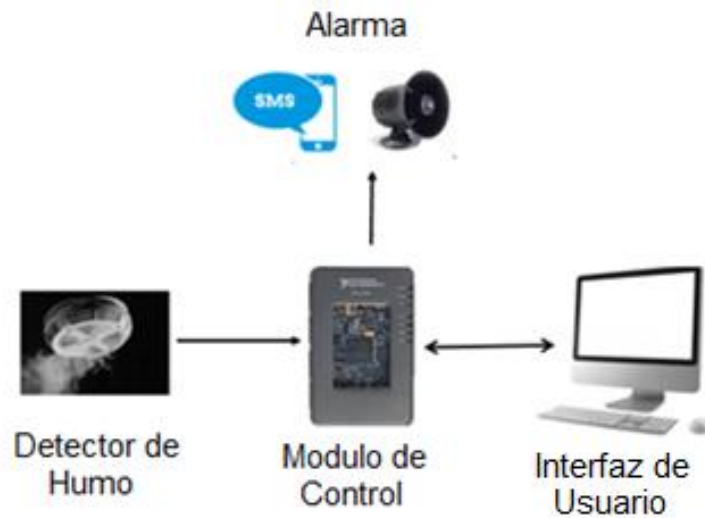


Fig. 2.2. Esquema del sistema de detección de incendios
Fuente: Autor.

2.4.1. Dispositivo detector de humo.

Para el diseño del detector de humo se tomará en cuenta que, debe ser, de fácil instalación y de fácil reubicación en cualquier lugar sin mayor problema en caso de ser necesario. Se tomarán algunos aspectos como el tamaño, dispositivos eléctricos y electrónicos. El diseño del dispositivo detector de humo se compone de los siguientes elementos: sensor de humo, microcontrolador y módulo de comunicación inalámbrico. Fig. 2.3.

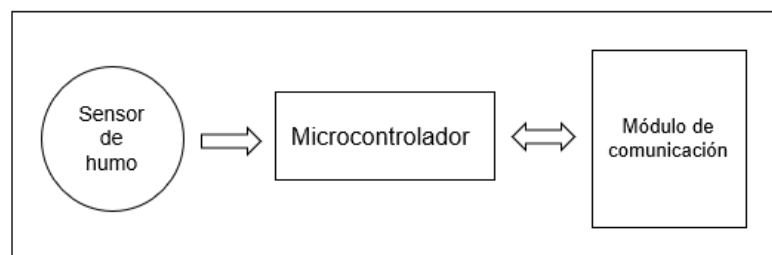


Fig. 2.3. Diseño de detector de humo
Fuente: Autor.

2.4.1.1. Sensor de humo.

Se realiza un análisis de los diferentes tipos de detectores de humo de acuerdo a su modo de funcionamiento y las características que cada uno de ellos presenta ver Tabla 2.3.

TABLA 2.3
SENSORES DE DETECCIÓN DE HUMO

Tipo	Iónicos	Fotoeléctrico	Ópticos	Puente de resistencia
Altura de montaje	2 mts	2 mts	7 mts	3 mts
Cobertura	10 mts con línea de vista	9 mts con línea de vista	10 mts	9 mts
Sensibilidad	0,01 a 0,3 micras	1 a 1000 ppm	10 a 500 ppm	10 a 2000 ppm
Principio de funcionamiento	Ionización en el aire utiliza americio 241	Dispersión de luz	El humo que entra en el dispositivo interrumpe el haz de luz que genera	Utiliza un puente de resistencia
Implementación	Lugares donde no exista gases, humedad, polvo	Centros comerciales, oficinas, viviendas	Centros comerciales, bodegas, cárceles	Viviendas, locales, centros comerciales, oficinas

Fuente: (Esplugas, 2016)

El sensor de humo a utilizar será de la familia MQ donde su principal funcionamiento, consiste en la detección de gases en el ambiente utilizando un puente de resistencia, la razón será la ubicación del sector donde será implementado, existe materiales donde al momento de producirse la combustión genera partículas de monóxido de carbono para lo cual se optó por escoger el sensor de gas MQ-7 (Llamas, 2019). En la Tabla 2.4 se describen las características técnicas del sensor y la Fig. 2.4 muestra el sensor MQ-7 a utilizar.

TABLA 2.4.
CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR MQ-7

Sensor MQ-7	
Voltaje de alimentación	5 voltios
Corriente de consumo	150 mA
Detección	Monóxido de carbono
Calibración	Potenciómetro
Salida	Analógica y Digital
Tipo de resistencia	Semiconductor
Concentración	20 a 2000 ppm

Fuente: (Henan Hanwei Electronics Co., Ltd, 2017)

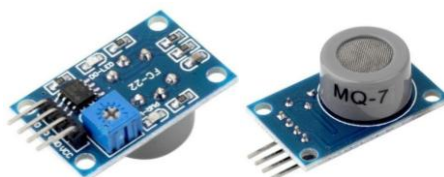


Fig. 2.4. Sensor de humo MQ-7
Fuente: (Henan Hanwei Electronics Co., Ltd, 2017)

2.4.1.2. Microcontrolador.

Es un terminal electrónico que posee una unidad central de proceso o CPU, memoria, entradas y salidas. Está encaminado a cumplir tareas específicas, acorde a la programación que se haya sido asignada. Se optó utilizar el microcontrolador de la marca arduino ya que es una placa compacta y de fácil manipulación además de que tiene un costo relativamente bajo. Además de que posee una plataforma de hardware libre que permite desarrollar múltiples funciones y facilitar el uso de la electrónica con otras materias, es decir, desarrollar un sin número de aplicaciones interactivas autónomas las cuales se pueden acoplar al software de los ordenadores (Arduino, 2017).

En la Tabla 2.5 se realiza un análisis de los diferentes dispositivos de Arduino y posteriormente se seleccionará el que se considere el más idóneo para la realización del detector de humo.

TABLA 2.5.
PLACA DE ARDUINO

Tipo	Arduino pro mini	Arduino uno	Duemilanove
Voltaje de salida	5 voltios	5 voltios	5 voltios
Puertos de E/S digitales	14	14	54
Puertos PWM	6	6	14
Microcontrolador	Atmega328	Atmega 328	Atmega328
Memoria flash	32Kb	32Kb	256Kb
Dimensiones de la PCB	17.5 X 32.5 mm	100 X 52.5 mm	101.52 X 53.3 mm
Corriente por puerto E/S	Máximo 40 mA	Máximo 40 mA	Máximo 40 mA
Velocidad reloj	15 MHz	15 MHz	15 MHz

Fuente: (Arduino, 2017).

Arduino posee una amplia gama de placas para el diseño de aplicaciones de acuerdo a las necesidades de programación, y costo, mediante esto se selecciona la placa más conveniente y recomendable para ser utilizada en el desarrollo del proyecto. En la Fig. 2.4 se muestra la placa Arduino a utilizar.

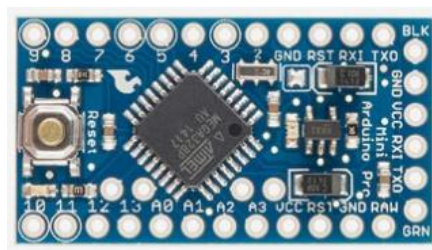


Fig. 2.4. Placa arduino pro mini
Fuente: (Arduino, 2019)

2.4.1.3. Módulo de comunicación

La comunicación del dispositivo de detector de humo será del tipo inalámbrico con el fin de evitar cableados por las paredes, la utilización de canaletas que dejan un aspecto poco atractivo en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico. Se optó por desarrollar una comunicación inalámbrica utilizando los módulos de comunicación XBee que utiliza el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 (Arduino , 2016)

En la Tabla 2.3 se analizan las características técnicas de los módulos XBee.

TABLA 2.6.
CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO XBEE

TIPO	XBee PRO S1	XBee S1
Voltaje de Operación	2.8 – 3.4 VDC.	2.8 – 3.4 VDC.
Frecuencia de operación	ISM 2.4GHz.	ISM 2.4GHz.
Alcance en Interiores	100 metros	30 metros
Alcance con línea de vista en exteriores	Hasta 1500 metros.	Hasta 100 metros.
Potencia de transmisión	18 dBm (63mW).	18 dBm (63mW).
Velocidad de transmisión RF	250Kbps.	250Kbps.
Interfaces seriales	(1) UART.	(1) UART.
Rango de Velocidad de transmisión por el puerto Serial	1.200 bps a 250.000 bps.	1.200 bps a 250.000 bps.
Canales ADC	6 de 10 bits.	6 de 10 bits.
Pines digitales I/O	8	8

Fuente: (Dgi Internacional, 2018)

Luego de haber realizado un análisis entre los dispositivos se optó por utilizar el módulo XBee PRO S1 ya que presenta un mayor rango de cobertura el cual es el ideal para el alcance de la comunicación entre dispositivos. La Fig. 2.5 muestra el esquema del dispositivo a utilizar.



Fig. 2.5. Módulo de comunicación XBee PRO S1
Fuente: (Dgi Internacional, 2018)

En la Fig. 2.6 se muestra el diseño del dispositivo detector de humo a ser construido, el presente esquema de diseño se lo realizo utilizando el software libre fritzing, que brinda la facilidad de crear esquemas eléctricos con arduino.

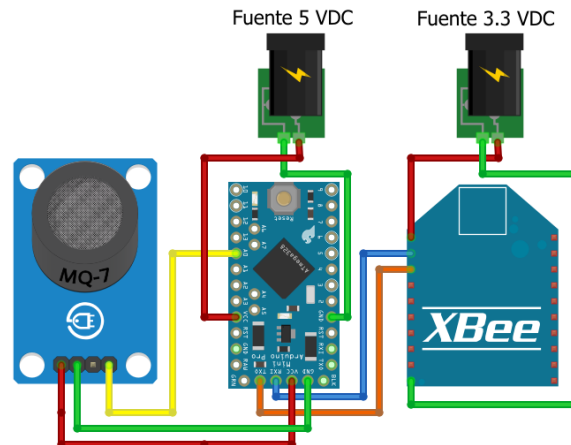


Fig. 2.6. Esquema de diseño del detector de humo
Fuente: Autor

2.4.2. Central de control.

Como se menciona en el capítulo anterior, la central de incendio deberá ser del tipo inteligente donde el cerebro está constituido por uno de los siguientes dispositivos: microprocesador, PLC, FPGA. Para el diseño de sistema de detección de incendios se ha decidido implementar el dispositivo FPGA de National Instruments Ni myRIO y será quien controle todos los parámetros de entrada y salida del sistema de detección de incendios.

Ni myRIO-1900: Esta herramienta ayuda tanto a estudiantes como profesores a diseñar y ejecutar proyectos, debido a su hardware permite la integración e operación máximo de 6 salidas, 10 entradas analógicas, adicional 40 entradas y salidas digitales, este hardware también posee un acelerómetro interno, conexión inalámbrica por medio de wifi, LEDs, un procesador dual – core ARM Cortex A9; trabaja en tiempo real, todas estas características del Ni myRIO permite que sea programable con los software LabVIEW o lenguaje C. (National Instruments, 2016)

La Fig. 2.7 Muestra el dispositivo de hardware en el lado derecho se muestra una gráfica de los principales puertos de acceso y la Fig. 2.8 se muestran los puertos de entrada, salida de los conectores A y B.

La Tabla 2.7 muestra las características técnicas del dispositivo Ni myRIO 1900.

TABLA 2.7.
CARACTERÍSTICAS DE NI MYRIO 1900

Processor	
Tipo de procesador	Xilinx Z-7010
Velocidad del procesador	667 MHz
Núcleos del procesador	2
Memoria	
Memoria no volátil	256 MB
Memoria DDR3	512 MB
DDR3 frecuencia de reloj	533 MHz
DDR3 ancho de bus de datos	16 bits
FPGA	
Tipo de FPGA	Xilinx Z-7010
Características inalámbricas	
Modo de radio	IEEE 802.11 b, g, n
Banda de frecuencia	ISM 2.4 GHz
Ancho de banda	20 MHz
Potencia de transmisión	+10 dBm max (10 mW)
Características inalámbricas	
Alcance con línea de vista	Hasta 150 m
Directividad de la antena	Omnidireccional
Seguridad	WPA, WPA2, WPA2-Enterprise
Puertos USB	
Puerto de dispositivo USB	USB 2.0 de alta velocidad
Entrada analógica	
Protección contra sobretensiones	± 16 V
Conectores MXP	
Configuración	Cuatro canales de un solo extremo por conector
Conector MSP	
Configuración	Dos canales diferenciales
Entrada de audio	
Configuración	Una entrada estéreo que consiste en dos acoplados en corriente alterna, canales de un solo extremo
Salida Analógica	
Protección contra sobrecarga	± 16 V
Conectores MXP	
Configuración	Dos canales de un solo extremo por conector
Conector MSP	
Configuración	Dos canales de un solo extremo
Salida de audio	
Configuración	Una salida estéreo que consiste en dos canales de un solo extremo acoplados en CA
Digital I/O	
Número de líneas	
Conectores MXP	2 puertos de 16 líneas DIO (un puerto por conector); una línea UART.RX y una línea UART.TX por conector
Conector MSP	1 puerto de 8 líneas DIO
Control de dirección	Cada Línea DIO programable individualmente como entrada o salida
Niveles lógicos de entrada	
Baja tensión de entrada, VIL	0 V min; 0.8 V max
Entrada de alto voltaje, VIH	2.0 V min; 5,2 V máx.
Niveles lógicos de salida	
Salida de alto voltaje, VOH abastecimiento 4 mA	2.4 V min; 3.465 V max
Baja tensión de salida, VOL hundimiento 4 mA	0 V min ; 0.4 V max
Frecuencias máximas para funciones digitales secundarias	
SPI	4 MHz
PWM	100 kHz
I2C	400 kHz
Acelerómetro	
Número de ejes	3
Distancia	± 8 g
Resolución	12 bits
Frecuencia de muestreo	800 S / s
Voltaje de Potencia	
Salida de potencia +5 V	
Tensión de salida	4.75 V a 5.25 V
Corriente máxima en cada conector	100 mA
Salida de potencia de +3.3 V	
Tensión de salida	3.0 V a 3.6 V
Corriente máxima en cada conector	150 mA

Fuente: (National Instruments, 2016)

2.4.3. Alarma

La norma NFPA 72 determina que los tipos de alarma que anuncian la presencia de un posible riesgo de incendio son las del tipo acústico, de luz estroboscópica, envío de mensajes de texto. Para lo cual se optó por utilizar del tipo acústico ya que es la más idónea ha implementará en las instalaciones del Campus Universitario El Olivo, en las aulas de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico además se implementará el envío de un mensaje de texto como una segunda señal de alarma.

2.4.3.1. Alarma acústica.

Utilizar una alarma acústica, tendrá como propósito advertir de un posible y potencial incendio a todas las personas que se encuentren dentro del establecimiento. El dispositivo a elegir será del tipo motor sirena, La Fig. 2.9 muestra el tipo de alarma a implementar y la Tabla 2.8 se describen las características del equipo a utilizar.

TABLA 2.8.
CARACTERÍSTICAS DE SIRENA MS-290

Sirena de cuerno	
Nivel de sonido	120dB
Voltaje de funcionamiento	120V CA
Potencia	32 W
RPM	4700 a 5000
Material	Plástico/Metal
Soporte	Soporte de hierro
color	Gris
Dimensiones	128x103x160x135 mm

Fuente: (Alibaba.com, 2019)



Fig. 2.9. Motor sirena MS-290
Fuente: (Alibaba.com, 2019)

2.4.3.2. Alarma de mensajería

Para el diseño del dispositivo de alarma por mensajes telefónicos se utilizará el módulo GPRS SIM900, este permite transmisiones digitales de voz y datos como mensajes de texto SMS, para poder realizar este procedimiento los datos son enviados mediante una antena GSM (PROMETEC, 2019)

En la Tabla 2.9 se describen las características del dispositivo a utilizar y la Fig. 2.10 muestra el hardware del dispositivo a implementar.

TABLA 2.9.
CARACTERÍSTICAS DEL MODULO GPRS SIM900

Voltaje de alimentación	9 V ~ 20 V
Comunicación	UART
Bandas de frecuencia	850/900/1800/1900MHz
Multi-GPRS Slot	clase 10/8
Estación móvil	GPRS Clase B
Fase	GSM 2/2+
Puerto serie	Libre selección
Porta batería	Para batería CR1220 (no incluida)
Altavoz y tomas de auriculares	2 conectores Jack 3.5 mm
Bajo consumo de energía	1.5 mA (modo descanso)
Temperatura de operación	-40 °C~+85 °C
Dimensiones	75 mm X 55 mm X 10 mm
Servicio de mensajería (cortos)	Envío de pequeñas cantidades de datos a través de la red (ascii o primas hexadecimales)

Fuente: (Geeetech Wiki, 2014)



Fig. 2.10. Modulo GPRS SIM900
Fuente: (Geeetech Wiki, 2014)

2.4.4. Interfaz de usuario.

La interfaz permite al usuario configurar y operar el sistema de detección de incendios, su diseño se basó en la operación de las centrales comerciales contra incendios por lo que su funcionamiento es similar. La interfaz está diseñada mediante el software de LABVIEW que es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se puede crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla.

La interfaz de usuario está dividida en dos ventanas, en la primera se muestra el panel de configuración de dispositivos que cuenta con: parámetros de configuración, habilitar, nombres, valor y alarma ver Fig. 2.11. la segunda muestra el esquema del edificio donde se implementarán los dispositivos detectores de humo ver Fig. 2.12.

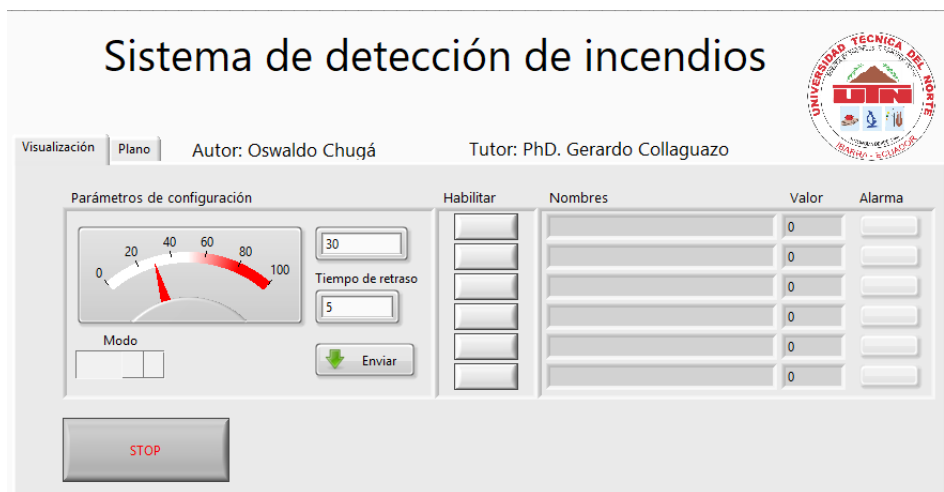


Fig. 2.11. Panel de control del sistema de detección de incendios
Fuente: Autor

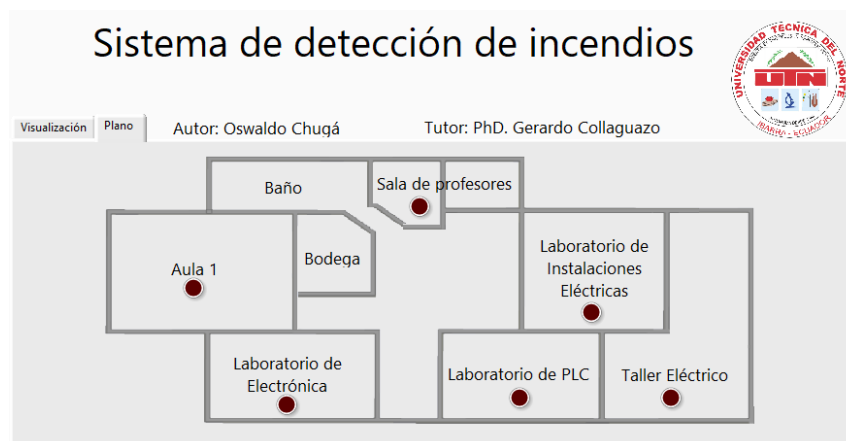


Fig. 2.12. Esquema del edificio a implementar los dispositivos detectores de humo
Fuente: Autor

A continuación, se describen cada uno de los elementos que componen la Interfaz de Usuario.

2.4.4.1. Parámetros de configuración

- a) **Referencia:** la referencia está configurada de 0 a 100% del nivel de monóxido de carbono que el sensor puede recibir recordando que el sensor mide de 20 a 2000 partes por millón (ppm). el usuario podrá seleccionar el nivel de monóxido de carbono que se considere como el valor mínimo para la activación de los dispositivos de alarma, además, de poder realizar pruebas de operación tanto con los dispositivos detectores como con los de alarma ver Fig. 2.13.

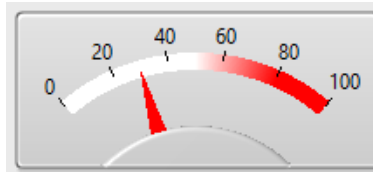


Fig. 2.13. Referencia
Fuente: Autor

- b) **Tiempo de retraso:** La norma NFPA establece que todos los dispositivos de alarma deberán de activarse durante un mínimo de 30 segundos o dependiendo del tiempo que el usuario decida establecer, después que los detectores hayan manifestado la presencia de un posible incendio, por ende, la Fig. 2.13 realiza dicha acción.

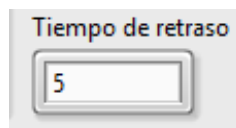


Fig. 2.14. Tiempo de retraso
Fuente: Autor

- c) **Enviar:** Este parámetro permite enviar el tiempo de retraso al sensor de humo este guarda dicha acción y comienza a operar bajo dicho parámetro ver Fig. 2.15.

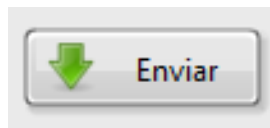


Fig. 2.15. Enviar
Fuente: Autor

- d) **Manual/Automático:** Permite al usuario trabajar con la interfaz en modo de prueba, es decir, el modo manual donde podrá revisar o ajustar el sistema. Y automático para el funcionamiento sin la supervisión de una persona ver Fig. 2.16.



Fig. 2.16. Modo manual/automático
Fuente: Autor

- e) **Apagado del sistema:** Esta opción permite reiniciar el sistema en su totalidad y será siempre y cuando el sistema de detección de incendios presente fallas o errores en su funcionamiento Fig. 2.17



Fig. 2.17. Apagado del sistema
Fuente: Autor

2.4.1.2 Dispositivos registrados

La Fig. 2.18. muestra el esquema de todos los dispositivos que el sistema ha reconocido como activos además de mostrar una serie de indicadores y actuadores que se describen a continuación.

- a. **Habilitar:** el usuario puede activar/desactivar de manera individual a cada uno de los sensores en caso de ser necesario por ejemplo si solo desea realizar pruebas de funcionamiento a un dispositivo en particular.

Nombres: muestra el nombre que se le ha asignado a cada dispositivo.

- b. **Valor:** En esta columna permite visualizar el nivel de monóxido de carbono de 0 a 100% de cada uno de los dispositivos detectores de incendios.
- c. **Alarma:** La columna de alarma muestra la activación de alguno de los sensores es decir si uno de los detectores se encuentra en estado de alarma, la interfaz permite visualizar por medio de un indicador led.

Habilitar	Nombres	Valor	Alarma
<input type="checkbox"/>		0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		0	<input type="checkbox"/>

Fig. 2.18. Referencia
Fuente: Autor

2.5. Desarrollo del programa de control

La Fig. 2.19. muestra el proceso para identificar y anunciar la alarma de incendios que básicamente consiste en tres etapas que deben ser programadas:

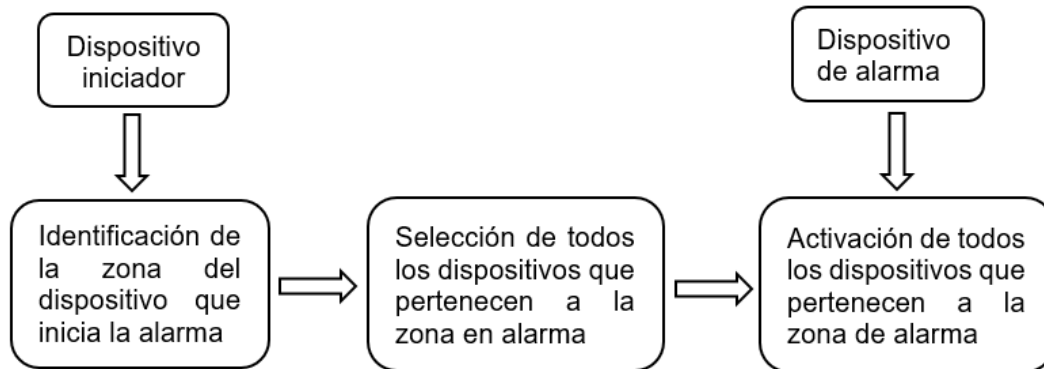


Fig. 2.19. Diagrama de bloques del sistema de detección de incendios
Fuente: Autor

2.5.1. Configuración y programación del detector de humo inalámbrico.

La programación del detector de humo consta de dos partes: la primera que consiste en configurar los parámetros de los módulos XBee mediante el uso del software libre XCTU y la segunda programar la placa de arduino para la recepción y envío de datos que registra cada sensor de monóxido de carbono MQ-7.

Para comunicar a la central de incendios con los diferentes dispositivos direccionados, se utilizará la topología de comunicación tipo estrella, como se muestra en la Fig. 2.20.

La característica de esta topología es que uno de los módulos XBee asume el rol de coordinador de red, es responsable de inicializar y mantener los dispositivos en la red. Todos los demás módulos XBee conocidos con el nombre de dispositivos finales, hablan directamente con el coordinador y es quien determinará el destino de la información (Vera, Barbosa, & Pabón, 2017)

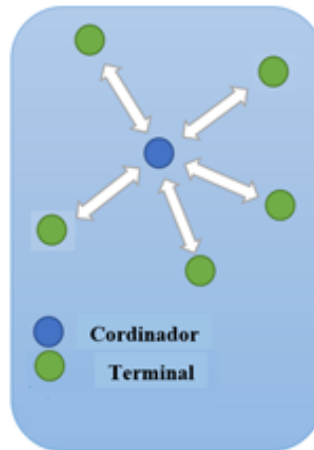


Fig. 2.20. Topología tipo estrella, protocolo IEEE 802.15.4
Fuente: Adaptada por el autor de (Arduino, 2016)

Para comunicarse la central con los diversos dispositivos de detección se emplea el modo de transmisión serial transparente (modo AT) en donde la comunicación se asemeja a una transmisión a través de un puerto serial, debido al dispositivo que se encarga de crear la trama y el dato; será enviado de forma inalámbrica, por tanto, se considera como el modo más sencillo para utilizar estos nodos. (Duarte, 2019)

2.5.1.1. Configuración del módulo XBee Pro S1

En la Fig. 2.21. se muestra la plataforma del software XCTU en donde se realiza la configuración de cada uno de los módulos XBee tanto para el coordinador y los dispositivos finales que se conforman por la topología tipo estrella.

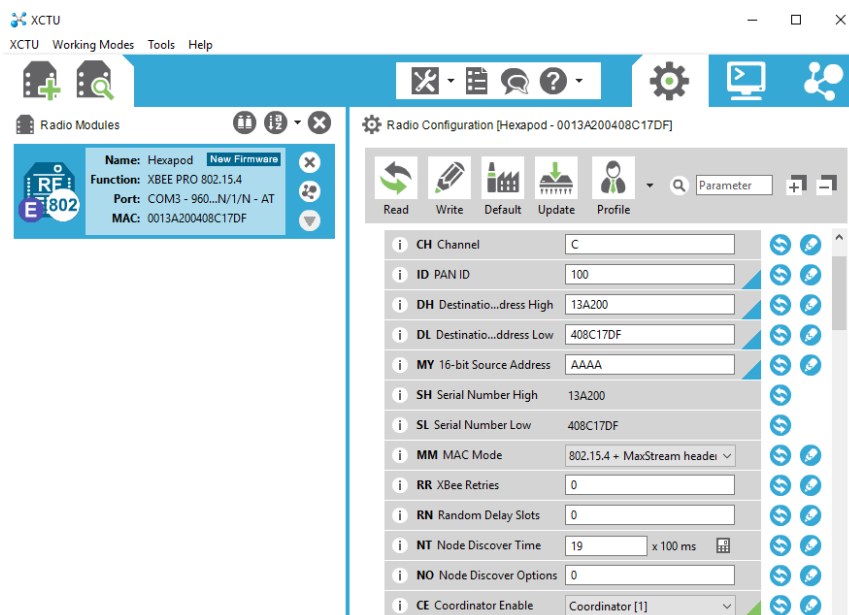


Fig. 2.21. Software de programación XCTU
Fuente: Software XCTU

2.5.2.2. Programación de la tarjeta Arduino

En la Fig. 2.22. se muestra el diagrama de flujo que consiste en la configuración y programación para el funcionamiento del dispositivo detector de humo

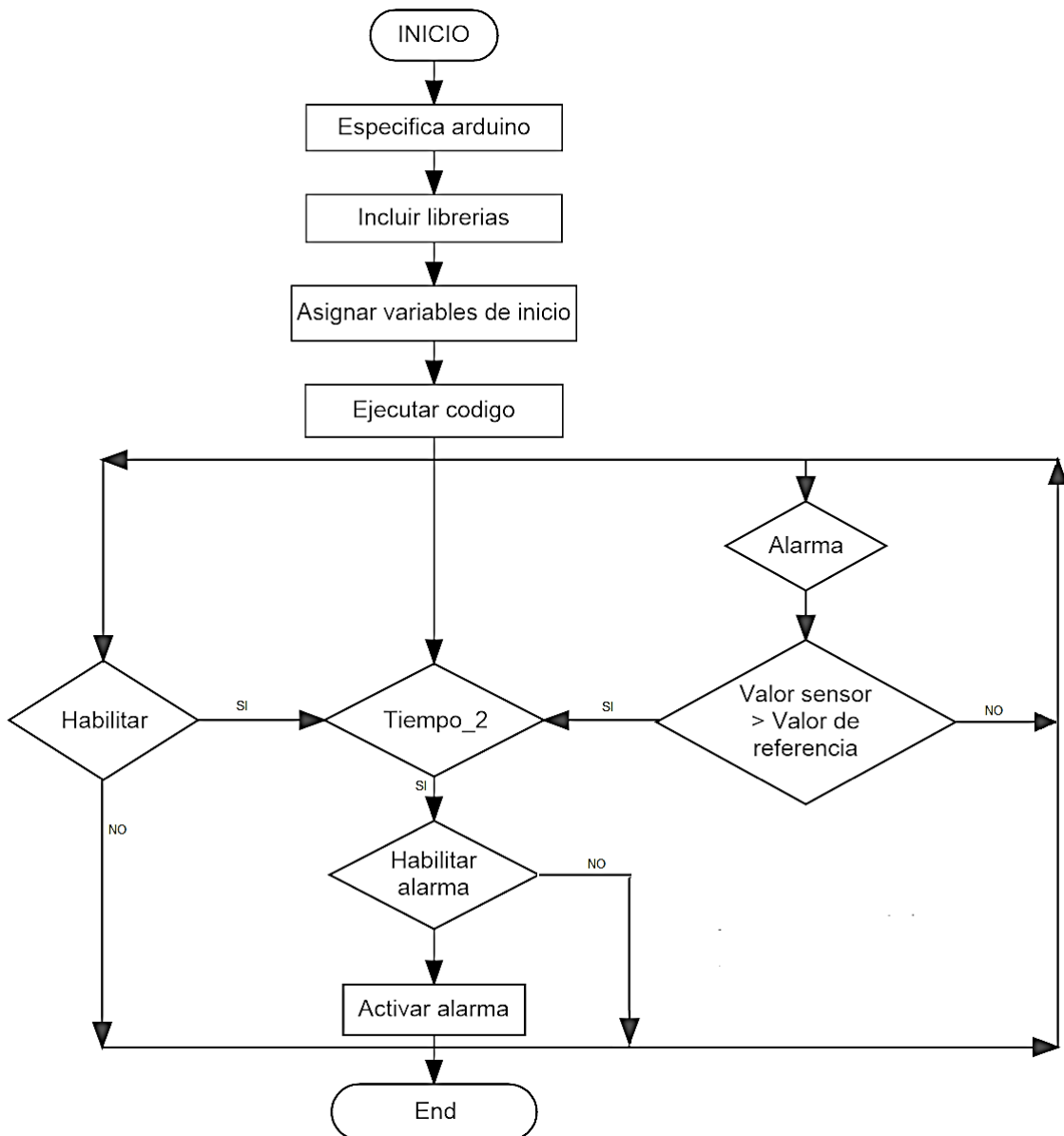


Fig. 2.22. Diagrama de flujo para el dispositivo detector de humo
Fuente: Autor

El código fuente se encuentra en el Anexo 2 (Programación de Arduino)

En la programación de las tarjetas arduino se crea una trama de datos donde se almacena en un vector con 6 posiciones, los datos recibidos por Arduino vienen con la codificación que se muestra en la Tabla 2.10

TABLA 2.10.
DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL VECTOR DE RECEPCIÓN DE ARDUINO

Descripción	Identificador					Identificador de Salón
	de acción					
	Valor					
Posición	0	1	2	3	4	5
Datos	b	0	0	5	7	C

Fuente: Autor

El identificador de acción, representado por letras minúsculas, permite decidir a qué variable se asigna el valor recibido, en nuestro sistema tenemos las siguientes opciones disponibles:

- a: el valor se asigna a la variable “alarma”, consiste en recibir el valor de referencia que establece el usuario como el nivel máximo permitido de monóxido de carbono para la activación de alarmas.
- b: el valor se asigna a la variable “habilitar”, consiste en habilitar/deshabilitar el paso de datos hacia la interfaz.
- c: el valor se asigna a la variable “habilitar_alarma”, consiste en habilitar/deshabilitar el estado de alarma.
- d: el valor se asigna a la variable “tiempo_2”, consiste en establecer el tiempo de retraso para la activación de alarmas.

Cada detector de humo tendrá un tamaño de 5 cm de ancho, 13 de largo y una altura de 5 cm, estará compuesto por una fuente de 5V y una de 3.3V que se encarga de alimentar a los componentes que conforman al dispositivo ver Fig. 2.23.



Fig. 2.23. Detector de humo inalámbrico
Fuente: Autor

2.5.2. Configuración y programación de la central de detección

A continuación se describe la programación para el desarrollo de la interfaz de usuario y la identificación de cada una de las subrutinas, a continuación, se presenta una descripción de cada etapa para el correcto funcionamiento de la interfaz.

2.5.2.1. Inicialización del sistema

La primera etapa al iniciar el sistema es realizar las configuraciones necesarias para tener un correcto funcionamiento.

Al iniciar el sistema, se procede a realizar una comprobación de conexión IP para el dispositivo Ni MyRIO, el cual genera una red WIFI para la conexión con LABVIEW, la dirección IP configurada tanto para el módulo xbee y el GPRS SIM900 es 172.16.0.1. Una vez realizada la comprobación, el sistema ejecuta el primer bloque de instrucciones que vemos en la Fig. 2.24.

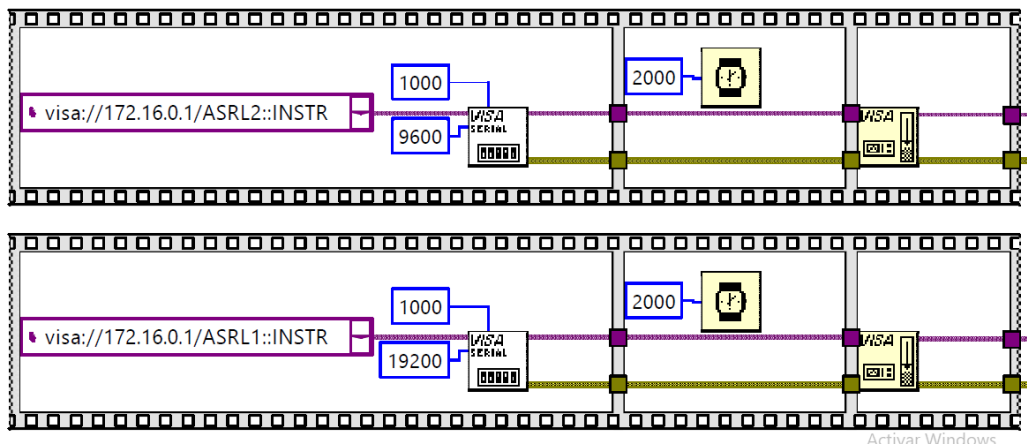


Fig. 2.24. Bloque de inicialización del sistema
Fuente: Autor

Se procede a configurar la comunicación serial para inicializar el dispositivo maestro y los esclavos, y el módulo GPRS SIM 900, la velocidad de comunicación es de 9600 baudios.

Después de dar paso a la conexión inicial, se dará un tiempo de espera de 2000 ms para que la comunicación se establezca ver Fig. 2.25

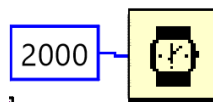


Fig. 2.25. Tiempo de espera para estabilización
Fuente: Autor

Se realiza la eliminación de datos remanentes en el puerto serial con el bloque de la Fig. 2.26. con el fin de evitar que el sistema inicie con errores.



Fig. 2.26. Eliminación de datos
Fuente: Autor

2.5.2.2. Proceso principal del sistema de incendio

Recepción de datos: Una vez que se establece la inicialización del sistema, como segunda etapa se procede a realizar la recepción de datos de los sensores que serán distribuidos en las diferentes aulas con su respectiva decodificación ver Fig. 2.27.

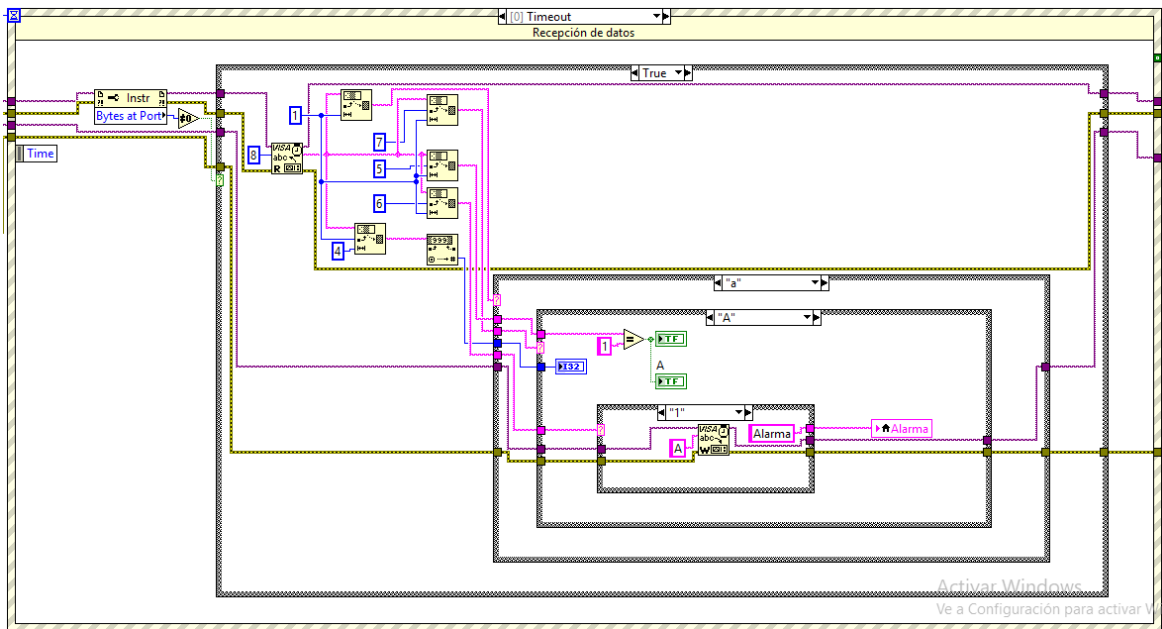


Fig. 2.27. Recepción de datos
Fuente: Autor

El proceso de recepción se lo realiza mediante un monitoreo temporizado mediante la estructura EVENT con el evento "Timeout", para la ejecución del código en este caso se tomará cada 1 ms. Para evitar errores en el sistema, se realiza la comprobación de la existencia de datos en el puerto serial mediante el bloque "Bytes at Port" de LABVIEW ver Fig. 2.28. en el caso de no tener datos, el sistema simplemente sigue comprobando los datos en el tiempo establecido.

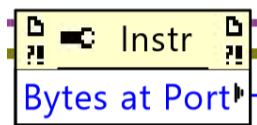


Fig. 2.28. Comprobación de datos en el puerto serial
Fuente: Autor

Recepción y decodificación: En el caso de que existan datos en el puerto serial por cualquier sensor activo, ingresamos a realizar la decodificación y visualización de los datos. La decodificación se la lleva a cabo mediante bloques que segmentan la cadena de caracteres recibida ver Fig. 2.29.

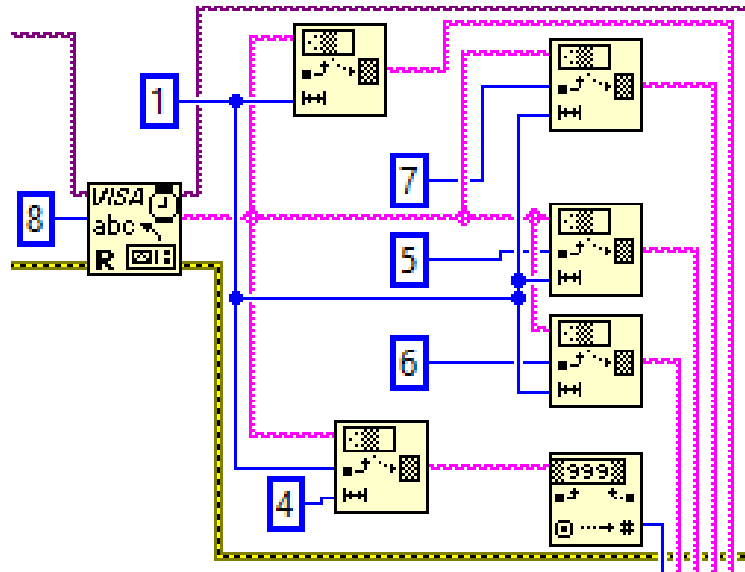


Fig. 2.29. Recepción y decodificación de datos
Fuente: Autor

Visualización de datos: Una vez decodificado los datos, procedemos a la visualización en la interfaz de usuario. Los datos por visualizar son: el estado de la alarma en una variable booleana y el nivel de concentración de CO2 ver Fig. 2.30.

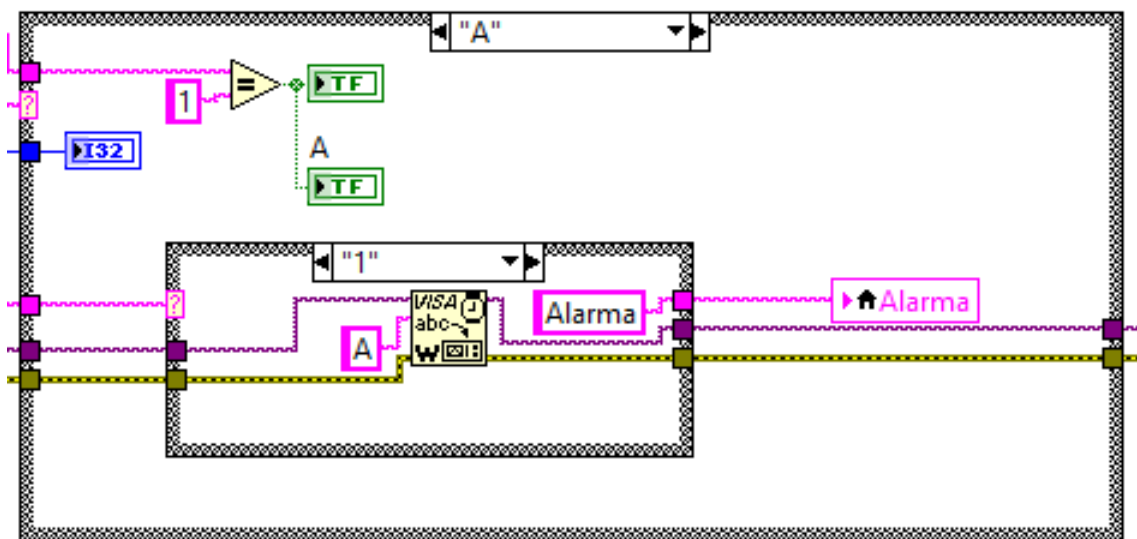


Fig. 2.30. Visualización de datos en la interfaz de usuario
Fuente: Autor

Cada detector de humo está identificado por un carácter de reconocimiento que lo podemos ver en la Tabla 2.11.

TABLA 2.11
IDENTIFICADORES DE AULA

Dispositivo	Identificador de aula
Cubículos docentes	A
Laboratorio de Automatización	B
Taller eléctrico	C
Laboratorio de Control	D
Laboratorio de electrónica	E
Laboratorio Fibra y Comunicaciones	F

Fuente: Autor

2.5.2.3. Parámetros de configuración

La siguiente etapa realiza la visualización de indicadores en la interfaz los cuales permiten la configuración de datos del dispositivo detector de humo que consiste en: límite de monóxido de carbono con el fin de que los sensores se pongan en modo activo y tiempo de retraso para la activación de los dispositivos de alarma. Estos parámetros son definidos por el usuario y posteriormente serán enviados y guardados en la memoria EPROM de la placa arduino de cada uno de los detectores de humo ver Fig.2.31.

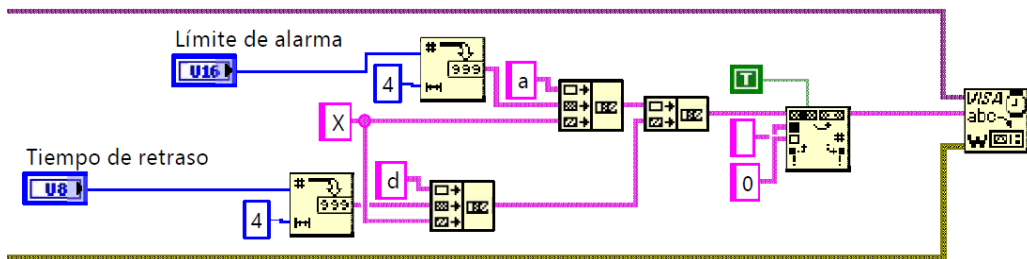


Fig. 2.31. Envío de parámetros de configuración
Fuente: Autor

2.5.2.4. Habilitación de dispositivo

Permite la opción de habilitar/deshabilitar a los detectores de humo de manera individual, con el fin de realizar pruebas individuales en cada dispositivo detector de humo ver Fig. 2.32.

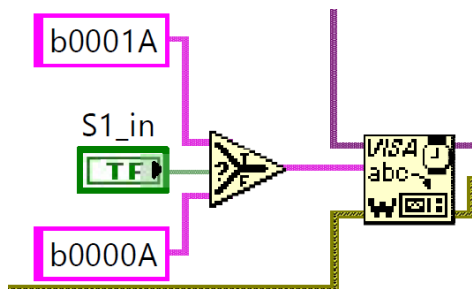


Fig. 2.32. Cambio de habilitación de dispositivo
Fuente: Autor

2.5.2.5. Detención del sistema

Realiza el paro general del sistema para lo cual se ingresa mediante la acción de un pulsador creado en la interfaz de usuario y permite cerrar la sesión de la comunicación serial ver Fig. 2.33.

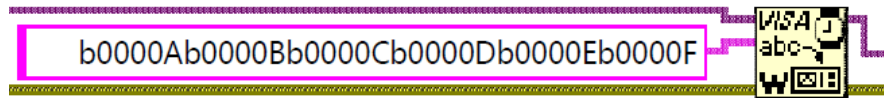


Fig. 2.33. Detención del sistema
Fuente: Autor

Esta última etapa se inserta el bloque VISA close de labview que es quien realiza el cierre de la comunicación serial tanto para los dispositivos maestro y esclavos y el dispositivo GPRS SIM900 ver Fig. 2.34.



Fig. 2.34. Detención del sistema
Fuente: Autor

2.6. Configuración y programación de la alarma de mensajes

La programación consiste en realizar el envío de mensajes SMS donde informa el estado de alarma con la ubicación de dónde se produjo dicha alarma y a su vez será quien active la sirena.

En la Fig. 2.35. se muestra el diagrama de flujo para el funcionamiento del dispositivo de la alarma de mensajes.

El dispositivo GPRS SIM 900 se encuentra configurado para recibir el estado de alarma de todos los dispositivos detectores de humo que envía Ni MyRIO mediante comunicación serial, tómesese en cuenta que estos dispositivos llevan un nombre alfabético como se muestra en la Tabla 2.11. Por lo que en la programación del GPRS SIM900 se estable el mensaje para cada dispositivo, por ejemplo: dispositivo A= (Alarma de incendio en Cubículo docentes).

A la hora de realizar la configuración se tendrán designados a cada uno de los dispositivos con su salón respectivo.

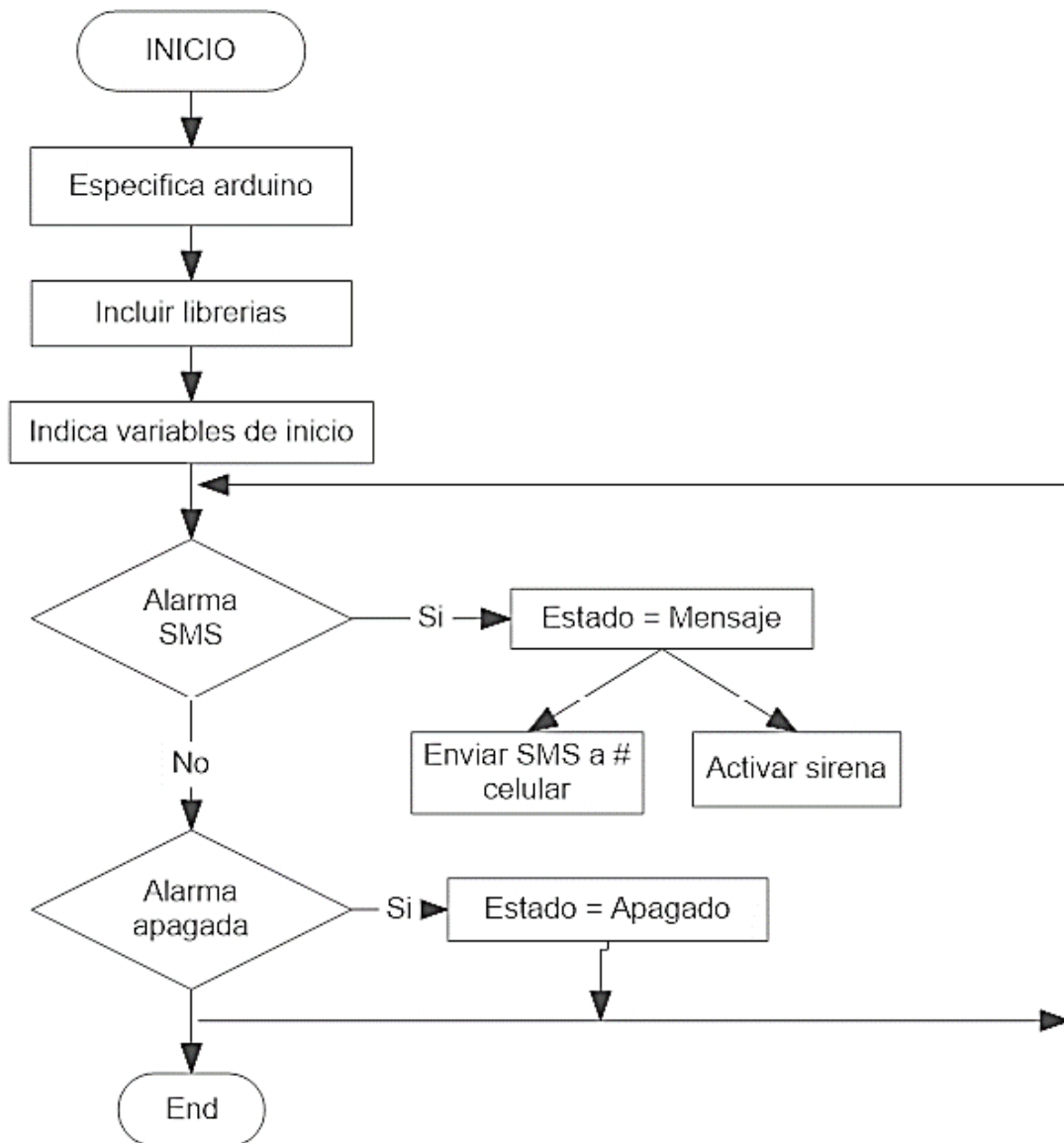


Fig. 2.35. Diagrama de flujo del sistema de detección de incendios
Fuente: Autor

El código fuente se encuentra en el Anexo 3 (Programación de GPRS SIM900)

2.7. Implementación del sistema de detección de incendios

Para la implementación de sistema de detección de incendios se utilizaron 6 dispositivos detectores de humo, identificados según se detalla en la Tabla 2.11. misma que servirá para verificar en el sistema. En la Fig. 2.36 se muestran los dispositivos y el módulo de control del sistema de detección de incendios.



Fig. 2.36. Detectores de humo y módulo de control
Fuente: Autor

2.7.1. Diagrama eléctrico unifilar

La Fig. 2.37 muestra un boceto del diagrama eléctrico unifilar del sistema de detección de incendios.

Tómese en cuenta que, para la alimentación de cada dispositivo detector de humo, se tomó desde el punto más cercano de energía eléctrica ya que son equipos de bajo consumo de energía por lo tanto no se consideró necesario realizar un estudio de cargas eléctricas.

DIAGRAMA ELECTRICO SISTEMA CONTRA INCENDIOS

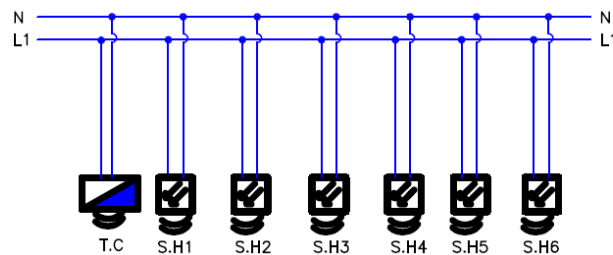


Fig. 2.37. Diagrama eléctrico unifilar del sistema contra incendios
Fuente: Autor

El plano del diagrama eléctrico unifilar se encuentra en el Anexo 3 (Plano de diagrama eléctrico unifilar)

2.7.2. Instalación de fuentes de alimentación

Se realiza la instalación eléctrica en cada una de las áreas que se consideró presentan un riesgo de incendio, se instalan tomacorrientes en la parte superior y ubicado al centro de cada

salón para que pueda tener la mejor recepción de niveles de humo en caso de presentarse ver

2.7.3. Instalación de dispositivos detectores de humo

Se procede a instalar los detectores de humo, se verifica que se encuentren perfectamente sujetos a los tomacorrientes en caso de no estar seguros se usara cinta doble faz para una mayor sujeción ver Fig. 2.39.



Fig. 2.39 Instalación de detectores de humo
Fuente Autor

2.7.4. Montaje del módulo de control

Para el montaje del tablero de control estará ubicado como se mostró en la Fig. 2.1 y estará a una altura de 1,40 metros del piso y será empotrado a la pared ver Fig. 2.40.



Fig. 2.40 Montaje del módulo de control
Fuente Autor

2.8. Comparación de sistemas comerciales y el propuesto

En el mercado existen una amplia gama de sistemas de detección de incendios que van desde lo más básico hasta sistemas completos cuyos niveles de seguridad son altos y de gran fiabilidad brindando mayores prestaciones y garantizando el uso de los mismos.

Una de las marcas que lideran la industria de detección y de alarma de incendio es Honeywell siendo quien posee la mayor cantidad de patentes para los sistemas de detección de incendios (Honeywell, 2019). Por ende, la mayoría de empresas tienden a imitarla.

Por tal razón el presente trabajo de grado se basó en ciertos aspectos que brindan los sistemas de detección de incendios comerciales y además basándose a las normas de seguridad contra incendios NFPA que es quien establece el modo de operación de todos los sistemas de detección contra incendios, con el fin de poder estar a la par comercialmente.

Posteriormente se realiza un breve estudio de sistemas comerciales y compararlo con el sistema propuesto en el presente trabajo de grado. Al existir una amplia gama de sistemas contra incendios se seleccionan dos modelos.

2.8.1. Análisis de costos entre sistemas comerciales y el propuesto.

Toda institución, industria, residencia, etc. dentro de sus actividades acarrea cierto riesgo de incendio, sea por manejo de combustibles, generación de chispas, descuido, entre otros. Por tal motivo es imprescindible realizar la evaluación del riesgo de incendio existente para poder determinar el sistema de prevención a implementar, ya sea pequeña o grande.

El análisis de costo se realiza únicamente a los módulos de control ya que son estos los que poseen las diferencias, ventajas, desventajas entre sistemas, los dispositivos de detección pueden ser los mismos para todos los sistemas además que el cliente es quien decide que detector utilizar dependiendo a las condiciones del ambiente ya sea que utilice detectores de humo, calor o llama, pueden ser ópticos, iónicos, termorresistencia, con el fin de garantizar una mayor precisión en la medición.

El costo entre sistemas de detección de incendios depende del alcance, tecnología, número máximo de dispositivos, actuadores, pantalla para su visualización, entre otros aspectos. Por tal motivo el costo entre sistemas varía considerablemente es por eso que es necesario establecer el nivel de seguridad que deseo instalar.

La Tabla 2.12 muestra una comparación entre sistemas de detección de incendios que se encuentran en el mercado y el sistema propuesto.

TABLA 2.12
COMPARACION DE SISTEMAS COMERCIALES Y EL PROPUESTO

	Sistema XLS3000	VISTA-32FBPT	Sistema Propuesto
Capacidad de dispositivos	Hasta 159 detectores de humo	Hasta 32 detectores de humo	Hasta 6, en caso requerir más dispositivos puede expandirse al número de dispositivos que se requieran.
Modo de comunicación	Cableado	Inalámbrico y Cableado	Inalámbrico
Instalación	Dificultad media	Dificultad media	Dificultad media
Otros actuadores	Si	No	No
Cobertura	centros comerciales, edificios	Viviendas, oficinas, locales comerciales	Viviendas, oficinas, locales comerciales
Configuración	Se requiere de personal calificado	Se requiere de personal calificado	Se requiere de personal calificado
Visualización de sensores desde una pantalla	Si	No	Si
Costo	Alto	Medio	Alto

Fuente: Honeywell (2012)

Se determinó que el sistema propuesto brinda las mismas prestaciones en comparación a los sistemas comerciales, en cuanto a tecnología se refiere.

La desventaja es que posee un número bajo de dispositivos a conectar, ya que fue diseñado para un área específica.

El sistema tiene un costo elevado en comparación a los otros sistemas comerciales, esto se debe a que para el desarrollo del módulo de control del presente trabajo de grado se utiliza el dispositivo myRIO el cual tiene un costo alto, por lo tanto, esto hace que se ponga inmediatamente en desventaja en cuanto a costos con los sistemas comerciales.

El sistema tiene la capacidad de aumentar el número de dispositivos sin afectar su nivel de respuesta. El sistema propuesto es un sistema que aún se encuentra en desarrollo, por lo que este tiene la ventaja de aumentar sus prestaciones tales como aumentar el número de dispositivos, mayor número de actuadores, monitoreo inteligente entre otros aspectos que ayuden a mejorar el sistema.

2.9. Pruebas

Para realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de detección de incendios se procede a encender el módulo de control y verificar que todos los detectores de humo se encuentren debidamente conectados.

2.9.1. Prueba de recepción de datos

Una vez verificado que todos los elementos que comprenden el sistema de detección de incendios se proceden a correr la interfaz de usuario se esperan unos segundos para comenzar a recibir los datos que envía cada detector de humo. En la fig. 2.41. muestra la interfaz de usuario con los dispositivos conectados.

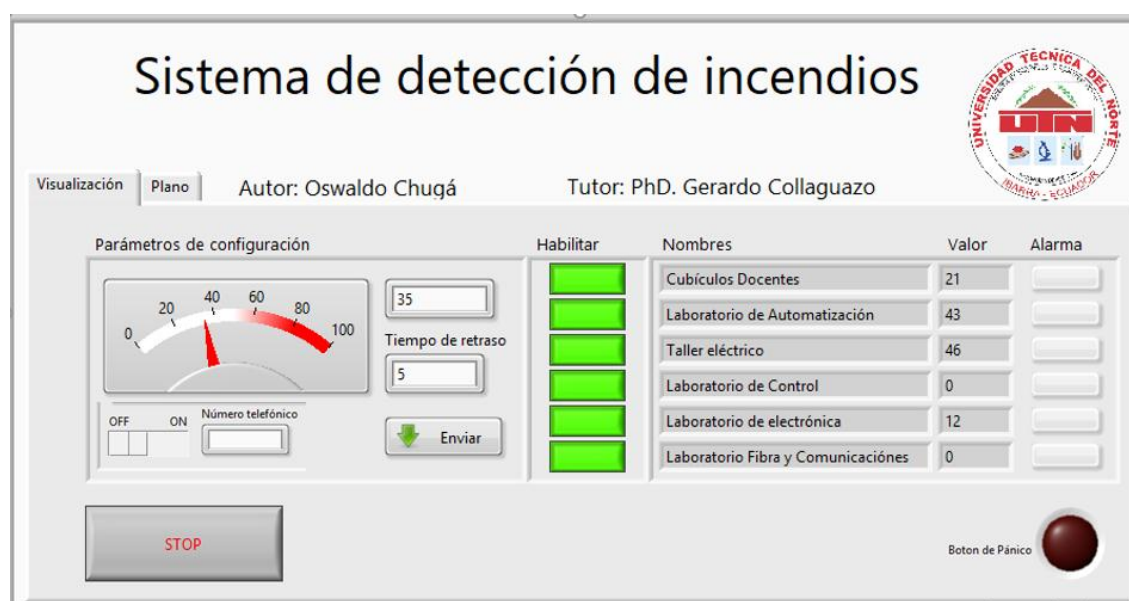


Fig. 2.41 Recepción de datos enviados por los detectores de humo
Fuente Autor

2.9.2. Prueba de Alarma

Esta prueba puede ser realizada de dos formas

- En el lugar donde se encuentra montado el sensor de humo se realizará la generación de humo esto puede ser quemando papel.
- Mediante la interfaz se puede contralar el nivel de referencia de CO₂ para ello se pondrá un nivel de referencia menor al valor que me envía el detector de humo además de que puede seleccionar cualquier sensor desde la interfaz.

La Fig. 2.42. muestra la interfaz de usuario en estado de alarma de los diferentes detectores de humo, nótese que en la interfaz existe un indicador que cambia de color rojo cuando existe la presencia de un incendio.

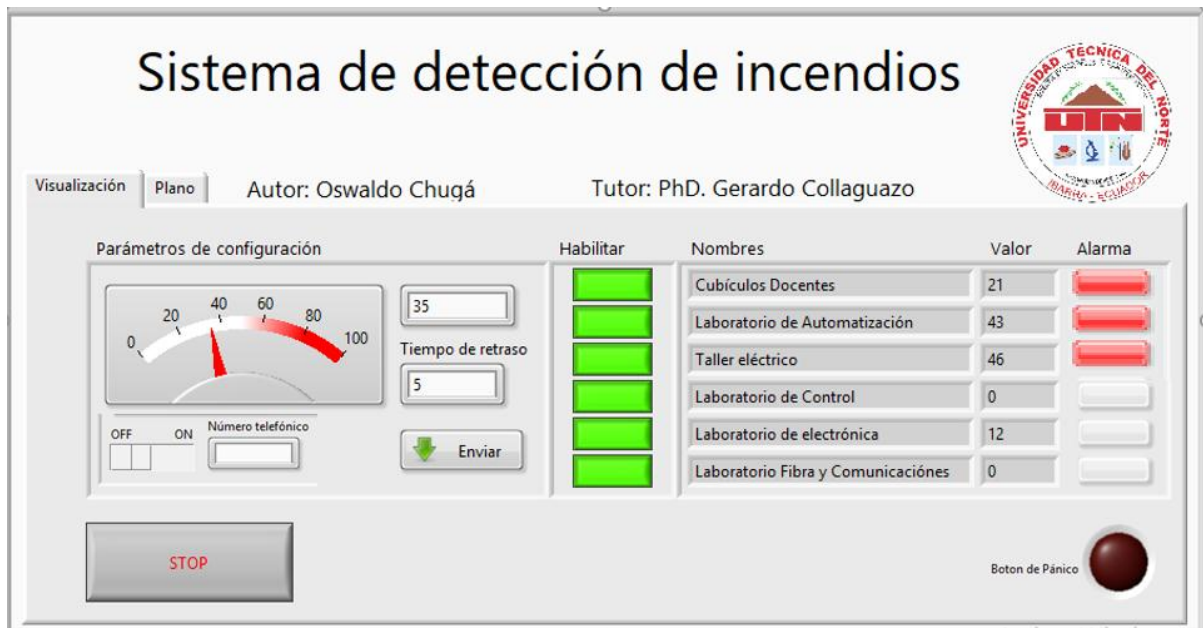


Fig. 2.42. Interfaz de usuario mostrando el estado de alarma de los detectores de humo.
Fuente Autor

Capítulo 3

Resultados

El sistema instalado para la detección y alarma en caso de incendio en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, está conformado por: Panel de control, detectores de humo y alarma acústica.

3.1 Panel de control

La Tabla 3.1 muestra las características generales de funcionamiento de los dispositivos instalados en el panel de control y la Fig. 3.1 muestra los elementos que lo conforman.

TABLA 3.1
CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS DISPOSITIVOS

N°	Dispositivo	Voltaje de alimentación	Función que desempeña
1	MyRIO 1900	12 voltios	Es quien realiza la lógica de funcionamiento para la recepción y envío de datos a todos los dispositivos tales como detectores de humo y los dispositivos actuadores.
2	XBee PRO S1	3.3 voltios	Es quien recibe y envía todas las señales que emite cada detector de humo (coordinador)
3	GPRS SIM 900	12 voltios	Es quien realiza el envío de mensajes de texto indicando que existe una alarma de incendio especificando el lugar exacto de donde se generó dicha alarma
4	Arduino Uno	12 voltios	Se encuentra montado en la placa GPRS SIM900 es quien guarda la programación para el funcionamiento de la placa GPRS SIM900
5	Relé	12voltios	Activa/Desactiva la sirena Permite el paso de voltaje de 120 V para la activación de la sirena.

Fuente: Autor



Fig. 3.1 Partes del panel de control
Fuente: Autor

3.2. Proceso de instalación.

Para la instalación de los diferentes dispositivos y módulo de control, se parte desde del plano arquitectónico ver Fig. 2.1. donde se indica la distribución de los equipos a instalar en cada una de las instalaciones.

Se realiza la instalación eléctrica para lo cual se toma como referencia el diagrama eléctrico unifilar ver Fig. 2.37. se instala un tomacorriente en la parte central del techo de cada salón y se conecta al punto de energía más cercano.

Se instalan 6 sensores de humo la Fig. 3.2 muestra los detectores instalados en las diferentes instalaciones que conforman la Carrera de ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.



Fig. 3.2 Sensor 1 instalado en los cubículos docentes
Fuente: Autor

3.3. Pruebas de comunicación

Para realizar las pruebas de comunicación entre la central y los detectores de humo se utiliza la interfaz de usuario creada con el software de LABVIEW, ya que es la única manera de probar que existe comunicación entre dispositivos, se ejecuta o inicia el sistema y a continuación se observa la cantidad de dispositivos conectados al sistema en la Fig. 3.3 se muestra los dispositivos conectados y enviando los niveles de CO2 concentrados en cada aula.

Habilitar	Nombres	Valor	Alarma
<input type="checkbox"/>	Cubículos Docentes	21	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio de Automatización	43	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Taller eléctrico	46	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio de Control	0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio de electrónica	12	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio Fibra y Comunicaciones	0	<input type="checkbox"/>

Fig. 3.3 Recepción de datos desde los detectores de humo hacia la central.
Fuente: Autor

Se realizan pruebas de configuración y simulación de estado de alarma en la Fig. 3.4. se muestra que los dispositivos con un valor de CO2 mayor al valor de referencia se activan indicadores de color rojo indicando el estado de alarma en las diferentes instalaciones.

Habilitar	Nombres	Valor	Alarma
<input type="checkbox"/>	Cubículos Docentes	21	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio de Automatización	43	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Taller eléctrico	46	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio de Control	0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio de electrónica	12	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Laboratorio Fibra y Comunicaciones	0	<input type="checkbox"/>

Fig. 3.4. Configuración y prueba de alarma del sistema de detección de incendios
Fuente Autor

La Fig. 3.9 muestra la interfaz de usuario con el plano arquitectónico de las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, en donde un indicador led representa el detector de humo instalado y que además en caso de activarse una alarma de incendio este cambiara de color negro a color rojo indicando que existe un riesgo de incendio en determinada área.

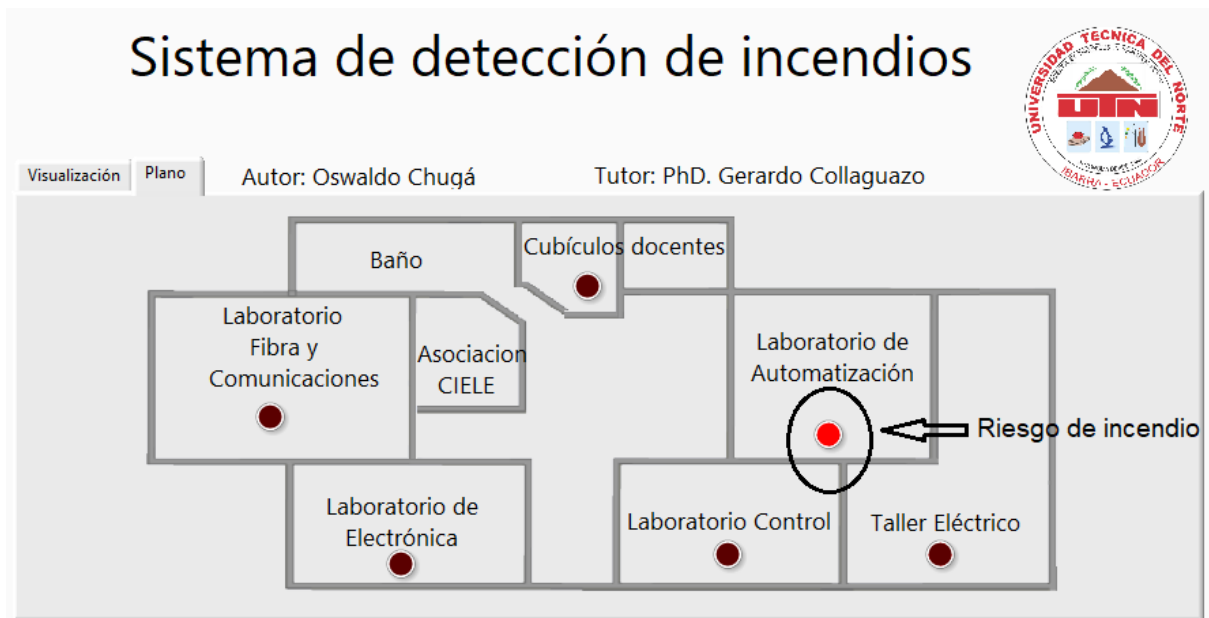


Fig. 3.9 Interfaz de usuario mostrando plano arquitectónico de CIELE
Fuente Autor

3.4. Batería de respaldo

El sistema de detección de incendios por motivo de costos no se incluyó una batería de respaldo tanto en el módulo de control como también a los detectores de humo, por lo que a la hora de existir ausencia de energía en la red el sistema se desactivaría, esta es una gran desventaja por lo que inmediatamente las instalaciones se colocan en riesgo ante un posible inicio de incendio.

3.5. Respuesta de alarma de mensajes

La Fig. 3.10 muestra la recepción de mensajes de alarma que fueron enviados por el dispositivo GPRS SIM900. Para el envío de mensajes lo que se hace es poner en estado de alarma cada uno de los detectores de humo, una vez el sistema se encuentre en estado de alarma este tendrá un tiempo de retraso con el fin de asegurar de que no se trata de una falsa alarma una vez transcurrido ese tiempo la interfaz envía el estado de alarma del dispositivo que lo genera, hasta el modulo GPRS SIM900 este módulo será quien reciba dicha señal y enviara un mensaje SMS indicando que existe una alarma de incendio en el área que indica

el detector de humo. Estos parámetros se encuentran configurados inicialmente por el usuario.

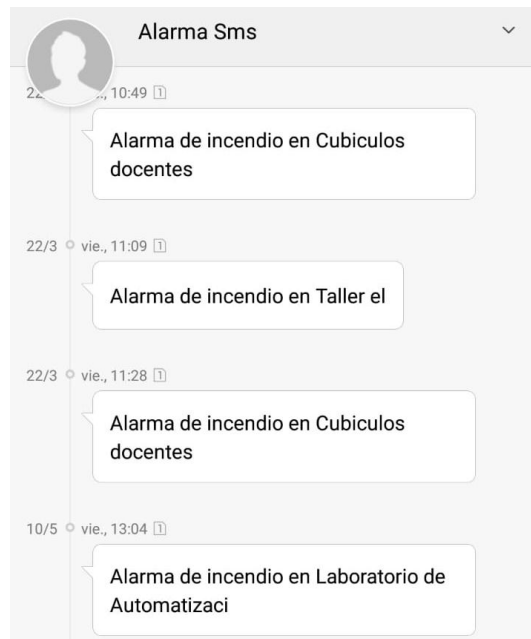


Fig. 3.10. Recepción de mensajes de alarma
Fuente: Autor

Conclusiones

De los diferentes tipos de sistemas contra incendios que se estudiaron se determinó que el sistema de detección analógica es el que mayor prestación brinda por lo que se optó por realizar el diseño utilizando este tipo de tecnología.

La tecnología FPGA se encuentra aún en desarrollo, pero en los últimos años ha comenzado a ganar territorio en la industria de los procesadores, además es una tecnología dedicada para investigadores y estudiantes ya que ofrece grandes ventajas para el desarrollo de aplicaciones sin la necesidad de armar circuitos complejos, por ende, se ha optado por utilizarla para el desarrollo del presente trabajo de grado.

La red de comunicación inalámbrica, generada entre la interfaz de usuario y los dispositivos detectores de humo, presenta pérdidas de señal para su comunicación debido a la distancia y obstáculos como paredes, reduciendo el rango de cobertura para los dispositivos más alejados.

La interfaz de usuario diseñada en LABVIEW, cumple con las especificaciones del proyecto y opera de manera similar a una central comercial de incendios. Esta interfaz monitorea en tiempo real el estado de dispositivos conectados y responde de forma efectiva ante una señal de alarma.

El sistema de detección de incendios se encuentra implementado en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, al ser un sistema inalámbrico no presento problemas en la distribución de dispositivos ya que se elimina el problema del cableado. Esto permite que sea aplicable a cualquier edificio o terreno.

Se determinó que el sistema propuesto opera de manera similar a los sistemas que se encuentran en el mercado con la desventaja en que el sistema no tiene un gran alcance de cobertura y para lograr un mayor alcance es necesario agregar dispositivos que ayuden a aumentar el rango de cobertura, por lo que, el sistema se vuelve mas costoso y a la ves menos eficiente.

Recomendaciones

La interfaz de usuario puede seguirse depurando y ampliando sus aplicaciones, una característica que no se consideró en los alcances de este proyecto y que podría ampliarse es la opción de crear una aplicación para el monitoreo constante ya sea dentro o fuera de las instalaciones del campus universitario.

En caso de usar otros dispositivos específicos es necesario estudiar sus características técnicas y de operación para determinar si pueden interactuar con los módulos diseñados en el presente proyecto.

Es importante que el usuario que va a estar a cargo del sistema se familiarice tanto en el modo de operación del sistema como en los aspectos de la seguridad y riesgos de incendios, de tal manera que se haga un buen uso de los equipos y garantice una operación adecuada del sistema.

Glosario

Patrimonio. - hace mención al conjunto de bienes propios que posee una persona ya sea natural o bien de una institución.

Ignición. – del latín “ignire” que se traduce como encender y puede denominarse al proceso químico que desencadena la combustión de un cuerpo, o el proceso en el que una sustancia permanece en combustión.

Detección. - es el producto de la acción de detectar, o sea de localizar algo que es difícil de observar a simple vista, o de advertir el indicio de una falla de manera temprana.

Automático. – Es aquello que funciona por sí solo o que realiza total o parcialmente un proceso sin ayuda humana.

Bitstream. - Es un flujo de bits, conocido también como secuencia de bits que es una cadena de bits

Red de ethernet.- Es la tecnología de red más ampliamente instalada. Ethernet es un protocolo de capa de enlace en la pila de TCP/IP, que describe cómo los dispositivos en red pueden formatear datos para su transmisión a otros dispositivos de red en el mismo segmento de red y cómo colocarlos en la conexión de red.

Efecto de sobrepresión. – Es la sobrepresión generada por la onda de presión no perturbada conforme se propaga a través del aire. En el tiempo de llegada de la onda de choque, la presión sube abruptamente hasta un valor. A partir de ese momento la presión decae hasta alcanzar la presión ambiental en un tiempo, pasando seguidamente por una disminución de presión o vacío y finalmente retorna al valor ambiental en un tiempo total.

Interfaz. – En este caso, es el medio que permite a una persona comunicarse con una máquina. Esta noción sirve para señalar a la conexión que se da de manera física y a nivel de utilidad entre dispositivos o sistemas.

Señal analógica. - Una señal digital es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos

Acelerómetro. – son sensores e instrumentos para medir, mostrar y analizar la aceleración y las vibraciones.

Sensor. - es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Topología. – se define como el mapa físico o lógico de una red para intercambiar datos. En otras palabras, es la forma en que está diseñada la red, sea en el plano físico o lógico.

Dispositivo. – Pieza o conjunto de piezas o elementos preparados para que desarrolle determinadas acciones y que generalmente forman parte de un conjunto más complejo.

XBee. - Son pequeños dispositivos que pueden comunicarse entre sí de manera inalámbrica, los cuales ofrecen una gran variedad de combinaciones de hardware, protocolos, antenas y potencias de transmisión.

Wi-Fi. - Es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos, como computadoras, tablets, smartphones o celulares, etc., mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información.

Referencias

- Agentes x-28. (2016). *Avisador y control mediante mensaje de texto sms*. Obtenido de http://agentes.x-28.com/Productos_Servicios/manuales/ManCOM10.pdf
- Alibaba.com. (2019). *ms 290 sirena de motor*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/g/motor-siren-ms-290.html>
- Allocca, D. (Agosto de 2015). *Diseño del Sistema Inteligente para Detección y Notificación Contra Incendios del Edificio TELESUR*. Obtenido de <http://www.bib.usb.ve/tesis/000170590.pdf>
- Arduino . (2016). *Aprendiendo Arduino*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/ieee-802-15-4/>
- Arduino. (19 de junio de 2017). *Qué es Arduino y Hardware libre*. Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/06/19/que-es-arduino-y-hardware-libre-2/>
- Arenas, L. (febrero de 2013). *Diseño del Sistema de Ventilación y Protección Contra Incendios de un Aparcamiento Subterráneo*. Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: [file:///D:/Users/Usuario/Downloads/pfc_laura_arenas_moreno_2013%20\(1\).pdf](file:///D:/Users/Usuario/Downloads/pfc_laura_arenas_moreno_2013%20(1).pdf)
- Campoverde, D., & Pesantez, L. (2014). *Diseño de un Sistema Contra Incendios con Rociadores Automáticos y Cajetines de Mangueras para Para un Edificio de Odicinas*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16175/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20Sistema%20Contra%20Incendio%20con%20Rociadores%20Autom%C3%A1ticos%20y%20Cajetines.pdf>
- Cárdenas, A. (2017). *Trabajo de título de pasantías realizada empresa SYSLEC Servicios y sISTEMAS eLECTRÓNICOS eirl*. Obtenido de Universidad Técnica Federico Santa María: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/43859/3560901063729UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- COFEM S.A. (2016). *Central de detección de incendios* . Obtenido de <http://www.cofem.com/productos/sistema-convencional-de-deteccion-y-alarma/central-london/>

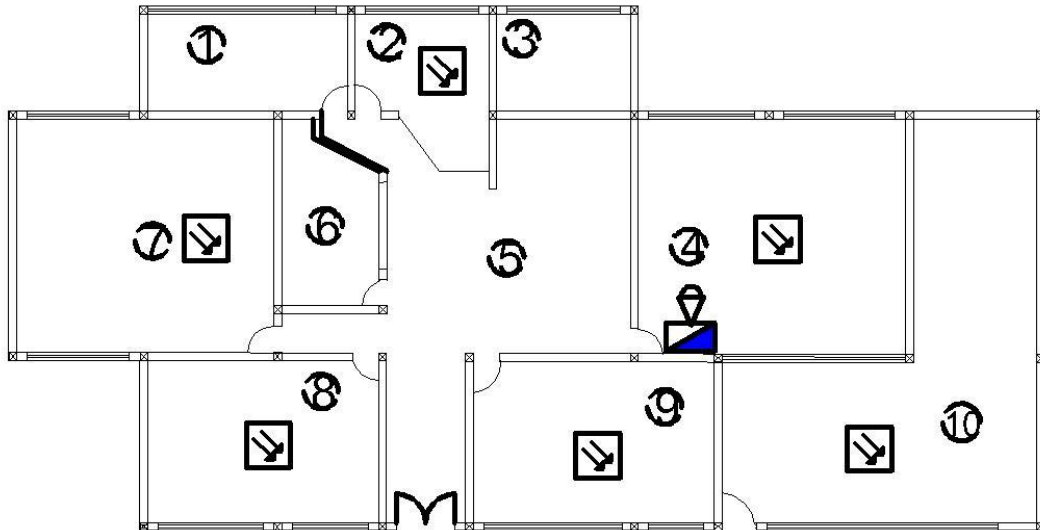
- Digi Internacional. (2018). *XBee/XBee-PRO S1 802.15.4*. Obtenido de <https://www.digi.com/resources/documentation/digidocs/pdfs/90000982.pdf>
- EN 54 - 23. (2019). *Luces parpadeantes de Phannenberg con certificación en 54-23*. Obtenido de <https://www.pfannenberg.com/es/conocimientos/tecnologia-de-senalizacion/norma-en-54-23-para-alarmas-opticas/>
- Esplugas, J. (Junio de 2016). *ASEPEYO*. Obtenido de Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios : <https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2017/07/25/guia-para-diseno-uso-mantenimiento-sistemas-deteccion-automatica-incendios>
- Fernandez, J. (2014). *Diseño de la Instalación de Protección Contra Incendios en un centro cultural-deportivo y aparcamiento subterráneo*. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/26709/TFG_JuanCarlos_Fernandez_Roldan.pdf
- Fission Engineering. (2019). *Ventilación forzada*. Obtenido de <http://www.fission-engineering.net/sistemas-de-ventilacioacuten-forzada.html>
- Geeetech Wiki. (2014 de Julio de 2014). *Arduino GPRS Shield*. Obtenido de http://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_GPRS_Shield
- Henan Hanwei Electronics Co., Ltd. (2017). *MQ-7 Carbon Monoxide Semiconductor Sensor*. Obtenido de https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Datasheet_MQ-7.pdf
- Honeywell. (2012). Soluciones para edificios. *Honeywell*, 8.
- Llamas, L. (20 de mayo de 2019). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-detector-gas-mq/>
- Mahuzier, J. (2017). *Requerimiento sobre la resistencia al fuego y traspaso de humos en puertas usadas en los edificios*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144282/Requerimientos-sobre-la-resistencia-al-fuego-y-traspaso-de-humos-en-puertas-usadas-en-los-edificios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martín, J. G. (8 de Julio de 2015). *International Butler School*. Obtenido de Después que Roma arda. La proteccion contra Incendios en la Historia: <http://www.mayordomos.eu/formacion/despues-que-roma-arda-la-proteccion-contra-incendios-en-la-historia/>

- Moreno, M. (10 de 8 de 2017). *Controlador Logico Programable (PLC)*. Obtenido de WWW.MICRO.COM:
<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>
- National Instruments. (mayo de 2016). *USER GUIDE AND SPECIFICATIONS NI myRIO-1900*. Obtenido de <http://www.ni.com/pdf/manuals/376047c.pdf>
- National Instruments. (2019). *NI FPGA*. Obtenido de <http://www.ni.com/fpga/esa/>
- NFPA 704 . (2012). *Clasificación de Riesgos para Incendios*. Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Norma-NFPA-704.pdf>
- NFPA 72. (2019). *Sistemas de detección de incendios*. Obtenido de <https://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/405-sistemas-de-deteccion-de-incendios>
- Ortiz, A. J. (1 de noviembre de 2017). *Sistema de Control y Protección contra Incendios para el Hospital General de Macas en la provincia de Morona Santiago*. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/14734/6/jiquintanaTFC0612memoria.pdf>
- Placeres, J. (2018). *Diseño de sistemas de detección y alarma de incendio*. Obtenido de http://www.rnds.com.ar/articulos/084/RNDS_108-112W.pdf
- PROMETEC. (2019). *Módulo GSM/Gprs: Llamar y enviar SMS*. Obtenido de <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>
- Quintana, E., & Palomino, J. (2013). *Plan de Prevención de Riesgos Laborales y Ergonómicos en los Talleres del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza*. (Tesis de pregrado) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador. Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3030/1/85T00294.pdf>
- Ramírez, F. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de seguridad inalámbrico con tecnología bluetooth para viviendas*. (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica de Perú, Lima, Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1621/RAMIREZ_MARCO_FERNANDO_TECNOLOGIA_BLUETOOTH.pdf?sequence=1
- Ramón, J. (Octubre de 2017). *Sistema Electrónico para el Control de Puertas en Paradas Autorizadas de los Buses Intercantoniales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato.

- Reglamento de seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo. (2012). *Reglamento de seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Reyes, E. (2015). *Ventilación en el control de incendios*. Obtenido de Revista Mundo HVAC&R: <https://www.mundohvacr.com.mx/2015/05/ventilacion-en-el-control-de-incendios/>
- Roper. (2016). *Conoce la importancia de las puertas cortafuegos*. Obtenido de <https://puertasroper.com/conoces-la-importancia-de-las-puertas-cortafuegos/>
- Sánchez, R. (2014). *Selección Técnica de los Elementos del Sistema contra Incendios de una planta Industrial*. (Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Mexico. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14872/TESIS%20RODRIGO%20AL-EJANDRO%20S%C3%81NCHEZ%20TORRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SMCI. (2014). *Sistema de Monitoreo de Centrales de Incendio*. Obtenido de <http://www.antuelectronica.com.ar/sites/default/files/Datasheet%20SMCI.pdf>
- Vargas, G. (2016). *Diseño y descripción de un sistema automatizado contra incendio en un yate de 45 metros de eslora*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6645/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-48.pdf>
- Velasco, H. (2015). *SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIO SEGÚN NORMAS NFPA 72 MEDIANTE COMUNICACIÓN DE DOBLE VÍNCULO A UNA ESTACION DE MONITOREO*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3511>
- Vera, R. C., Barbosa, J. J., & Pabón, G. D. (03 de 11 de 2017). *La tecnología zigBee estudio de las características de la capa física*. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Pamplona, Pereira. Obtenido de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/9831/10581>

Anexos

Anexo 1 Plano arquitectónico



INFRAESTRUCTURA

- 1.- Baños
- 2.- Cubiculos Docentes
- 3.- Cubiculos Docentes
- 4.- Laboratorio de Automatización
- 5.- Corredor
- 6.- Sala de Estar
- 7.- Laboratorio Fibra y Comunicaciones
- 8.- Laboratorio de Electrónica
- 9.- Laboratorio de Control
- 10.-Taller Electrico

SIMBOLOGIA

-  Central
-  Sensor de Humo
-  Sirena (Alarma)

SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS		
CONTIENE: PLANO ARQUITECTONICO		
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	1:400	ABRIL - 2019
INSTITUCION	ESCALA:	FECHA:
OSWALDO CHUGÁ	1 DE 2	
DIBUJD:	HOJA:	ARCHIVO:

Anexo 2 Programación de Arduino

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <TimerOne.h>
#include <EEPROM.h>
boolean stringComplete = false;
char v[6];
char v1[6];
int i = 0;
int cont = 0, cont_aux = 0;
boolean flag = 0;
boolean habilitar = 0;
boolean habilitar_alarma = 0;
int alarma = 50;
byte alarma_b = 0;
byte alarma_b2 = 0;
byte alarma_aux = 0;
boolean envio_alarma = 0;
int cont_t = 0;
int c_t = 0;
boolean c_t_b = 0;
int valor = 0;
unsigned long tiempo_1 = 0;
unsigned long tiempo_2 = 5;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Timer1.initialize(100000);
  Timer1.attachInterrupt(timer1sr);
  alarma = EEPROM.read(0);
  pinMode(13, OUTPUT);
  digitalWrite(13, 0);
}
void loop()
{
  delay(1);
  envio();
  recepcion();
}
void envio()
{
  cont_t++;
  if (cont_t == 100)
  {
    cont_t = 0;
    if (habilitar)
    {
      char buff[8];
      unsigned long sensor = analogRead(0);
      sensor = sensor * 100 / 1023;
      byte sensor_aux = int(sensor);
      alarma_b = (sensor_aux > alarma) &&
        habilitar_alarma;
      alarma_b2 = ((tiempo_1) / 10 >=
        tiempo_2);
      if (alarma_b2 > alarma_aux)
      {
        envio_alarma = 1;
      }
      alarma_aux = alarma_b2;
      sprintf(buff, "a%04u%1u%1uF",
        sensor_aux, alarma_b, envio_alarma);
      Serial.print(buff);
      envio_alarma = 0;
    }
  }
}
void recepcion()
{
  if (stringComplete)
  {
    valor = 0;
    decodificar();
    stringComplete = false;
    switch (v1[5])
    {
      case 'F':
        switch (v1[0])
        {
          case 'b':
            habilitar = valor;
            tiempo_1 = 0;
            break;
        }
        break;
      case 'X':
        switch (v1[0])
        {
          case 'a':
            alarma = valor;
            EEPROM.write(0, alarma);
            break;
          case 'c':
            habilitar_alarma = valor;
            tiempo_1 = 0;
            break;
        }
    }
  }
}

```


Anexo 2.1 Programación de Arduino

```
case 'd':
    tiempo_2 = valor;
    break;
}
break;
}
}
}
void decodificar()
{
    for (int j = 0; j < 6; j++)
        v1[j] = v[j];
    for (int j = 1; j < 5; j++)
        valor = valor * 10 + v1[j] - 48;
}
void timerIsr()
{
    if (habilitar && alarma_b &&
        habilitar_alarma)
        tiempo_1++;
    else
        tiempo_1 = 0;
    c_t++;
    if (c_t == 5)
    {
        c_t = 0;
        c_t_b = 1 - c_t_b;
        digitalWrite(13, c_t_b);
    }
}
void serialEvent()
{
    if (Serial.available() &&
        !stringComplete)
    {
        v[i] = (char)Serial.read();
        i++;
        if (i == 6)
        {
            stringComplete = true;
            i = 0;
        }
    }
}
```

Anexo 3 Programación de GPRS SIM900

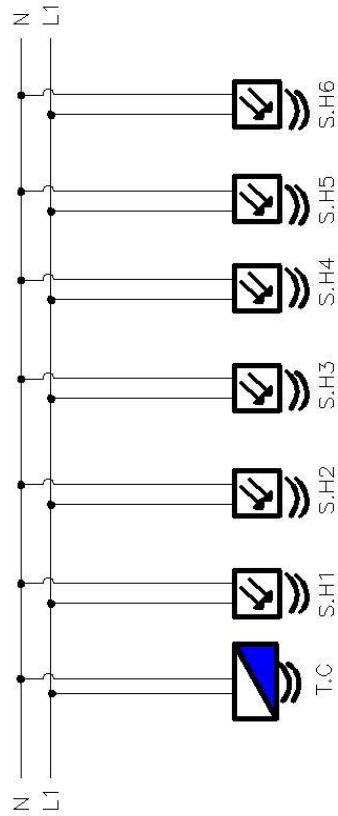
```

#include <TimerOne.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(7, 8);
char c;
boolean alarma = 0;
int cont_a = 0;
void sendSMS();
void setup()
{
  pinMode(12, OUTPUT);
  digitalWrite(12, 0);
  Serial.begin(19200);
  SIM900.begin(19200);
  Timer1.initialize(1000000);
  Timer1.attachInterrupt(timer1sr);
  delay(2000);
}
void loop()
{
  if (Serial.available())
  {
    c = Serial.read();
    call();
  }
}
void sendSMS()
{
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  SIM900.println("AT + CMGS =
\"+593990762078\");
  delay(100);
  switch (c)
  {
    case 'A':
      alarma = 1;
      digitalWrite(12, 1);
      SIM900.println("Alarma de incendio en
Cubiculos docentes");
      break;
    case 'B':
      digitalWrite(12, 1);
      alarma = 1;
      SIM900.println("Alarma de incendio en
Laboratorio de Automatización");
      break;
    case 'C':
      digitalWrite(12, 1);
      alarma = 1;
      SIM900.println("Alarma de incendio en
Taller eléctrico");
      break;
    case 'D':
      digitalWrite(12, 1);
      alarma = 1;
      SIM900.println("Alarma de incendio en
Laboratorio de Control");
      break;
    case 'E':
      digitalWrite(12, 1);
      alarma = 1;
      SIM900.println("Alarma de incendio en
Laboratorio de electrónica");
      break;
    case 'F':
      digitalWrite(12, 1);
      alarma = 1;
      SIM900.println("Alarma de incendio en
Laboratorio fibra y comunicaciones");
      break;
  }
  delay(100);
  SIM900.println((char)26);
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(500);
}
void call()
{
  SIM900.println("ATD + +593990762078;");
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(10000);
  SIM900.println("ATH");
}
void timer1sr()
{
  if (alarma)
  {
    cont_a++;
    if (cont_a == 60)
    {
      cont_a = 0;
      alarma = 0;
      digitalWrite(12, 0);
    }
  }
  else
  {
    cont_a = 0;
    digitalWrite(12, 0);
  }
}



```

Anexo 4
Diagrama eléctrico unifilar

DIAGRAMA ELECTRICO SISTEMA CONTRA INCENDIOS



SIMBOLOGIA

-  Central
-  Sensor de Humo

SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS		
CONTIENE: DIAGRAMA ELECTRICO UNIFILAR		
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	S/E	ABRIL - 2019
INSTITUCION	ESCALA:	FECHA:
OSWALDO CHUGÁ	2 DE 2	
DIBUJO:	HOJA:	ARCHIVO:

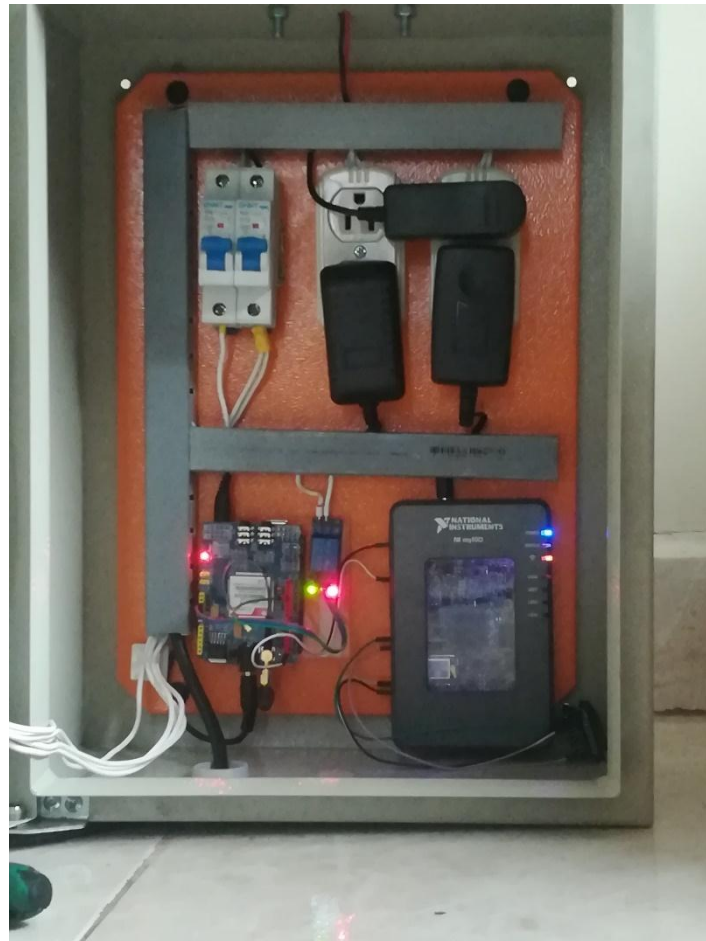
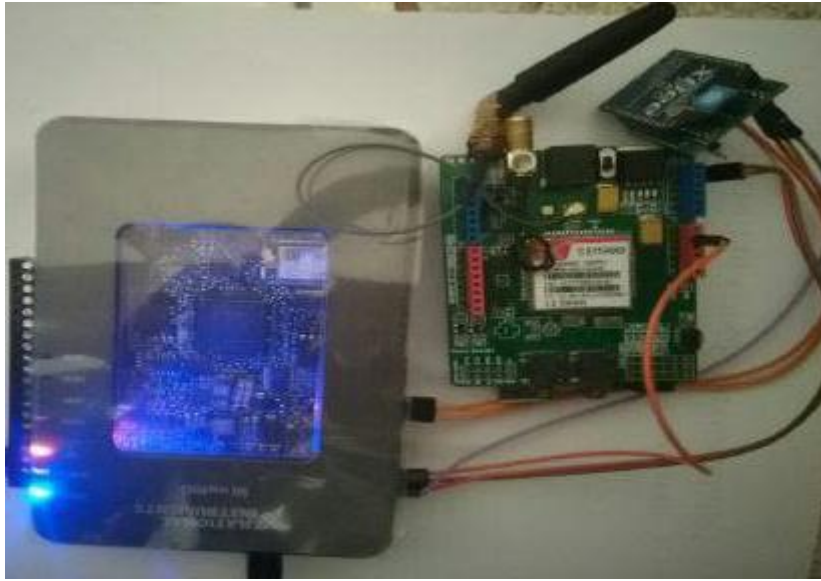
Anexo 5
Dispositivos que formaran parte del detector de humo



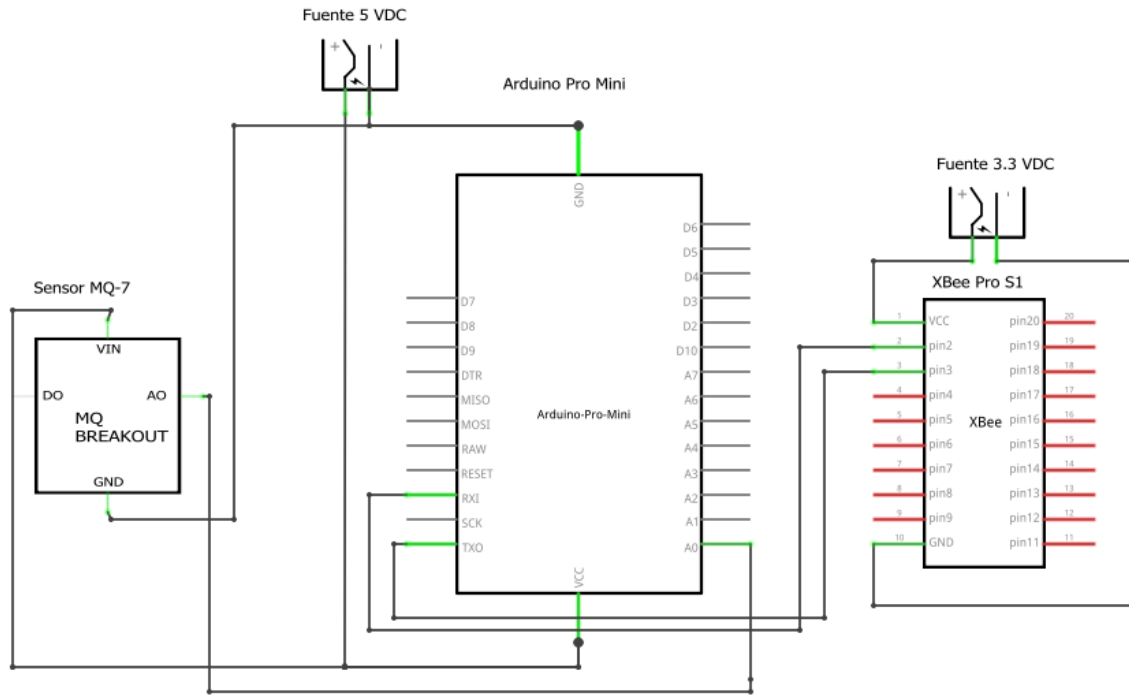
Anexo 6
Conexión de dispositivos que forman parte del detector de humo



Anexo 7
Dispositivos que conforman parte del módulo de control



Anexo 8 Esquema eléctrico del detector de humo y módulo de control



Puertos de E/S de Ni myRIO 1900

