



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
DE MONITOREO Y CONTROL LOCAL Y REMOTO DEL SISTEMA
CONTRA INCENDIOS PARA EL EDIFICIO PRINCIPAL DE
OPERACIONES DE LA ESTACIÓN COTOPAXI DEL INSTITUTO
ESPACIAL ECUATORIANO (IEE)”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

MALENA BELEN LOZA CASA

malenaloz_21@hotmail.com

NATALY ARACELY POZO VIERA

natyozo07@hotmail.com

DIRECTOR: ING. ANA VERÓNICA RODAS BENALCÁZAR, MBA.

ana.rodas@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. MAURICIO ROLANDO MUÑOZ CUEVA

mauricio.munoz@institutoespacial.gob.ec

Quito, agosto 2014

DECLARACIÓN

Nosotras, Malena Belén Loza Casa, y Nataly Aracely Pozo Viera, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Malena Belén Loza Casa

Nataly Aracely Pozo Viera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Malena Belén Loza Casa y Nataly Aracely Pozo Viera, bajo mi supervisión.

Ing. Ana Rodas, MBA
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Mauricio Muñoz
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A *Dios* por darme la sabiduría y la fuerza para terminar con éxito este proyecto.

A *mis padres y hermana*, por el apoyo incondicional, por las palabras de aliento cuando todo parecía inútil, por la paciencia y el amor que me dieron día a día.

A la *Escuela Politécnica Nacional*, por ser mi segundo hogar y a mis profesores que durante toda la carrera han aportado para mi formación profesional.

Al *Instituto Espacial Ecuatoriano*, que nos abrieron las puertas de su institución y nos brindaron la oportunidad de realizar este proyecto y conocer personas muy valiosas como lo son todo el personal que labora ahí.

A la *Ing. Ana Rodas MBA.*, directora de este proyecto, por su apoyo y consejos para finalizarlo de la mejor manera.

Al *Ing. Jorge Cárdenas* y al *Ing. Mauricio Muñoz*, por la colaboración y por su acertada ayuda para la culminación exitosa de este proyecto.

A mis compañeros, quienes estuvieron junto a mí a lo largo de esta difícil pero satisfactoria carrera, *Santiago* gracias por ser mi compañero incondicional.

A mi compañera de tesis *Naty* por su empeño y esfuerzo para finalizar con éxito este proyecto.

Malena Loza

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y tenerme bajo su protección a cada instante, por rodearme de personas que se han convertido en mi apoyo y por ser la guía para tomar las mejores decisiones que se ven reflejadas en el esfuerzo y dedicación de estos largos años de estudio.

A mis padres Milton y Carmen, por apoyarme siempre sin importar el tiempo y la distancia, gracias papás por todo su amor, paciencia y sacrificio, me siento orgullosa de ser su hija, todo lo que soy se los debo a ustedes.

A mi hermana, Vale, por no ser solo mi hermana sino mi mejor amiga, gracias pequeña por tu cariño, confianza y apoyo incondicional, eres una bendición para toda la familia.

A mis dos angelitos, Hugo y Gloria, gracias mis amados abuelitos por cuidarme y protegerme como su hija.

A mi compañera de tesis, Male, por su paciencia, motivación y optimismo que me han ayudado en momentos muy críticos durante la realización de este proyecto de titulación, gracias Ma por tu amistad.

A mis amigas y amigos, por su afecto sincero, gracias por arrancarme una sonrisa cuando más lo necesité, los quiero muchísimo.

A la Ing. Ana Rodas, al Ing. Mauricio Muñoz y al Ing. Jorge Cárdenas, por su acertada guía durante la ejecución de este proyecto, gracias por su profesionalismo y calidad humana.

A la Escuela Politécnica Nacional por darme las herramientas y los conocimientos necesarios que me permitirán cumplir con mi objetivo, el ser un ente productivo al servicio de la sociedad.

Al personal del Instituto Espacial Ecuatoriano, gracias por el tiempo y conocimiento brindados, fue un placer conocerlos, los llevo en mi corazón.

Me siento afortunada por todo lo que la vida me ha dado. Sin duda alguna el aprendizaje obtenido durante toda mi etapa universitaria marcará el resto de mi vida, muchas gracias a todos ustedes por ser parte de ella, Dios los bendiga.

Con cariño infinito,

Nataly Pozo

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres **Jaime** y **Margarita** quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad. A ellos les debo lo que soy ahora. Los amo.

Malena Loza

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermana.

Los amo con todo mi ser!

Nataly Pozo

CONTENIDO

RESUMEN	X
PRESENTACIÓN	xi
CAPÍTULO 1	12
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	12
1.1 INTRODUCCIÓN.....	12
1.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
1.2.1 SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS	12
1.2.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS	13
1.2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	14
1.2.4 NORMAS	16
1.3 INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO	17
1.3.1 SISTEMA CONTRA INCENDIOS PYAR-A-LARM	18
1.3.2 SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS CERBERUS	28
1.4 PROBLEMAS ENCONTRADOS.....	38
1.4.1 PRUEBAS DEL SISTEMA PYR-A-LARM	38
1.4.2 PRUEBAS DEL SISTEMA CERBERUS.....	39
1.5 JUSTIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO	39
CAPÍTULO 2	41
2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMAS CONTRA INCENDIOS.....	41
2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS	41
2.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM.....	43
2.2.1 UBICACIÓN DE LOS DETECTORES DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM	43
2.2.2 ALIMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM	44
2.2.3 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES DE LAS SEÑALES PROVENIENTE DE LOS LAZOS DE DETECTORES.	46
2.2.4 INDICADORES LUMINOSOS Y SONOROS	50
2.2.5 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES PARA ENCENDER LAS LUCES PILOTO DE ALARMA, FALLA Y LOS INDICADORES AUDIBLES BELL Y BUZZER Y SIRENA GENERAL.....	51
2.2.6 DISEÑO DEL ACONDICIONADOR PARA RESETEAR EL SISTEMA	53

2.2.7 DISEÑO DEL CIRCUITO BASADO EN EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P	54
2.2.8 DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM	57
2.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SUBSISTEMA MSA.....	60
2.3.1 ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE LOS DETECTORES	60
2.3.2 ALIMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA MSA.....	62
2.3.3 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES DE SEÑAL DE ENTRADA PROVENIENTE DE LOS LAZOS DE DETECTORES.	63
2.3.4 INDICADORES LUMINOSOS Y SONOROS	67
2.3.5 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES PARA ENCENDER LAS LUCES PILOTO DE ALARMA, FALLA Y LOS INDICADORES AUDIBLES BELL Y BUZZER.....	68
2.3.6 DISEÑO DEL ACONDICIONADOR PARA RESETEAR EL SUBSISTEMA	71
2.3.7 DISEÑO DEL CIRCUITO BASADO EN EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P	71
2.3.8 DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL DEL SUBSISTEMA MSA.....	73
2.4 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	76
CAPÍTULO 3	79
3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL	79
3.1 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P	79
3.1.1 ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE EL CANAL ANÁLOGO	80
3.1.2 DESCRIPCIÓN DE INTERRUPTOS.....	81
3.1.3 DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS.....	81
3.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO para el subsistema pyr-a-larm.....	82
3.1.5 DIAGRAMA DE FLUJO para el subsistema msa	87
3.1.6 COMUNICACIÓN MEDIANTE MÓDULOS XBEE	92
3.2 INTERFAZ DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS.....	95
3.2.1 PROGRAMACIÓN de los módulos xbee pro s1	95
3.2.2 COMUNICACIÓN DE DATOS CON LOS MICROCONTROLADORES	98
3.2.3 PANEL REMOTO ACCESIBLE DESDE UNA DIRECCIÓN IP	102
3.2.4 PANTALLAS DEL HMI	102
CAPÍTULO 4	105
4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	105
4.1. PRUEBAS EN EL SUBSISTEMA PYR-A-LARM	105
4.1.1. SUBSISTEMA EN ESTADO NORMAL.....	105

4.1.2. SUBSISTEMA EN ESTADO DE ALARMA	108
4.1.3. SUBSISTEMA EN ESTADO DE FALLA	111
4.1.4. REGISTRO DE EVENTOS OCURRIDOS	114
4.2. PRUEBAS EN EL SUBSISTEMA MSA.....	114
4.2.1. SUBSISTEMA EN ESTADO NORMAL.....	114
4.2.2. SUBSISTEMA EN ESTADO DE ALARMA	117
4.2.3. SUBSISTEMA EN ESTADO DE FALLA	120
4.2.4. REGISTRO DE EVENTOS OCURRIDOS	122
4.3. PRUEBAS EN LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	122
CAPÍTULO 5	124
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
5.1. CONCLUSIONES	124
5.2. RECOMENDACIONES	126
BIBLIOGRAFÍA	128
ANEXOS	130

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control del sistema contra incendios para el edificio 12 del Centro de Operaciones Espaciales Cotopaxi del Instituto Espacial Ecuatoriano, el mismo que se encuentra constituido por dos tableros de control, uno para cada subsistema, denominados PYR-A-LARM y MSA además de una interfaz gráfica que permite monitorear constantemente y a la vez los dos subsistemas.

Cada tablero está constituido por 2 tarjetas de control, la una contiene el microcontrolador en donde se procesan los datos provenientes de las zonas, y la otra contiene la parte de potencia, la misma que a través de relés controlados por señales del microcontrolador encienden los indicadores luminosos y audibles. Estos indicadores están colocados en la tapa del tablero, los de color rojo corresponden al estado de alarma, los de color verde al de falla y el indicador color azul muestra que el sistema está encendido; además presentan 2 interruptores que permiten silenciar los indicadores audibles de falla y alarma respectivamente y un pulsador para resetear el sistema.

La interfaz gráfica (HMI) se muestra en el computador principal, la misma presenta los 2 tableros de los subsistemas a ser monitoreados, con indicadores luminosos que muestran qué zona está en estado de alarma o falla. Presenta también planos del edificio 12, los mismos que permiten ubicar de forma más rápida la zona que está alarmada. Además se puede acceder a la interfaz a través de una dirección IP desde cualquier computador que se encuentre en red dentro de la institución.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto se desarrolla con el fin de implementar un sistema automatizado de control local y monitoreo local y remoto del sistema contra incendios para el edificio principal de operaciones del Centro de Operaciones Espaciales del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), el mismo que se presenta en 5 capítulos los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo se realiza un estudio, análisis y descripción de los sistemas de detección y alarma existentes PYR-A-LARM y CERBERUS y sus respectivos componentes como son: dispositivos iniciadores, dispositivos anunciadores, estaciones manuales, panel de control y extintores.

En el segundo capítulo se presenta el diagrama de bloques global del sistema de detección y alarmas contra incendios y el diagrama de bloques individual de cada uno de los subsistemas PYR-A-LARM y Subsistema MSA (llamado anteriormente CERBERUS); el dimensionamiento de las fuentes de energía, el diseño del circuito acondicionador de señal de los lazos de detectores y el circuito acondicionador para de salida el encendido de los indicadores luminosos y audibles así como también la interfaz de comunicación de ambos subsistemas.

En el tercer capítulo se presenta el desarrollo del software en el microcontrolador Atmega164p para procesar las señales que se reciben desde las zonas de detectores de los dos sistemas, y el diseño y programación de la interfaz de monitoreo.

En el capítulo cuatro se detallan las pruebas efectuadas en los subsistemas PYR-A-LARM y MSA y en estado NORMAL, ALARMA y FALLA y los resultados obtenidos con el fin de comprobar la respuesta del sistema ante dichos eventos.

Finalmente en el capítulo quinto se muestran las conclusiones obtenidas del desarrollo de este proyecto y varias recomendaciones para un mejor desempeño del mismo.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Debido a la vulnerabilidad del ser humano, los equipos del sistema contra incendios de una organización deben enfocarse en salvaguardar los recursos humanos y materiales. Para ello su función principal deberá ser detectar el incendio en su fase inicial y proveer de una alerta lo suficientemente clara para poder tomar las medidas adecuadas dependiendo de la gravedad de la situación.

En el presente capítulo se realiza un estudio y análisis de los sistemas de detección y alarma. Además se realiza una breve descripción de las partes más importantes que componen dichos sistemas, como son: dispositivos iniciadores, dispositivos anunciadores, estaciones manuales, panel de control, extintores, etc.

Posteriormente se analiza el caso del Instituto Espacial Ecuatoriano, en donde se encuentra el sistema contra incendios con el que se va a trabajar en el presente proyecto.

1.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.2.1 SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS

Un sistema contra incendios es aquel que detecta y anuncia que existe un incendio en un determinado lugar para permitir la puesta en marcha de las medidas previstas para su control y extinción. “Esto debe hacerse de forma segura (sin falsas alarmas), localizando el incendio, y transmitiendo la alarma a un lugar siempre atendido”¹

¹http://bomberoprofesional.com/uploads/Cap%C3%ADtulo_33_Sistemas_de_detecci%C3%B3n_y_alarma_de_incendios.pdf

Un sistema contra incendios está diseñado para dificultar los conatos de incendios evitando la propagación del fuego y efectos de gases tóxicos. Además debe permitir la permanencia de los ocupantes hasta su evacuación y facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos. [1]

1.2.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS

Tabla 1-1 Elementos de un sistema contra incendios [2]

ELEMENTO	DESCRIPCION	IMAGEN
Dispositivos iniciadores	Son aquellos que pueden ser activados en forma manual o mediante la detección de una señal de incendio y se encargan de llevar la información del estado de los dispositivos al panel de control.	 <p>Figura 1.1 Dispositivos iniciadores</p>
Dispositivos anunciadores	Alertan en caso de un conato de incendio, además de funcionar como indicadores o guías de las rutas de evacuación. Pueden ser visuales o sonoros y de algunos tipos como: lámparas indicadoras, sirenas u otros medios equivalentes, los mismos que proporcionan información sobre el estado de un circuito, condición o ubicación.	 <p>Figura 1.2 Dispositivos anunciadores</p>
Panel de Control	Es el equipo que procesa las señales de entrada permitiendo identificar inmediatamente la zona en donde se generó una alarma, ejecutando una acción de acuerdo a una programación previa.	 <p>Figura 1.3 Panel de Control</p>

1.2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

1.2.3.1 Sistemas de detección convencionales

Los detectores convencionales detectan un fenómeno y se activan, enviando una señal a la central de la zona en la que está el detector activado, sin identificar de cuál detector se trata. La central actúa y da la alarma al recibir la señal, por lo que su funcionamiento se basa en el tratamiento de las alarmas por zonas, plantas, alas o sectores de incendio, asociando a cada una de ellas un determinado número de detectores o estaciones manuales, como se observa en la figura 1.4.

Al activarse un detector o estación manual de una zona se identifica en la central (con una lámpara o un mensaje) en qué zona se encuentra. Este sistema sólo es adecuado para instalaciones pequeñas porque puede tardar en localizarse el lugar exacto de la alarma, ya que hay que desplazarse hasta la zona para identificarlo visualmente. Los detectores sólo dan aviso de estado “normal”, “alarma” y “falla”. [3]

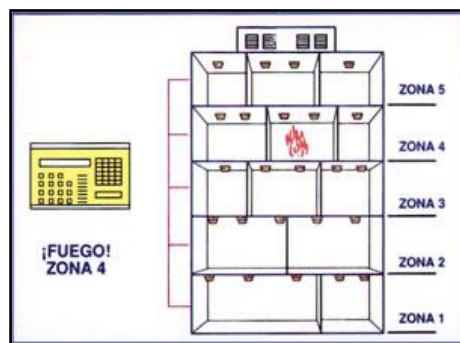


Figura 1.4 Distribución de un sistema convencional [3]

1.2.3.2 Sistemas de detección convencionales direccionables

Los sistemas direccionables surgieron a partir de la necesidad de una mejor identificación del lugar o área donde se producía la señal de alarma de incendio. Esto es posible puesto que cada detector se identifica individualmente, de modo que la central “sabe” qué detector se ha activado como se aprecia en la figura 1.5, a diferencia de los sistemas convencionales en los que la central solo “sabe” que hay una alarma en la zona, pero no cuál detector la ha producido. [4]

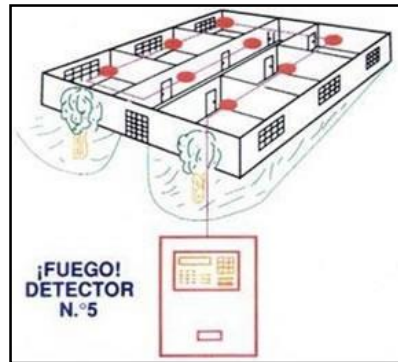


Figura 1.5 Distribución de un sistema convencional direccionable [4]

1.2.3.3 Sistemas de detección Analógico/Inteligente

Este sistema reconoce individualmente a cada uno de los detectores, pulsadores, sirenas o módulos que la conforman, por lo que a la hora de reflejar una alarma, indica el punto exacto donde ésta se produce, ya que previamente y mediante programación, se nombran todos los elementos, como se aprecia en la figura 1.6. Esto hace que sea, sin duda, el tipo de instalación más adecuado para grandes edificios administrativos, hoteles, hospitales, etc., donde sería muy difícil la localización del punto de alarma con una detección por zonas debido a la gran compartimentación de estos edificios. La detección de incendios analógica permite el control de elementos de otras instalaciones que tengan un rol importante a la hora de una posible evacuación del edificio, como son puertas cortafuegos de emergencia, sistemas de climatización, etc. [5]



Figura 1.6 Distribución de un sistema de detección inteligente [5]

1.2.4 NORMAS

El diseño de un sistema contra incendios debe estar basado en normas, de modo que se cumpla con los requisitos necesarios para que se pueda denominar a un sistema como confiable y eficaz.

1.2.4.1 Norma NFPA 72

La norma NFPA 72 (National Fire Protection Association) abarca los requerimientos mínimos de diseño, desempeño, ubicación, montaje, prueba y mantenimiento de sistemas de alarmas y detección de incendios, equipos de aviso de emergencia, y componentes para proveer un grado razonable de protección contra el fuego para la vida y propiedades.

1.2.4.1.1 Distribución típica de un sistema contra incendios

Los circuitos de iniciación que conectan los detectores de humo al panel de control, deben estar bajo supervisión continua para que cualquier condición de falla que pueda impedir el funcionamiento normal del sistema, sea detectada y anunciada.

Generalmente, los detectores de humo se clasifican como tetrafilares (4 conductores) y bifilares (2 conductores).

Los detectores tetrafilares (CLASE A) toman alimentación eléctrica de dos conductores independientes (figura 1.7) y, al igual que los bifilares, producen un cierre de circuito para enviar una condición de alarma. [6]

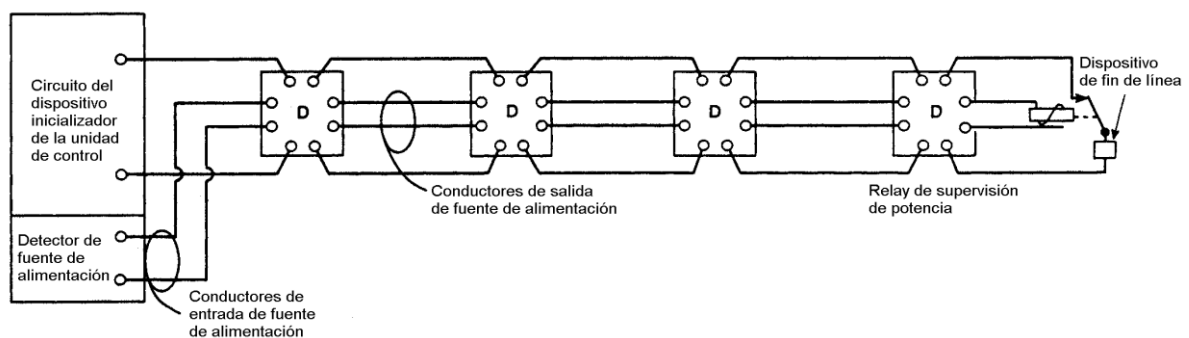


Figura 1.7 Distribución de un sistema de detección inteligente [5]

Los detectores bifilares (CLASE B) toman alimentación eléctrica del mismo panel de control de alarmas, a través del mismo circuito con el cual envían la señal de iniciación de alarma, como se muestra en la figura 1.8 [6]

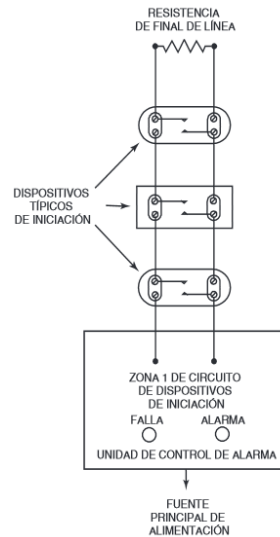


Figura 1.8 Circuito de detectores bifilar [6]

1.3 INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO

El Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) fue creado por decreto presidencial el 19 de julio de 2012. Para su funcionamiento, asumió las competencias, capacidades, atribuciones, funciones, representaciones, delegaciones y patrimonio del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), por lo tanto su principal objetivo es desarrollar la investigación científica del espacio exterior próximo a la tierra y el espacio ultraterrestre. Su Centro de Operaciones Espaciales (Estación Terrena Cotopaxi) se encuentra localizada en el Km. 55 de la Panamericana Sur (Páramo Romerillos), en la entrada al Parque Recreacional El Boliche. [7]

El edificio principal de operaciones (Edificio 12) cuenta con un cuarto principal de máquinas (MSA), un cuarto de tableros, instalaciones sanitarias, sala de audiovisuales, galería histórica, cafetería, enfermería y un total de 10 oficinas.

Antiguamente el edificio principal contaba con un sistema contra incendios que fue instalado cuando las instalaciones pertenecían a la NASA, este sistema se

denomina PYR-A-LARM. Posteriormente se instaló otro sistema en el cuarto principal de máquinas (MSA) denominado CERBERUS.

1.3.1 SISTEMA CONTRA INCENDIOS PYAR-A-LARM

El sistema contra incendios PYAR-A-LARM se instala en el año de 1969 durante el período en que la NASA se encuentra a cargo de la Estación Terrena, de acuerdo a información proporcionada por el personal que labora en el actualmente llamado Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE). Este sistema está instalado en todos los edificios de la Estación Terrena, aunque se encuentra fuera de funcionamiento actualmente.

Este proyecto consiste en rehabilitar el sistema existente en el edificio 12, el cual tiene un total de 126 detectores y un panel de control principal.

A continuación se procede a describir los elementos y equipos que forman parte del sistema contra incendios PYAR-A-LARM para entender su funcionamiento.

1.3.1.1 Tablero Principal

Está ubicado frente al área de archivo y permite visualizar si se ha originado un estado de alarma o falla del sistema. En la figura 1.9 se puede apreciar la parte externa del tablero.



Figura 1.9 Tablero de Control

Consta de:

- Unidad Indicadora de Fuego (Modelo FIU-6) y
- Unidad Indicadora de Zonas (Modelo ZIU-6).

La unidad indicadora de fuego, tiene como función principal alimentar con 270 VDC al circuito de detección y con 170 VDC al circuito de alarmas. (Figura 1.10)

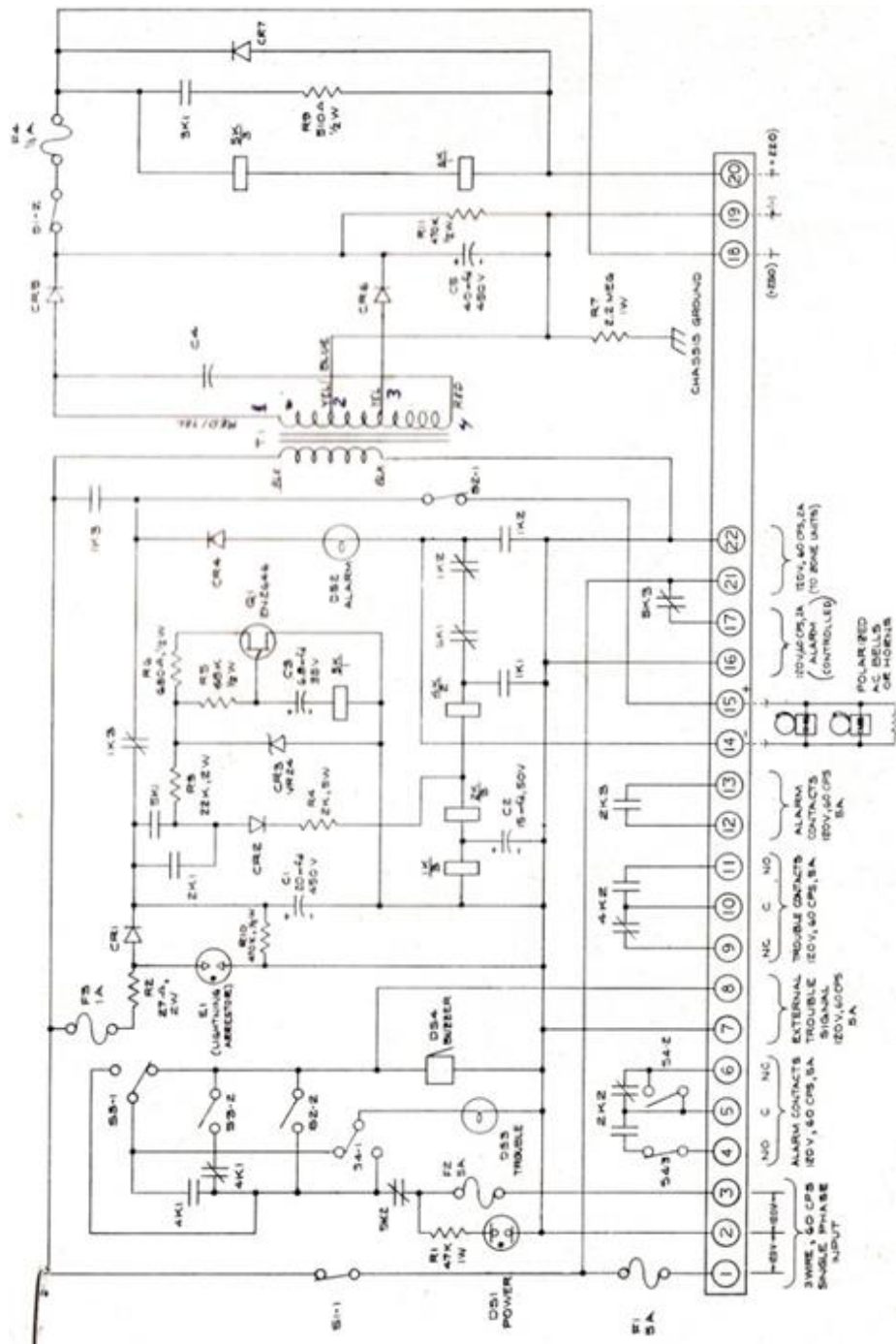


Figura 1.10 Diagrama de la Unidad Indicadora de Fuego (FIU-6)

Esta unidad permite desarrollar la alimentación para cada una de las zonas, a través del transformador, del puente de diodos y de los filtros capacitivos se obtienen 270 VDC.

Además está compuesta por relés y sus respectivos contactos que permiten sensar si se ha producido una ruptura en las líneas de los detectores y generar una señal de falla en el sistema, dando paso a que la luz de falla se encienda y suene el zumbador.

Asimismo cuando se ha activado un detector, se energiza un relé permitiendo que se dispare la señal de alarma junto con la luz de alarma y se active un circuito generador de pulsos, que permite encender intermitentemente los indicadores luminosos que se encuentran en la base de los detectores. Posee también interruptores que permiten resetear el sistema, silenciar la sirena que indica alarma y silenciar el zumbador.

Se tiene además una luz que indica si el sistema está energizado y funcionando. La parte externa de la FIU se muestra en la figura 1.11



Figura 1.11 Unidad Indicadora de Fuego (FIU)

- Unidad Indicadora de Zonas (MODEL ZIU-6)

Esta unidad recibe la alimentación de la FIU-6 puesto que están conectadas. Su función principal es recibir la señal de las 8 zonas y procesarlas para encender luces y disparar sirenas de falla y alarma según sea el caso.

Cada zona está conectada a un relé de dos pasos el cual permite que las zonas funcionen independientemente.

Cuando ocurre una falla, el relé asociado se desenergiza transmitiendo la señal de falla a la FIU, la cual la procesa y activa el zumbador y la luz, así como enciende las luces asociadas a cada zonas que se han puesto en falla. Una condición de alarma en cualquier zona, causa que el relé asociado se energice en su segundo paso, haciendo que la lámpara asociada a la zona se prenda, además permite la transferencia de la señal de alarma a la FIU-6 en donde se enciende la luz correspondiente junto con la sirena. El diagrama circuital se muestra en la figura 1.12 y la parte externa en la figura 1.13.

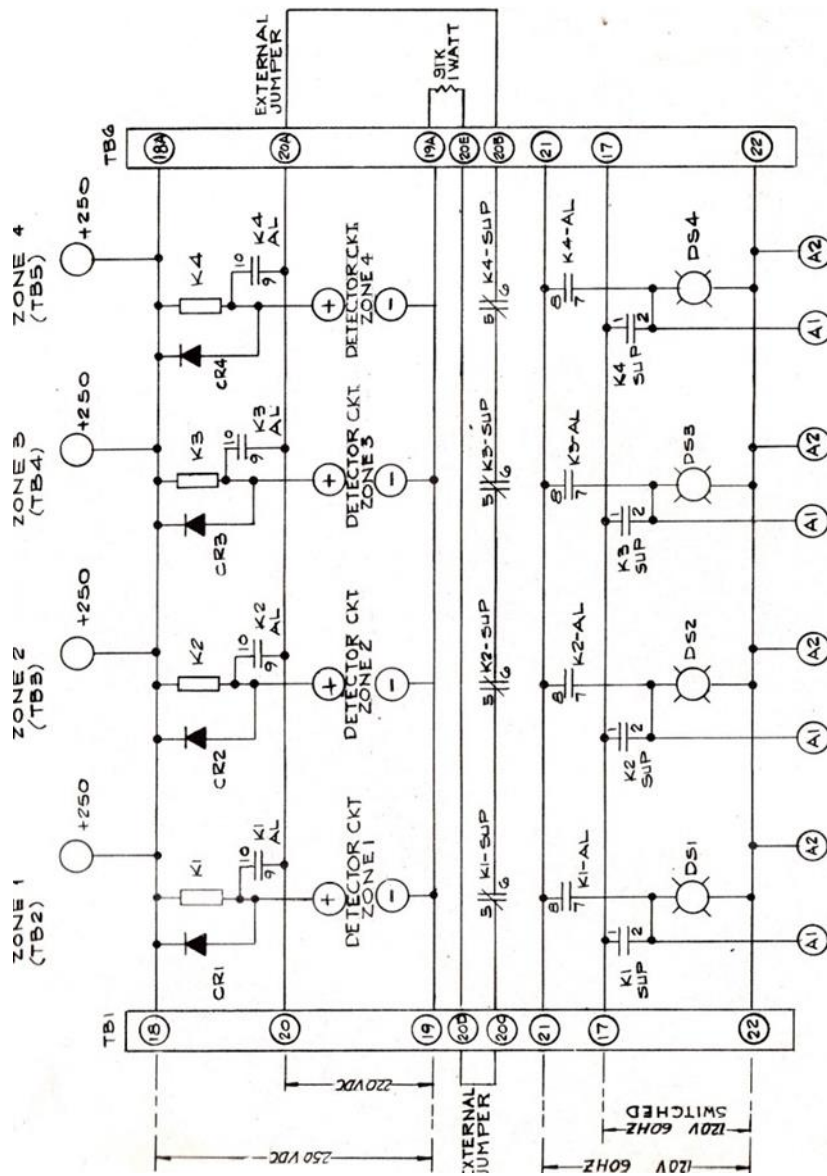


Figura 1.12 Diagrama de la Unidad Indicadora de Zonas (ZIU-6)

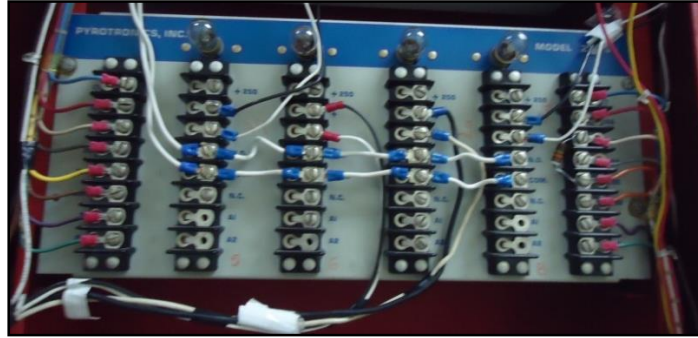


Figura 1.13 Unidad Indicadora de Zona (ZIU-6)

1.3.1.2 Detectores

Se encuentran instalados en tres ambientes: sobre el cielo raso, en el cielo raso y bajo el piso falso y son capaces de detectar humo, fuego y hasta corrientes de aire elevadas.

Existen dos tipos de detectores: Ionizantes (FDU-3/5A) en total 125 detectores distribuidos en todo el edificio. Y de llama (DFS-5) uno solo ubicado en la cafetería.

- Principio de operación del detector tipo ionizante

Este detector contiene un tubo de descarga de gas de cátodo frío controlado por dos cámaras de ionización. La cámara externa está expuesta a la atmósfera, mientras que la cámara interna está separada de la atmósfera. Cada cámara contiene una mínima cantidad de Americio 241, material radiactivo que emite partículas alfa, provocando que el aire se vuelva conductor. Cuando no existe humo o gases de combustión, el voltaje a través de la cámara externa está por debajo del potencial de disparo del tubo, manteniéndolo sin conducir.

Sin embargo cuando el humo o gases de combustión ingresan a la cámara de ionización externa la resistencia efectiva de ésta se incrementa provocando un aumento de voltaje aplicado al electrodo de arranque del tubo, lo que dispara al tubo cuya resistencia decrece permitiendo que la corriente circule a través de él. La sensibilidad puede ser variada mediante cambios mecánicos a la cámara externa, los mismos que varían su resistencia eficaz.

Los detectores están dispuestos sobre el cielo raso (figura 1.14), en el cielo raso (figura 1.15) y bajo el piso falso (figura 1.16)



Figura 1.14 Detector de tipo ionizante instalado sobre el cielo raso



Figura 1.15 Detector de tipo ionizante instalado en el cielo raso



Figura 1.16 Detector de tipo ionizante instalado bajo el piso

- Principio de operación del detector de llama

Este detector responde directamente a la llama, sensando la radiación infrarroja emitida. El detector está colocado en lugares en donde el fuego se desarrollaría rápidamente o en dónde la ignición sería instantánea.

Consta de una celda de silicón solar (fotoeléctrica) ubicada detrás de un filtro infrarrojo compuesto de un lente convexo. En respuesta a la llama el voltaje generado por la celda es amplificado y usado para activar un tubo de cátodo frío al igual que el detector de tipo ionizante. En la figura 1.17 se aprecia este tipo de detector.



Figura 1.17 Detector de llama

1.3.1.3 Indicadores luminosos de los detectores

Se encuentran instalados junto al tablero principal, frente al área de archivo (figura 1.18). Los indicadores luminosos están distribuidos por zonas y ordenados dependiendo de las coordenadas en las que se encuentra el detector. Además se cuenta con indicadores luminosos de energía (POWER), alarma y falla.

Cada detector cuenta con un indicador de alarma local que forma parte de su base, el mismo que se enciende intermitentemente cuando el detector se activa.

También existe otro tipo de indicador luminoso para los detectores que no son visibles, es decir los que se encuentran sobre el cielo raso y bajo el piso falso, como se puede ver en la figura 1.19



Figura 1.18 Indicadores luminosos de los detectores



Figura 1.19 Indicador luminoso para detectores no visibles

1.3.1.4 Estaciones Manuales (Pull down for fire alarm).

Se encuentran instaladas en la pared a media altura alrededor de todo el edificio de operaciones. Su forma de operación es sencilla: el usuario activa la alarma tirando hacia abajo la manija con lo que se envía una señal de alarma al panel principal. [8]

Existen cuatro botones de alarma en el edificio de operaciones:

- Uno en el MSA
- Uno en el área de mantenimiento
- Uno en el área de oficinas
- Uno en los baños

Este tipo de estaciones manuales están recomendadas como un respaldo de los detectores y deben estar localizadas en áreas de trabajo particularmente cerca de escaleras y salidas. En la figura 1.20 se observa una estación manual.



Figura 1.20 Botón de alarma de incendio

1.3.1.5 Extintores de Fuego

Son cilindros cargados de CO₂ (Anhídrido Carbónico) y es el único extintor manual que se tiene, los mismos que están distribuidos por todo el edificio de operaciones (figura 1.21), de la siguiente manera:

- Cinco en el MSA
- Uno en el cuarto de máquinas
- Uno en la cafetería
- Siete en el área de oficinas
- Uno en el área de hall

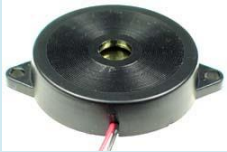



Figura 1.21 Extintor de fuego

1.3.1.6 Indicadores sonoros

Se activan, en caso de existir falla o alarma del sistema. Existen dos tipos BUZZER y Timbre de Alarma como se observa en la tabla 1.2

Tabla 1-2 Indicadores sonoros

Indicador sonoro	Descripción	Imagen
Buzzer	Indica la existencia de falla en una o varias zonas del sistema y se encuentra en la tarjeta de control.	 Figura 1.22 Buzzer
Timbre de Alarma	Indica la activación de un detector. Existen un total de cuatro timbres, uno general y tres locales. Este tipo de alarmas se activan con un voltaje de 120 VAC a 60 Hz	 Figura 1.23 Timbre de alarma

1.3.1.7 Distribución de los sensores por zonas

El sistema se encuentra dividido en zonas, las mismas que están compuestas por cierto número de detectores conectados en lazos.

Las zonas 1 y 4 corresponden a los detectores que se encuentran ubicados sobre el cielo raso y no son visibles.

Las zonas 2, 5 y 8, corresponden a los detectores que se encuentran ubicados en el cielo raso y son visibles.

Las zonas 3, 6 y 7 corresponden a los detectores que se encuentran ubicados debajo del piso y a su vez no son visibles.

Esta distribución fue realizada en la época en que la NASA usaba las instalaciones. Como se observa en la tabla 1.3.

Tabla 1-3 Número de detectores por zona y área

ZONA	ÁREA	N° DE DETECTORES
1	Área de operación (sobre cielo raso)	14
2	Área de operación (cielo raso)	34
3	Área de operación (bajo piso)	34
4	Área de oficinas (sobre cielo raso)	6
5	Área de oficinas (cielo raso)	15
6	Área de oficinas (bajo piso)	14
7	Área Común y baños (bajo piso)	2
8	Área Común y baños (cielo raso)	8

1.3.2 SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS CERBERUS

El sistema CERBERUS se instaló aproximadamente en el año de 1990, cuando las instalaciones pasaron a formar parte del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) , en la Sala de Recepción y Grabación Satelital (MSA) del edificio 12. En este edificio, ya existía el sistema de detección contra incendios PYR-A-LARM que se mencionó anteriormente, pero debido a la necesidad de proteger equipos muy costosos y esenciales para el desarrollo de las actividades en la Estación, se instala este sistema de detección y extinción de incendios cuyo agente extintor es gas halón. Este sistema cuenta con 33 sensores y un panel de control pero debido a la falta de repuestos este sistema se encuentra totalmente fuera de servicio. Los elementos que forman parte del sistema Cerberus son:

1.3.2.1 Tablero de detección y extinción

El panel principal se encuentra instalado en el área MSA cuya unidad de control CZ 1-02 se utiliza exclusivamente para la operación local y control del sistema de extinción.

La CZ 1-02 está formada por distintos bloques (Figura 1.24) los cuales se indican a continuación: [9]

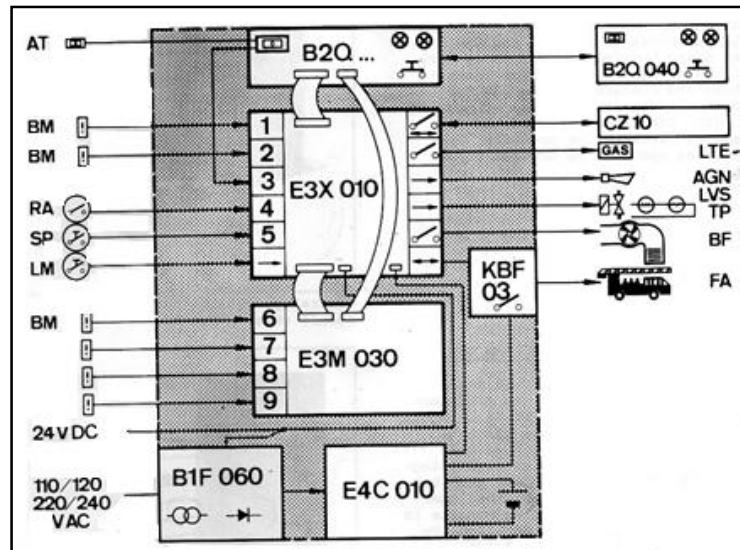


Figura 1.24 Diagrama de bloques del Circuito de la CZ 1-02 [9]

- E3x 010: Unidad Central de Procesamiento
Contiene todo el sistema electrónico de la unidad de control del sistema de extinción CZ 1-02.
- E3M 030: Módulo de línea auxiliar
Este módulo se lo utiliza si el CZ 1-02 necesita más de 2 líneas de detectores automáticos de incendio.
- B2Q 030 y B2Q 040: Consola de operación
Las consolas de operación permiten el funcionamiento completo de la CZ 1-02 y contienen el botón de accionamiento de extinción.
- B1F 060: Alimentación de la red
Recibe voltaje AC de la red de alimentación y lo convierte en voltaje DC por medio de un rectificador.
- E4C 010: Módulo de control de la batería
El sistema funciona con 24 VDC por lo que el módulo de control de la batería provee este nivel de voltaje, consta de 2 baterías.

- KBF 03: Transmisión remota

La KBF 03 es necesario cuando la CZ 1-02 funciona de forma autónoma y además necesita el equipo de transmisión remota.

Al panel de control le llegan distintas líneas de señal, que son:

- AT: Botón de accionamiento externo
- BM: Detectores de incendio
- RA: Interruptor de alarma de presión
- SP: Botón de bloqueo externo
- LM: Manómetro

Los dispositivos que controla el panel son los siguientes:

- LTE: Panel iluminado de aviso
- AGN 24.2 y AGN 24.1: Timbre de alarma
- LVS: Unidad de accionamiento de la válvula de extinción
- TP: Detonadores
- FA: Dispositivo de transmisión de alarma a distancia
- Bf: Instalaciones de control de fuego [9]

1.3.2.2 Detectores

Se encuentran instalados en tres ambientes:

- Sobre el cielo raso (4 detectores).
- En el cielo raso (17 detectores)
- Bajo el piso falso (12 detectores)

Además se tiene dos detectores llamados detectores de ductos, los mismos que se encuentran instalados a las salidas de los ductos de aire acondicionado (en las coordenadas D1 y R1) y un detector más que se encuentra en el cuarto de repuestos. [9]

Existen dos tipos de detectores:

- Ionizantes (F910).
- Ópticos de humo (R910)

Estos detectores son capaces de detectar humo y llama, el número máximo admisible de los detectores de incendios en las líneas de señal es técnicamente limitado.

Esto se puede calcular dividiendo el número 25 por el factor de conexión del detector que se especifica de acuerdo con la tabla 1.4.

Tabla 1-4 Factor de conexión de los detectores [9]

Tipo de Detector	Factor de Conexión (CF)
R 700	1,5
F 716	1
F 910	1
R910	1,25
D900	1

Para este caso:

$$R_{910} = \frac{25}{CF} [9] \quad \text{Ec. 1-1}$$

Empleando la ecuación 1-1 se obtiene el siguiente número de detectores

$$R_{910} = 20 \text{ detectores máximo}$$

$$F_{910} = \frac{25}{CF} [9] \quad \text{Ec. 1-2}$$

Y utilizando la ecuación 1-2 se obtienen:

$$R_{910} = 25 \text{ detectores máximo}$$

- Principio de operación del detector tipo ionizante

El sensor de ionización está formado de dos cámaras en las cuales el aire es ionizado, es decir eléctricamente conductivo por una fuente de radiación. La cámara interna es sellada mientras que la cámara externa es abierta para el aire circundante. Las dos cámaras forman un divisor de voltaje entre la fuente de poder aplicado. El punto común de la cámara es conectado al procesador electrónico.

Sus características físicas le permiten detectar en un rango visible e invisible las partículas de humo además de llama.

Tiene cámaras herméticamente encapsuladas las cuales previenen el polvo y la suciedad, razón por la cual este tipo de detector puede ser utilizado en habitaciones que presenten condiciones desfavorables.

Con el fin de adaptar el detector a diferentes requerimientos y condiciones, por ejemplo riesgos de fuego, ambientes contaminados, corrientes de aire, etc., la entrada de humo puede ser variada en 2 posiciones.

La respuesta de sensibilidad también se puede cambiar, existen 3 niveles, esto se logra a través del cambio físico del tamaño de la referencia de la cámara lo cual ocasiona también un cambio de corriente.

El voltaje de operación es típicamente 20 VDC, con un mínimo de 16 VDC, y un máximo de 26 VDC; mientras que la corriente operación es: típicamente 100 uA, con un mínimo de 80 uA, y un máximo de 120 uA. [9]. Cada base del detector contiene un indicador luminoso.

En la figura 1.25 se muestra un detector ionizante.



Figura 1.25 Detector ionizante

- Principio de operación del detector óptico

Este tipo de detector consiste en un sistema óptico con una fuente de luz, un receptor de luz, y un deflector que está dispuesto dentro de una cámara de tal manera que la luz de la fuente no puede alcanzar el receptor directamente. La

cámara es sellada para evitar alguna luz externa. Cuando no hay la presencia de humo, la luz no puede alcanzar al receptor y esto no produce salida.

El ingreso de humo a la cámara óptica en todas las direcciones, hace que parte de la luz dispersa alcance al receptor y a medida que aumenta el humo, más luz se dirige al receptor y su señal de salida aumenta.

El detector óptico responde en general a todo tipo de humo visible, es particularmente usado para lograr una alerta temprana de incendios y se lo puede utilizar en cualquier tipo de ambiente. La sensibilidad puede ser ajustada en 3 niveles, mediante la variación de una abertura situada alrededor del receptor de luz, es decir rotando el aro con una herramienta especial, este ajuste de sensibilidad se puede ver a través del cambio de posición de los orificios, los sensores están actualmente en posición normal por requerimientos técnicos. Un detector óptico se muestra e la figura 1.26. [9]



Figura 1.26 Detector óptico

1.3.2.3 Indicadores Luminosos

Existen tres tipos de indicadores luminosos que son:

- Indicadores luminosos de los detectores

Hay dos tipos, los que están ubicados en la base de los detectores y son de tipo LED y otros para los detectores que no son visibles como se puede ver en la Figura 1.27 y 1.28 respectivamente:



Figura 1.27 Indicador luminoso tipo led



Figura 1.28 Indicador luminoso para sensores no visibles

- Luz titilante

Ubicada en la parte superior de la puerta de emergencia. Se activa únicamente cuando existe una zona cruzada, es decir cuando se activan dos sensores de zonas diferentes. Ésta se puede observar en la figura 1.29



Figura 1.29 Luz Titilante

- Aviso luminoso de descarga

Ubicado en la parte superior de la puerta principal del MSA. Se activa únicamente cuando exista descarga del gas. Son las encargadas de dar una señal audible en el caso de que exista falla o alarma. (Figura 1.30) [9].



Figura 1.30 Aviso luminoso de descarga

- Alarma General

Instalada físicamente en la antena de colimación de Banda S, ésta se activa únicamente cuando existe una zona cruzada.

- Corneta

Instalada junto a la ventana sur del MSA fuera del edificio de operaciones. Se activará siempre que exista una alarma ya sea en zona simple o en zona cruzada. Actualmente ya no está instalada.

- Bocina Interna

Se encuentra instalada dentro del MSA en la parte superior del tablero principal de detección y extinción. Se activará siempre que exista una alarma ya sea zona simple o zona cruzada. Se encuentra en el tablero y se activará cuando suceda una falla o una alarma en cualquier zona del sistema. Ver figura 1.31 [9]



Figura 1.31 Bocina Interna

1.3.2.4 Botón Manual para Bloquear la Descarga

Se ubica al costado izquierdo de la puerta de emergencia del MSA. También existe un botón de bloqueo automático de descarga ubicado en el tablero principal. Como se aprecia en la figura 1.32 [9]



Figura 1.32 Botón Manual para bloquear la descarga

1.3.2.5 Botón de descarga del Gas

Existen 4 botones: dos instalados en la puerta principal del MSA, antes y después de la puerta, uno instalado en la puerta de salida de emergencia y otro más en el tablero principal en la parte superior izquierda. Se lo puede apreciar en la figura 1.33.



Figura 1.33 Botón de descarga de Gas

Este elemento se utiliza solamente en caso de emergencia, ya que la función que desempeña es la de simular una zona cruzada. Esto quiere decir que cuando haya incendio y los detectores automáticos no se activen, se deberá romper la ventana de estas cajas y la descarga se efectuará dentro de 20 segundos. [9]

1.3.2.6 Llaves Actuadoras

Existen tres llaves actuadoras que sirven para actuar en caso de presentarse falla o alarma. Dos instaladas en el tablero y una en el botón para bloquear la descarga. Las 3 llaves son físicamente iguales y se puede apreciar en la figura 1.34. [9]



Figura 1.34 Llaves Actuadoras

1.3.2.7 Detonador manual de la válvula de descarga del gas de extinción

Está ubicada en los cilindros del gas Halón 1301 (caseta roja fuera del edificio de operaciones cerca a la puerta de emergencia del MSA). Refiérase a la figura 1.35. [9]



Figura 1.35 Detonador manual de la válvula de descarga

1.3.2.8 Operación antigua del sistema

Antiguamente, cuando el sistema funcionaba estaba formado de 4 zonas:

- Zona 1 y 2 corresponden a los detectores automáticos en la sala MSA.
- Zona 3 detectores de los ductos del aire acondicionado.
- Zona 4 detector ubicado en el cuarto de repuestos.

Su funcionamiento presentaba los siguientes estados:

- Falla

En el caso de que exista una falla o avería, solo sonará el pito interno y se encenderán los focos correspondientes a la zona activada. El sistema ingresa en este estado cuando uno o varios detectores estén en malas condiciones, cuando exista una ruptura de un cable en el lazo o haya una falla de energía eléctrica. [9]

- Alarma zona simple

Una alarma en zona simple ocurre cuando se ha activado un solo detector, y sonarán: pito interno, bocina interna, y corneta. El sistema puede ponerse en estado de alarma si el detector se activa por presencia de humo, fuego o por falsa alarma. Se debe recalcar que una alarma en zona simple no genera la descarga de gas porque puede ser falsa alarma. [9]

- Alarma zona cruzada

Una alarma en zona cruzada ocurre cuando se han activado dos o más detectores, y sonarán: pito interno, bocina interna, corneta y la alarma general. Además se cerrarán las compuertas tanto superiores como inferiores que permiten el paso del aire a las otras oficinas. Se debe tomar en cuenta que cuando se activa la alarma por zona cruzada, existe el peligro de descarga de gas después de 20 segundos. [9]

1.4 PROBLEMAS ENCONTRADOS

1.4.1 PRUEBAS DEL SISTEMA PYR-A-LARM

Inicialmente el sistema estuvo deshabilitado, pero debido a la necesidad de comprobar los voltajes que manejaba previo a la rehabilitación del sistema, se lo puso en funcionamiento, a partir de lo cual se realizaron dos tipos de pruebas:

- Test de extracción del detector

Debido al mantenimiento inadecuado del sistema y después de las pruebas realizadas, se obtienen los siguientes resultados:

Al realizar el test de extracción del detector de humo se dispara una señal de alarma en el instante en el que se coloca nuevamente el sensor en su base, indicando que se ha detectado humo o gases de combustión, siendo esta una señal errada.

- Test de Humo

Al exponer a los sensores a humo y gases de combustión, se comprobó que funcionan correctamente, ya que en la FIU-6 se reflejó la señal de alarma enviada por la zona a la que pertenece el detector activado.

1.4.2 PRUEBAS DEL SISTEMA CERBERUS

Este sistema estaba fuera de funcionamiento y debido a que ya no se encontraron repuestos de la tarjeta de control, se elaboró una fuente de 24 VDC y acondicionamientos de señal con lo que se corroboró el buen estado de los detectores.

1.5 JUSTIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

En el edificio principal de operaciones previamente se encuentran instalados dos sistemas contra incendios, los cuales funcionan indistintamente. El sistema PYR-A-LARM se encuentra instalado alrededor de todo el edificio, mientras que el sistema CERBERUS solamente en el MSA.

Debido a que el primer sistema denominado PYAR-A-LARM fue instalado hace varias décadas, trabaja con tecnología obsoleta comparada con la tecnología actual. Es decir sus sensores manejan alrededor de los 220 VDC, y el funcionamiento en sí se basa en el uso de contactores, y otros elementos los cuales son antiguos y difíciles de conseguir en la actualidad.

El sistema denominado CERBERUS, fue instalado en la década de los 90, pero se encuentra fuera de funcionamiento, y es preciso habilitarlo.

Por esta razón la presente tesis se enfoca en el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control local y remoto, que permita manejar los dos sistemas y conjugarlos en una interfaz gráfica que facilite identificar el área en donde se ha generado la alarma de incendio o falla.

El proyecto plantea desarrollar dos tarjetas de control utilizando microcontroladores, los cuales receptan datos de los detectores y los enviarán a la PC a través de módulos Xbee para la comunicación inalámbrica con la interfaz gráfica (HMI) que es desarrollada en LABVIEW, de esta manera se logrará la supervisión continua de los detectores que conforman los sistemas, así como se lleva un registro de eventos ocurridos.

El nuevo sistema facilita y permite al personal de seguridad de la Estación Cotopaxi realizar un monitoreo y tomar acciones rápidas para controlar cualquier situación adversa. Este proyecto representa una inversión para la institución que a largo plazo evitará gastos o pérdidas de equipos, recursos y vidas humanas.

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMAS CONTRA INCENDIOS

En este capítulo se describe el diagrama de bloques global del sistema de detección y alarmas contra incendios y el diagrama de bloques individual de cada uno de los sistemas anteriormente mencionados que de ahora en adelante se denominarán Subsistema PYR-A-LARM y Subsistema MSA (antiguamente llamado CERBERUS).

Además se indica el dimensionamiento de las fuentes de energía y los diseños de los circuitos acondicionadores de entrada de señal proveniente de los lazos de sensores, los acondicionadores de salida de señal para los indicadores luminosos y audibles y la interfaz de comunicación de ambos subsistemas.

2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS

El sistema de detección y alarma contra incendios está formado por dos subsistemas PYR-A-LARM y MSA; cada uno de ellos posee su propio tablero de control, el primero está ubicado en el pasillo frente al área de archivo y el segundo en la Sala de Recepción Satelital (MSA).

Para agrupar estos dos subsistemas en una sola interfaz gráfica para el monitoreo y control remoto se utilizan módulos de comunicación inalámbrica XBee Pro S1.

A continuación se muestra el esquema en forma general del sistema de alarma contra incendios en la figura 2.1

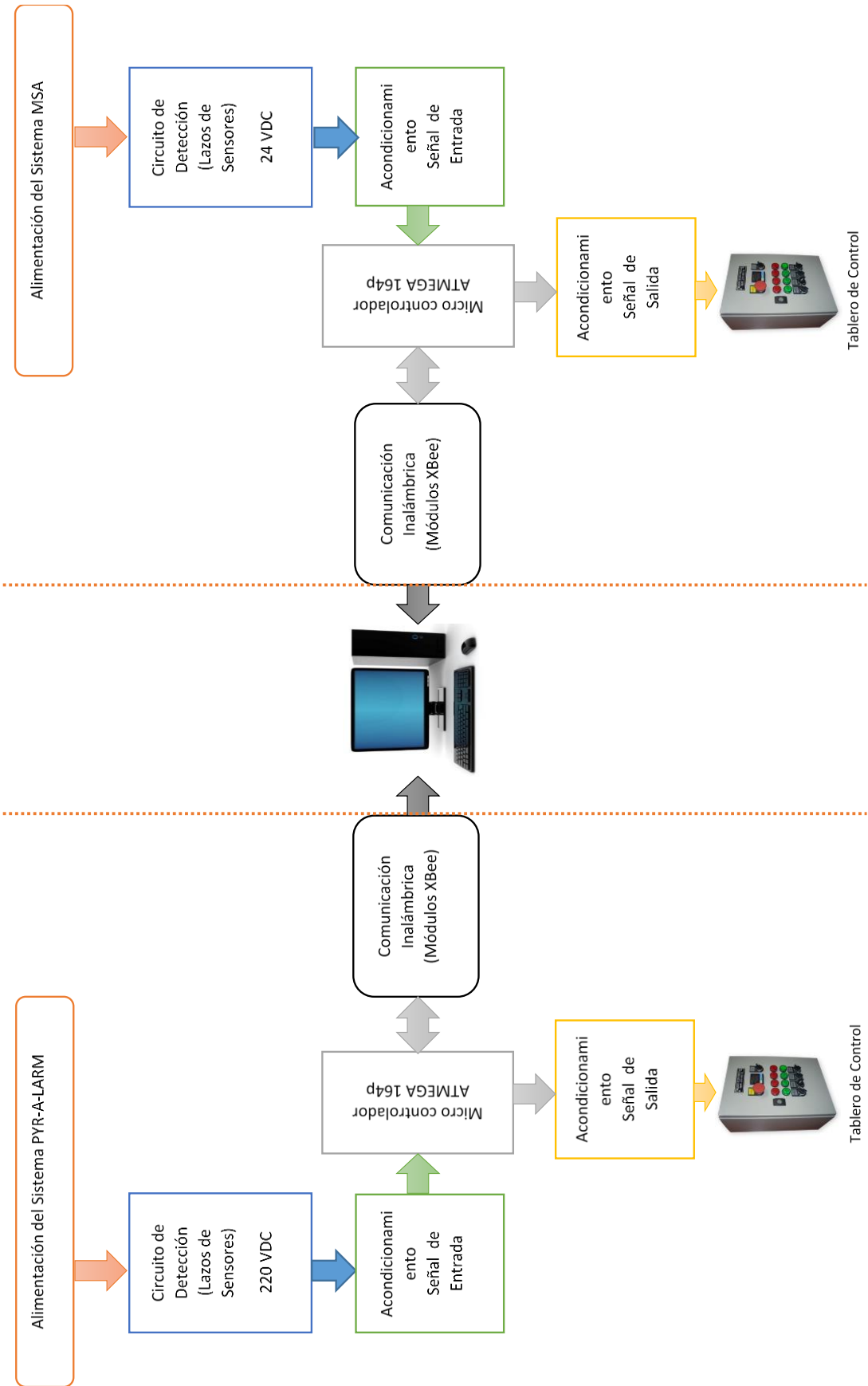


Figura 2.1 Diagrama de Bloques del Sistema de Alarmas Contra Incendio

2.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM

2.2.1 UBICACIÓN DE LOS DETECTORES DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM

Los detectores existentes son de tipo ionizante (126 en total) y están distribuidos en todo el Edificio de Operaciones N°12 en el ambiente, sobre el cielo falso y bajo el piso falso; existe también un detector de llama localizado en la cafetería.

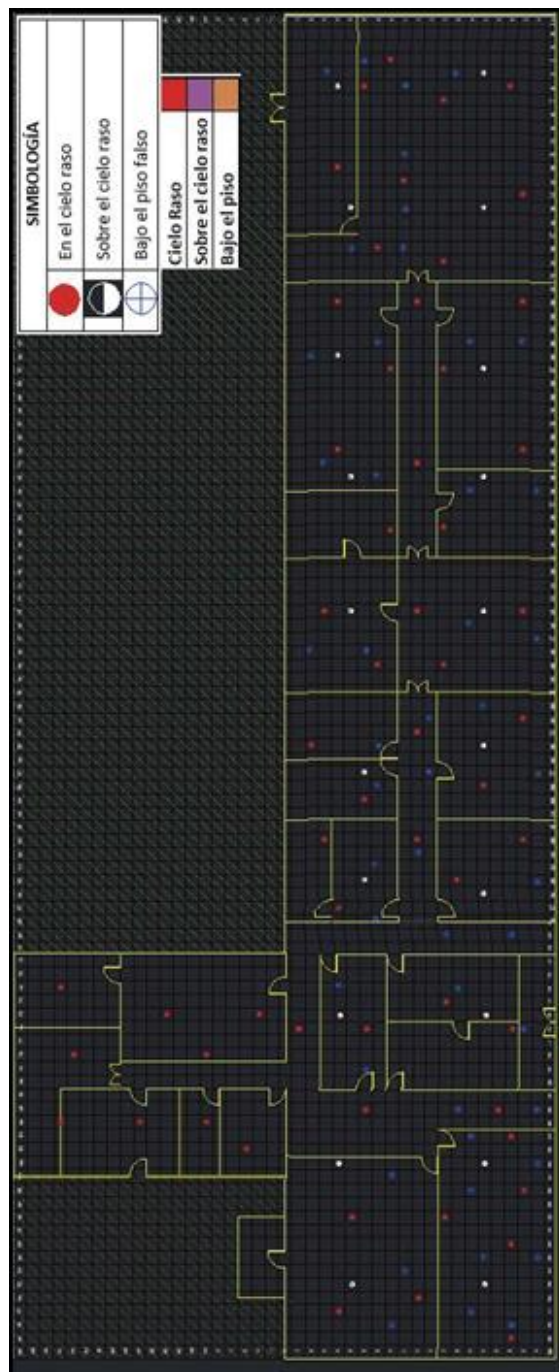


Figura 2.2 Plano de ubicación de detectores del subsistema PYR-A-LARM

En el plano de ubicación que se muestra en la Figura 2.2 se puede ver que existe un gran número de detectores los cuales están colocados cerca unos de otros, esto se debe a que el radio de detección de los mismos es demasiado pequeño (no supera los 0,5 metros según las pruebas realizadas).

Otra razón para su ubicación es que dentro del edificio existe el sistema de aire acondicionado que hace que el aire circule con mayor velocidad de lo normal y en caso de existir un incendio las partículas de humo viajan más rápidamente y se dificulta su detección.

2.2.2 ALIMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM

2.2.2.1 Fuente de alimentación +270 VDC para los lazos de detectores

El subsistema PYR-A-LARM posee 8 lazos de detectores que trabajan a un voltaje nominal entre 220 y 250 VDC, para lo cual se diseña e implementa una fuente que cumpla con este requerimiento de voltaje.

Se utiliza un transformador elevador existente en el sistema antiguo que tiene las siguientes características:

- Para su funcionamiento necesita un capacitor C1 de 1 uF y 660 VAC conectado entre los taps llamados “r/y” y “r”.
- Voltaje de Entrada: 120 VAC
- Voltaje de Salida: 440 VAC

Con estos valores encontrados de manera experimental se calcula la relación de transformación:

$$N = \frac{V_{\text{secundario}}}{V_{\text{primario}}} \quad \text{Ec. 2-1}$$

Utilizando la ecuación 2.1 se obtuvo el siguiente valor

$$N = 3.67$$

A partir de esto se procede a diseñar un rectificador de onda completa, sabiendo que:

$$V_{DC} = \frac{2V_p}{\pi} \quad \text{Ec. 2-2}$$

Empleando la ecuación 2.2 se obtiene el siguiente valor para el voltaje DC

$$V_{DC} = 280.11 \text{ V}$$

Para el filtro se asume una $R_L=6.8 \text{ K}\Omega$ considerando un rizado menor al 1%:

$$\gamma = \frac{1}{4\sqrt{3}fCR_L} \quad \text{Ec. 2-3}$$

$$C_2 = \frac{1}{4\sqrt{3}fR_L\gamma} \quad \text{Ec. 2-4}$$

Calculando en la ecuación 2.4 se obtiene:

$$C = 35.38 \text{ uF}$$

Se elige un capacitor de 47 uF y 500 V.

En la figura siguiente se puede observar el circuito de la fuente de 270 VDC.

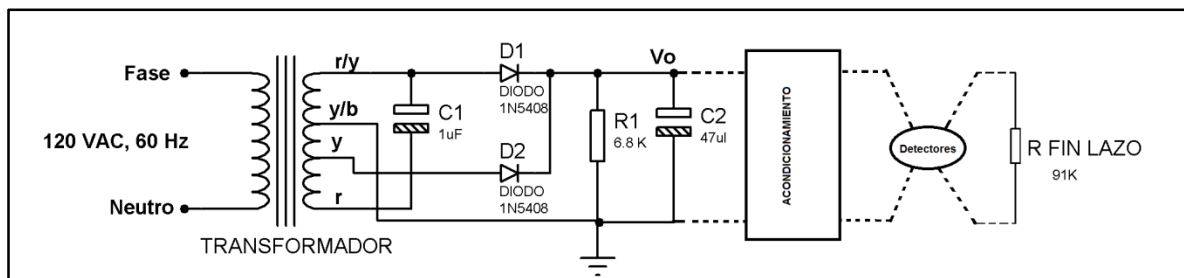


Figura 2.3 Circuito de la fuente de 270 VDC

2.2.2.2 Fuente de alimentación microcontrolador y módulo XBee

Para la alimentación del microcontrolador ATMEGA 164p (consumo de corriente máximo 200 mA) y del módulo de comunicación XBee Pro S1 (consumo de corriente 50mA y a máxima potencia 215 mA) se requieren 5 VDC los cuales se obtienen de una fuente regulada existente en el mercado con las siguientes características descritas en la tabla 2-1:

Tabla 2-1 Características Fuente +5 VDC

Características	Voltaje	Corriente
INPUT	100 – 120 VAC	0.6 A
	200 – 240 VAC	0.35 A
OUTPUT	+5 VDC	2 A

2.2.2.3 Fuente de alimentación +12VDC para relés de acondicionamiento de salida

El circuito acondicionador de los relés trabaja con una fuente de 12 Vdc, la cual se la encuentra disponible en el mercado y tiene las siguientes características:

Tabla 2-2 Características Fuente +12 VDC

Características	Voltaje	Corriente
INPUT	100 – 120 VAC	0.6 A
	200 – 240 VAC	0.35 A
OUTPUT	+12 VDC	2.1 A

2.2.3 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES DE LAS SEÑALES PROVENIENTE DE LOS LAZOS DE DETECTORES.

Las señales que llegan desde los 8 lazos o zonas de detectores que posee el subsistema PYR-A-LARM necesitan ser acondicionados hasta un valor de voltaje admisible para el canal analógico del microcontrolador Atmega 164p. Los lazos de los detectores están conectados de tal manera que forman un circuito de clase B por tanto por los mismo conductores de alimentación se tiene la señal que indica su estado Normal, Alarma o Falla a través de distintos niveles de voltajes, es importante notar que este tipo de circuitos tiene una resistencia de final de línea que en este caso es de 91 K Ω , 1 W. (ver Figura 2.4)

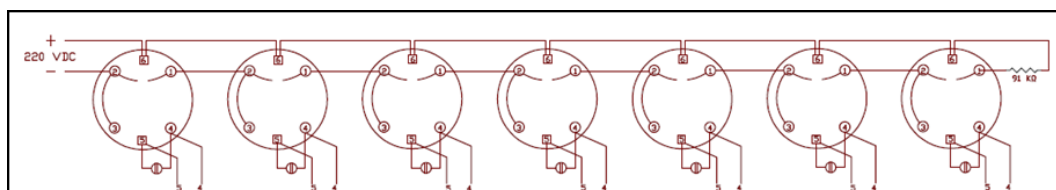


Figura 2.4 Conexión de Lazo de sensores Subsistema PYR-A-LARM

Debido a que la fuente de alimentación es una sola de 270 VDC, se utiliza una resistencia R_1 en cada zona para independizarlas al momento de la detección de los distintos estados de los lazos.

Cuando ningún detector de la zona está activado el lazo está en un estado NORMAL y se tiene en los terminales a–b el voltaje con el cual se están alimentando los detectores que es aproximadamente 240 VDC. El circuito equivalente se indica en la siguiente figura 2.5:

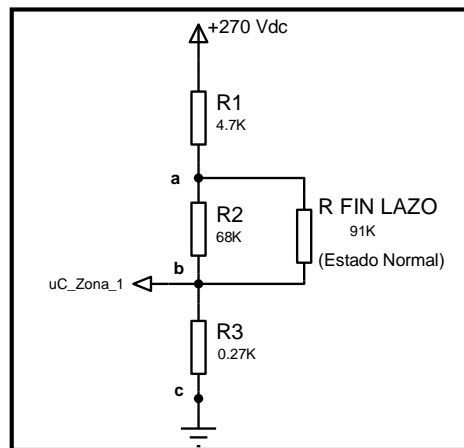


Figura 2.5 Circuito equivalente del lazo de detectores en Estado NORMAL
subsistema PYR-A-LARM

Cuando un detector de cualquiera de las ocho zonas existentes está activado se tiene un estado de ALARMA en la zona correspondiente como se muestra en el circuito de la Figura 2.6, el voltaje a los terminales a–b es 150 VDC debido a que los detectores presentan una resistencia aproximada de $15K\Omega$ cuando se encuentran en este estado.

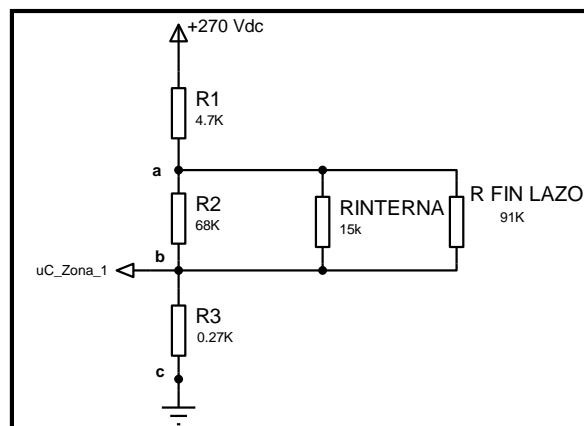


Figura 2.6 Circuito equivalente del lazo de detectores en estado de ALARMA

En caso que uno o varios detectores estén colocados de manera incorrecta, presenten algún problema por falta de mantenimiento o definitivamente se encuentren dañados, el lazo se encuentra abierto por lo que no se detecta la resistencia de 91 K Ω y en los terminales a–b se tiene el voltaje correspondiente al divisor de voltaje 250 VDC como se puede ver en la figura 2.7:

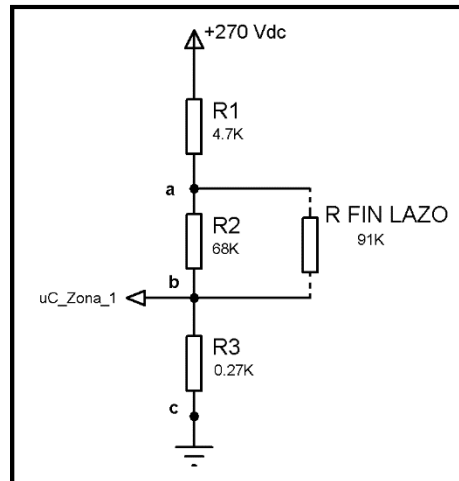


Figura 2.7 Circuito equivalente del lazo de detectores en estado de FALLA

Considerando que el valor máximo de voltaje que admite el microcontrolador ATMEGA 164p es de 5 VDC y esto será en caso de ALARMA, se calcula los valores adecuados de R_1 , R_2 y R_3 asumiendo que $R_1 = 4,7 \text{ K}\Omega$ y $R_2 = 68 \text{ K}\Omega$:

$$V_{fte} = V_{R1} + V_{ab} + V_{R3} \quad \text{Ec. 2-5}$$

$$V_{fte} = I(R_1 + R_{ab}) + V_{R3} \quad \text{Ec. 2-6}$$

Operando en la ecuación 2.6, se obtiene:

$$I = 17,06 \text{ mA}$$

$$V_{R3} = IR_3 \quad \text{Ec. 2-7}$$

$$R_3 = \frac{V_{R3}}{I} \quad \text{Ec. 2-8}$$

Utilizando la ecuación 2.7 y 2.8 se obtiene:

$$R_3 = 0,292 \text{ K}\Omega$$

Se escoge un valor normalizado $R_3 = 0,27 \text{ K}\Omega$.

Para R_1 la peor condición se tiene en estado de alarma:

$$V_{R1} = V_{fte} - V_{ab} \quad \text{Ec. 2-9}$$

Empleando la ecuación 2-9 se obtiene:

$$V_{R1} = 120 \text{ V}$$

$$P_{R1} = \frac{V_{R1}^2}{R_1} \quad \text{Ec. 2-10}$$

Y según la ecuación 2-10, se tiene el siguiente valor de potencia.

$$P_{R1} = 3,06 \text{ W}$$

Para R_2 y R_3 las peores condiciones se da en estado de falla donde $V_{R2} = 250 \text{ V}$ y $V_{R3} = 4.5 \text{ V}$:

$$P_{R2} = \frac{V_{R2}^2}{R_2} \quad \text{Ec. 2-11}$$

Utilizando la ecuación 2-11, se obtiene el siguiente valor de potencia

$$P_{R2} = 919 \text{ mW}$$

$$P_{R3} = \frac{V_{R3}^2}{R_3} \quad \text{Ec. 2-12}$$

Y con la ecuación 2-12, se obtiene:

$$P_{R3} = 75 \text{ mW}$$

Los valores de resistencia comerciales se muestran en la tabla 2-3:

Tabla 2-3 Valores de resistencia para acondicionamiento de señales de las zonas

Resistencia	Valor	Potencia
R_1	4,7 K Ω	5 W
R_2	68 K Ω	1 W
R_3	270 Ω	1/4 W





Se tienen en la tabla 2-4 los niveles de voltaje, los cuales ingresan al microcontrolador en estado Normal, de Alarma y de Falla respectivamente:

Tabla 2-4 Niveles de voltaje que ingresan al microcontrolador en los diferentes estados.

Estado	Nivel de Voltaje a-b	Nivel de Voltaje c-b (Salida al uC)
FALLA	250 - 270 VDC	0,00 - 0,44 VDC
NORMAL	220 - 249 VDC	0,45 - 1,38 VDC
ALARMA	136– 180 VDC	1,39 - 5,00 VDC

2.2.4 INDICADORES LUMINOSOS Y SONOROS

Tabla 2-5 Descripción de indicadores luminosos y sonoros

Elemento	Descripción	Imagen
Indicadores luminosos	Se coloca una luz piloto por cada zona para indicar estado de ALARMA (color rojo) y otra para estado de FALLA (color verde). Las lámparas Indicadoras son de Neón de 120 VAC, tipo plana de 42.5 mm de longitud y 9.2 mm de diámetro	 <p>Figura 2.8 Indicadores Luminosos de Neón</p>
Indicadores sonoros	Bell. - Para el estado de ALARMA se utiliza el circuito de indicadores sonoros pertenecientes al sistema antiguo. Las campanas de este sistema funcionan a 120 VAC, 60 Hz	 <p>Figura 2.9 Indicador Audible BELL</p>
	Sirena General. - Para el estado de ALARMA además del indicador audible BELL se utiliza una sirena de 120 VAC, 60 Hz ubicada en la parte externa del Edificio N° 12 con el fin de que en caso de existir una alerta todo el personal de la Estación Cotopaxi tenga conocimiento y pueda actuar eficientemente.	 <p>Figura 2.10 Indicador Audible Sirena General</p>
	Buzzer. - Para el estado de FALLA se ocupa el zumbador existente en el sistema antiguo el cual trabaja a 120 VAC, 60 Hz.	 <p>Figura 2.11 Indicador Audible Buzzer</p>

2.2.5 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES PARA ENCENDER LAS LUCES PILOTO DE ALARMA, FALLA Y LOS INDICADORES AUDIBLES BELL Y BUZZER Y SIRENA GENERAL.

Los indicadores luminosos de alarma y falla de cada zona funcionan a 120 VAC, por lo que se requiere de un circuito de acondicionamiento con el fin de activarlos con las salidas digitales del microcontrolador, al igual que los indicadores audibles Bell (120 VAC), Buzzer (120 VAC) y Sirena General (120 VAC).

Para el diseño se utiliza relés de 12 VDC, que se activan a través de los transistores bipolares de juntura (TBJ) 2N3904, los cuales deben trabajar en zona de corte (bloqueo) y saturación (conducción).

Para el estado de ALARMA (Ver figura 2.13), se requiere encender una luz indicadora por zona y se utiliza un relé de 12 VDC (Figura 2.12) con un contacto normalmente abierto (NA) y uno normalmente cerrado (NC) de las siguientes características:

Tabla 2-6 Características Relé 12 VDC, 5 pines

Voltaje	Corriente Máxima
250 - 125 VAC	10 A
30 - 28 VDC	10 A



Figura 2.12 Relé 12 VDC, 5 pines

Para calcular el valor de la resistencia que va a la base del transistor se considera el voltaje de salida que proporciona el Atmega 164p en el nivel alto (1L) que es 5 VDC y se asume una corriente mínima igual a 2 mA.

Ec. 2-13

$$V_{uC} = I_B R_B + V_{BE}$$

Si $I_B = 2 \text{ mA}$ y $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$;

$$R_B = \frac{5 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{2 \text{ mA}}$$

$$R_B = 2150 \Omega$$

Se escoge un valor de resistencia normalizado $R_B = 2200 \Omega$.

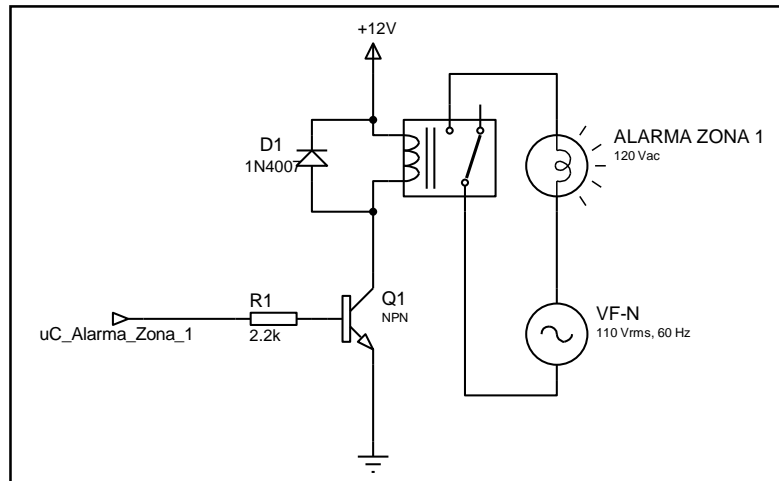


Figura 2.13 Circuito para la activación de la luz piloto en estado de ALARMA del subsistema PYR-A-LARM

En estado de FALLA (Figura 2.14), se activa una luz indicadora por zona de detectores; el circuito que se indica a continuación tiene el relé para el encendido de cada uno de estos indicadores:

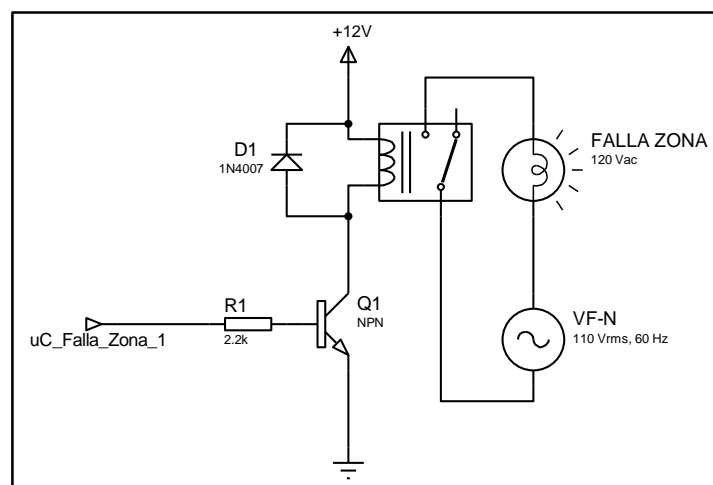


Figura 2.14 Circuito para encendido de la luz indicadora de FALLA de cada zona de detectores del subsistema PYR-A-LARM

Para activar el indicador audible en estado de ALARMA llamado BELL y la Sirena General se tiene el acondicionamiento mostrado en la Figura 2.15:

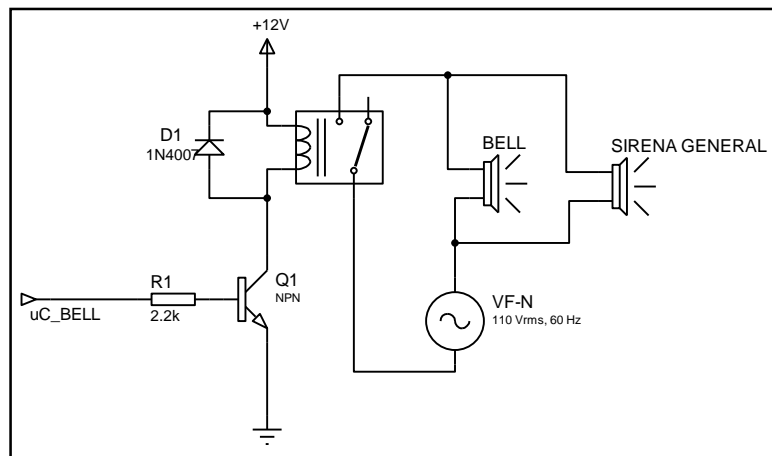


Figura 2.15 Circuito para encendido del indicador audible BELL y Sirena General de estado de ALARMA.

El circuito de la Figura 2.16 muestra el acondicionamiento para encender el indicador audible en estado de FALLA denominado BUZZER:

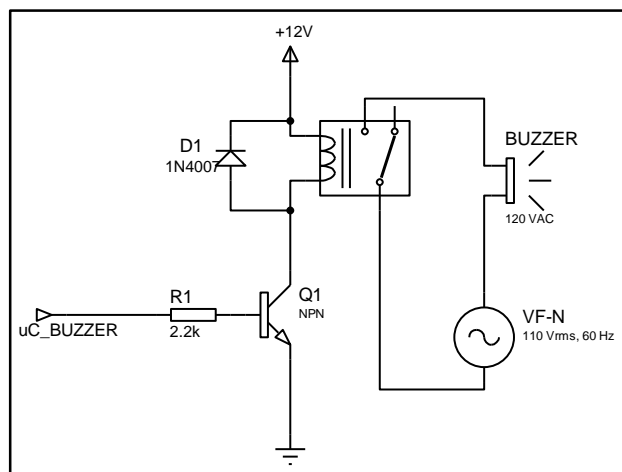


Figura 2.16 Circuito acondicionador para encendido del BUZZER.

2.2.6 DISEÑO DEL ACONDICIONADOR PARA RESETEAR EL SISTEMA

Cuando una zona entra en estado de ALARMA y a pesar de que los gases de combustión hayan desaparecido después para volver a las condiciones iniciales del subsistema es necesario resetearlo es decir dejar sin energía a los lazos de detectores por un tiempo aproximado de 5 segundos. Para lograr esto mediante un relé de 12 VDC se abre la fase de voltaje correspondiente a la fuente de

alimentación de los 270 VDC a partir de una señal proveniente del microcontrolador como se indica en la Figura 2.17:

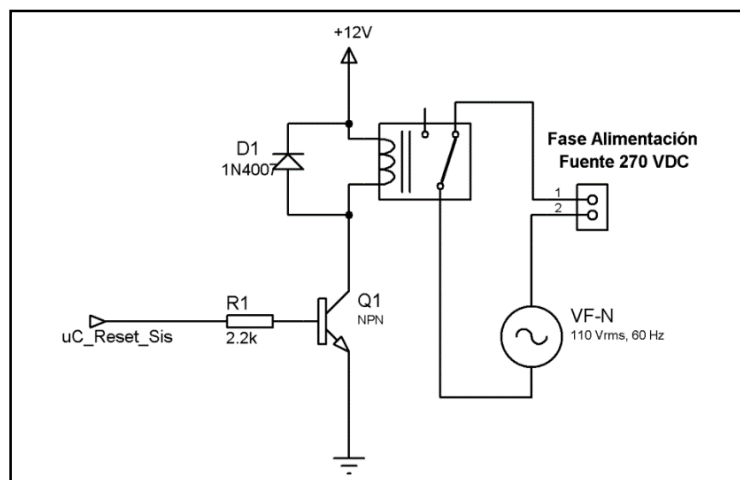


Figura 2.17 Circuito de Reset del Subsistema PYR-A-LARM

2.2.7 DISEÑO DEL CIRCUITO BASADO EN EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

2.2.7.1 Características del Microcontrolador Atmega164P

El microcontrolador Atmega164p permite recibir, procesar y enviar señales de control, las características se muestran en la tabla 2-7:

Tabla 2-7 Características del microcontrolador

Nombre	Descripción
Características Generales	Microcontrolador AVR de 8 bits de alto rendimiento y bajo consumo. Capacidad de procesamiento de 20 MIPS a 20 MHz. Voltaje de operación 2.7 – 5.5V
Velocidad de funcionamiento	8 MHz
Memorias	16 K bytes de FLASH 512Bbytes de EEPROM 1K bytes de SRAM Interna
Periféricos Seriales	Dos puertos Seriales USART Programables
Periféricos Análogos	ADC de 10 bits y 8 canales
Otros periféricos	32 líneas de E/S programables

2.2.7.2 Asignación de pines del Microcontrolador Atmega164P a entradas y salidas

La siguiente figura muestra cómo están utilizados los pines del microcontrolador:

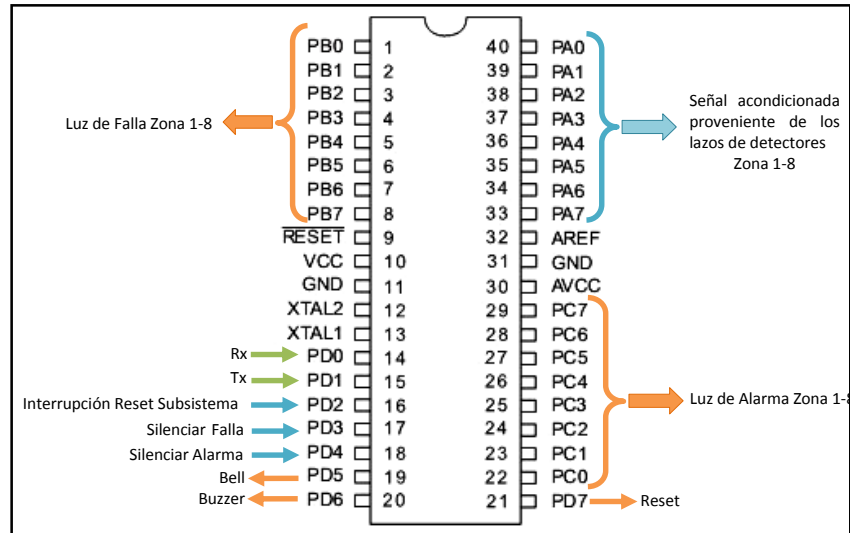


Figura 2.18 Distribución de pines del microcontrolador

Se utilizan las 8 entradas analógicas del canal A, una por cada lazo de detectores, una interrupción externa que permite resetear el sistema manualmente y 2 entradas digitales que detectan el estado ya sea encendido o apagado de la alarma (Bell) y del zumbador (Buzzer), esto se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2-8 Entradas al microcontrolador Atmega 164p

ENTRADAS	PIN uC	DESCRIPCIÓN
Zona 1	Porta.0	Entrada ADC
Zona 2	Porta.1	Entrada ADC
Zona 3	Porta.2	Entrada ADC
Zona 4	Porta.3	Entrada ADC
Zona 5	Porta.4	Entrada ADC
Zona 6	Porta.5	Entrada ADC
Zona 7	Porta.6	Entrada ADC
Zona 8	Porta.7	Entrada ADC
Interrupción Reset Sistema	Portd.2	Int 0
Silenciar Falla	Portd.3	Entrada Digital
Silenciar Alarma	Portd.4	Entrada Digital

Para la comunicación serial se utilizan los Pines de Rx y TX respectivamente como se indica a continuación:

Tabla 2-9 Pines para la comunicación

COMUNICACIÓN	PIN uC	DESCRIPCIÓN
Rx	Portd.0	In
Tx	Portd.1	Out

Para enviar las señales de control hacia los relés y encender las luces en estado de FALLA y ALARMA se utilizan 8 salidas en cada caso. Para controlar los relés de encendido y apagado de los indicadores sonoros BELL y BUZZER se ocupa 1 salida por cada uno y para controlar el relé que resetea el sistema se utiliza una salida.

Tabla 2-10 Salidas del Microcontrolador Atmega 164p

SALIDAS	PIN uC	DESCRIPCIÓN
Luz de Falla Zona 1	Portb.0	Salida Digital
Luz de Falla Zona 2	Portb.1	Salida Digital
Luz de Falla Zona 3	Portb.2	Salida Digital
Luz de Falla Zona 4	Portb.3	Salida Digital
Luz de Falla Zona 5	Portb.4	Salida Digital
Luz de Falla Zona 6	Portb.5	Salida Digital
Luz de Falla Zona 7	Portb.6	Salida Digital
Luz de Falla Zona 8	Portb.7	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 1	Portc.0	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 2	Portc.1	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 3	Portc.2	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 4	Portc.3	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 5	Portc.4	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 6	Portc.5	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 7	Portc.6	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 8	Portc.7	Salida Digital
Bell	Portd.5	Salida Digital
Buzzer	Portd.6	Salida Digital
Reset Sistema	Portd.7	Salida Digital

2.2.8 DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL DEL SUBSISTEMA PYR-A-LARM

El tablero del subsistema PYR-A-LARM está compuesto por:

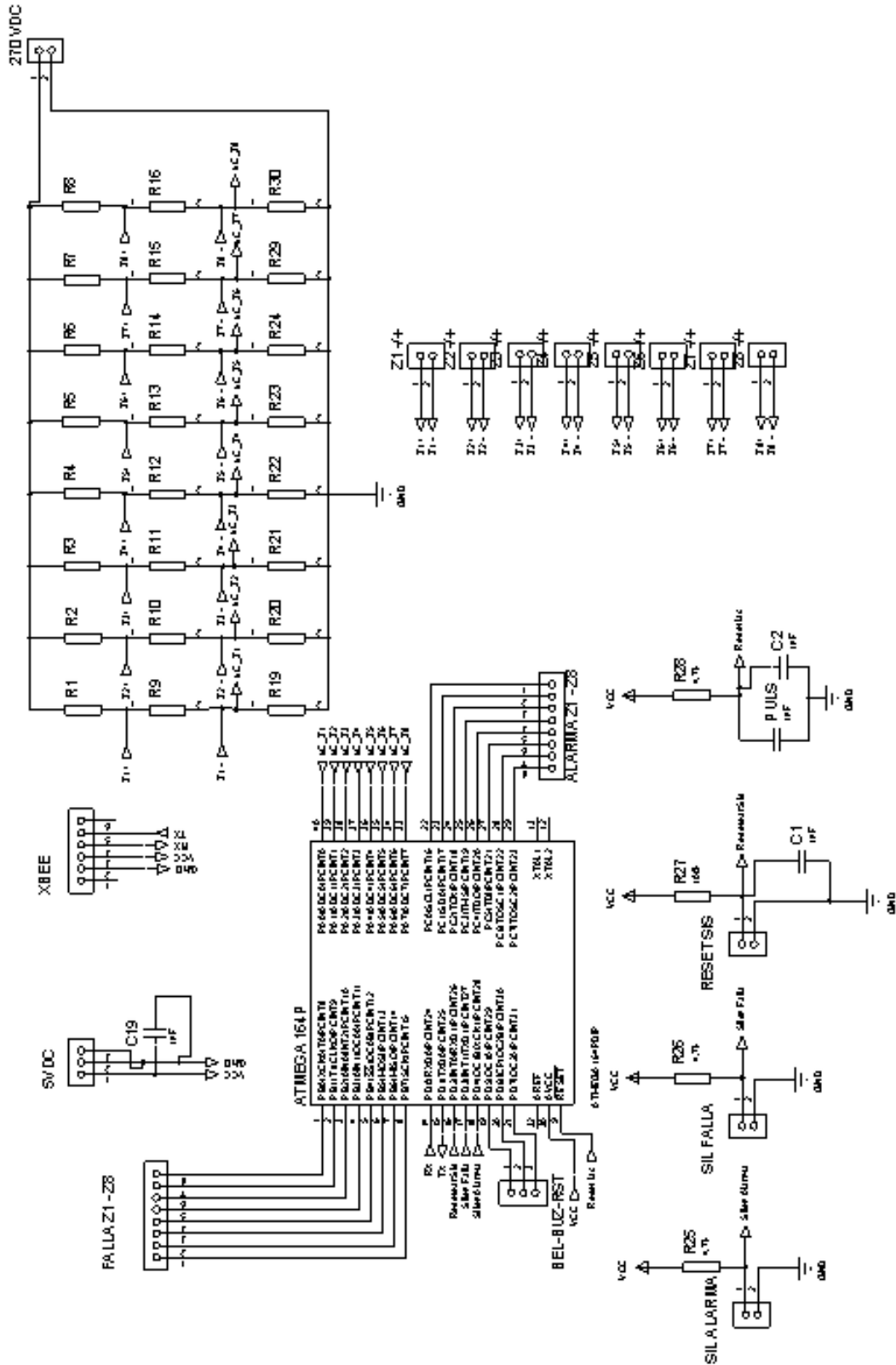


Figura 2.19 Circuito de Control Subsistema PYR-A-LARM (Placa N°1)

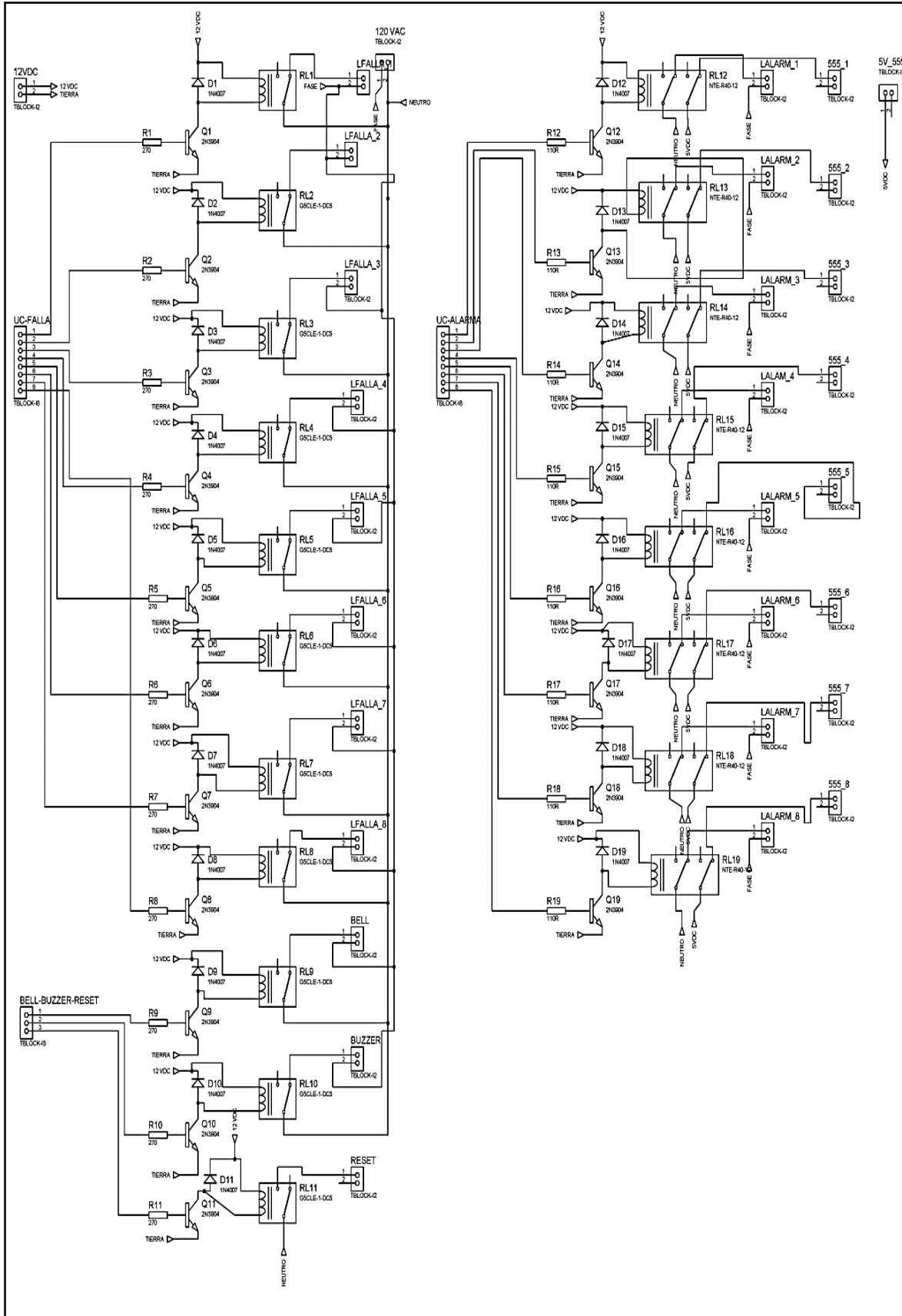


Figura 2.20 Circuito de acondicionamiento de salida a relés del subsistema PYR-A-LARM (PLACA N°2)

a) Placa 1

- Microcontrolador ATMEGA 164p.
- Módulo de comunicación inalámbrica Xbee Pro S1.
- Acondicionamientos para la recepción de la señal proveniente de los lazos de detectores y protección al canal análogo del microcontrolador.
- Circuito actuador para el encendido de los indicadores luminosos locales y remotos de los detectores ionizantes.
- Acondicionador de entrada al microcontrolador para silenciar el indicador audible de estado de ALARMA (Bell) de forma manual.
- Acondicionador de entrada al microcontrolador para silenciar el indicador audible de estado de FALLA (Buzzer) de forma manual.
- Acondicionador de entrada al microcontrolador para resetear el sistema de forma manual.

b) Placa 2

- Acondicionamiento de relés para encendido de indicadores luminosos de alarma y falla del tablero de control.
- Acondicionamiento de relés para encendido de indicadores audibles de estado de ALARMA y estado de FALLA del tablero de control.
- Acondicionamiento de relé para Resetear el sistema.

c) Fuente de +270 VDC

d) Fuente de +12 VDC

e) Fuente +5 VDC

Para distribuir adecuadamente los componentes mencionados se debe conocer las dimensiones del antiguo sistema PYR-A-LARM que son las siguientes: Largo 97 cm, ancho 47 cm y profundidad 15 cm.

La figura mostrada a continuación indica claramente la organización de las dos placas del subsistema y de las fuentes necesarias para la alimentación:

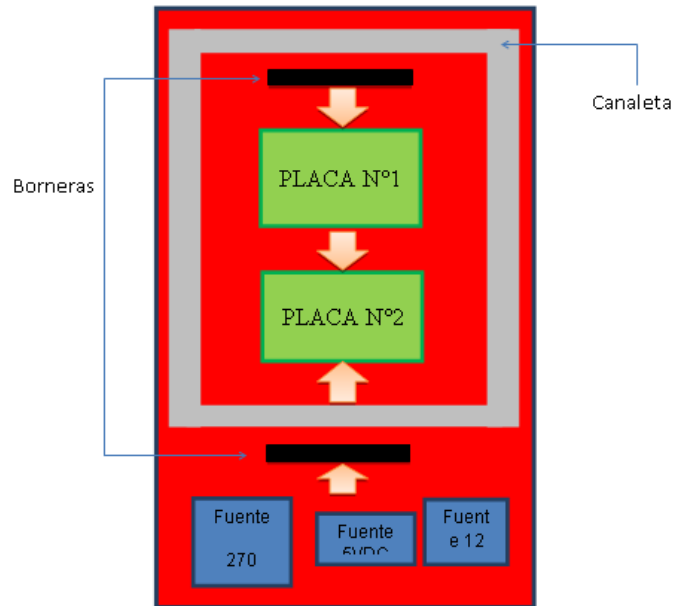


Figura 2.21 Esquema de la organización interna del tablero de control del subsistema PYR-A-LARM

2.3 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SUBSISTEMA MSA

2.3.1 ANÁLISIS DE LA UBICACIÓN DE LOS DETECTORES

Los detectores de este subsistema están localizados en la Sala de Recepción y Grabación Satelital el (MSA) en el ambiente, sobre el cielo falso, bajo el piso falso y en los ductos de entrada del aire acondicionado.

En este lugar además de los sensores del subsistema MSA existen los sensores correspondientes al subsistema PYR-A-LARM, todos ellos funcionan simultáneamente lo cual no genera ningún inconveniente pues el MSA es un área crítica dentro del Edificio de Operaciones N°12.

Existen 4 zonas o lazos de detectores que se describen a continuación:

- El lazo de detectores 1 y 2 se halla distribuido en el ambiente, sobre el cielo falso y bajo el piso falso.
- La zona 3 está formada por un único detector localizado en el cuarto de repuestos.

- La zona 4 lo constituyen los dos detectores existentes en la entrada de los ductos del aire acondicionado.

Existen 33 detectores del subsistema MSA como se observa en el plano, esto se debe a que el radio de detección de los sensores es inferior a los 0,5 m, según las pruebas realizadas.

En la Figura se muestra la ubicación de los detectores:

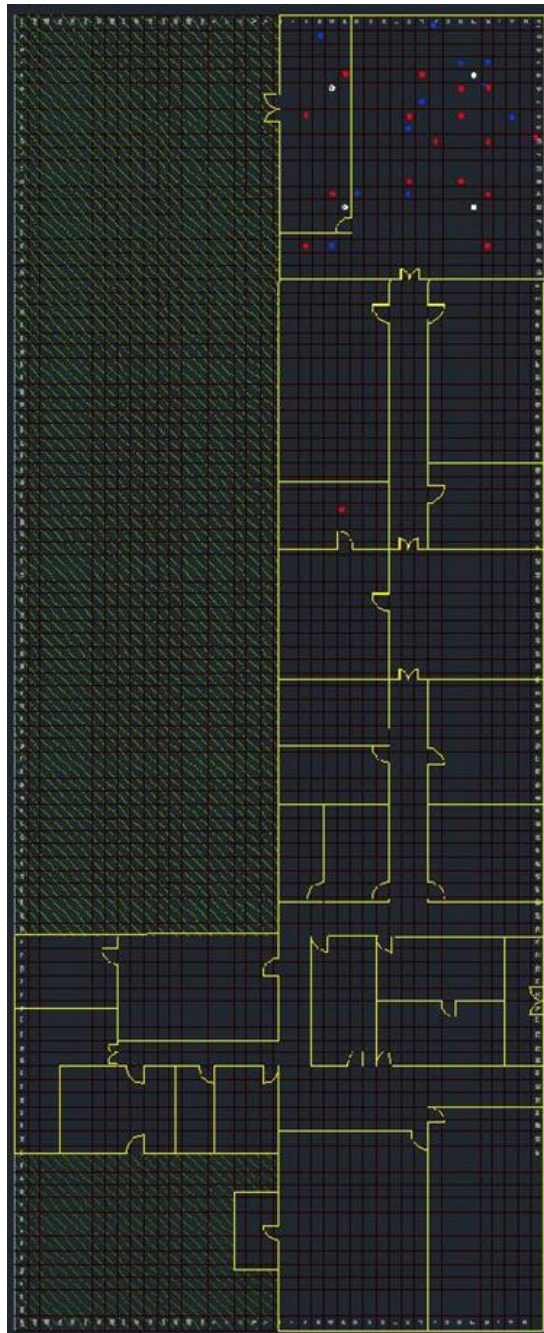


Figura 2.22 Ubicación de los detectores del Subsistema MSA

2.3.2 ALIMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA MSA

2.3.2.1 Fuente de alimentación +24 VDC para los lazos provenientes de las zonas

Los detectores tanto ionizantes como ópticos trabajan a un voltaje nominal de 20 VDC, para lo cual se utilizó una fuente comercial de 24 VDC, que posee las siguientes características:

Tabla 2-11 Características Fuente +24 VDC

Características	Voltaje	Corriente
INPUT	100 – 120 VAC	0.6 A
	200 – 240 VAC	0.35 A
OUTPUT	+24 VDC	6 A

2.3.2.2 Fuente de alimentación microcontrolador y módulo XBee

Se utiliza una fuente de +5 VDC para la alimentación del microcontrolador ATMEGA 164p (consumo de corriente máximo 200 mA) y del módulo de comunicación XBee Pro S1 (consumo de corriente 50mA y a máxima potencia 215 mA) con las siguientes características:

Tabla 2-12 Características fuente +5 VDC

Características	Voltaje	Corriente
INPUT	100 – 120 VAC	0.6 A
	200 – 240 VAC	0.35 A
OUTPUT	+5 VDC	2 A

2.3.2.3 Fuente de alimentación +12VDC para relés de acondicionamiento de salida

Los relés del acondicionador de salida tienen un voltaje de funcionamiento igual a +12 VDC, por eso se utilizó una fuente regulada con las características que se menciona a continuación:

Tabla 2-13 Características fuente +12 VDC

Características	Voltaje	Corriente
INPUT	100 – 120 VAC	0.6 A
	200 – 240 VAC	0.35 A
OUTPUT	+12 VDC	2.1 A

2.3.3 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES DE SEÑAL DE ENTRADA PROVENIENTE DE LOS LAZOS DE DETECTORES.

El subsistema MSA está formado por 4 zonas de detectores en donde el circuito que forman cada una de las zonas es de tipo B por tanto tiene dos líneas para la alimentación y por las mismas líneas se tiene las señales de voltaje que indican estado de Normal, Alarma y Falla.

Cada zonas de detectores posee una resistencia de fin de línea de $4.7\text{ K}\Omega$, $\frac{1}{4}\text{ W}$. La conexión de los detectores formando el lazo se indica a continuación:

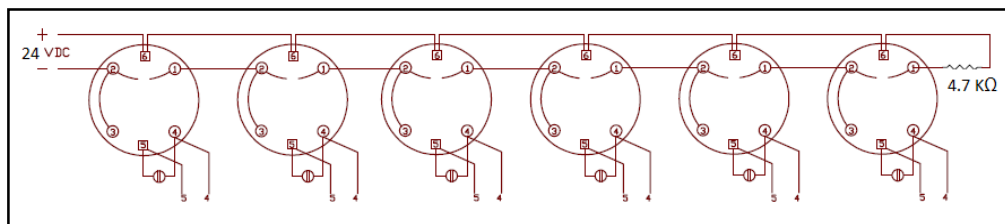


Figura 2.23 Conexión de los lazos de detectores del subsistema MSA

Las señales provenientes de los lazos requieren ser acondicionadas a un voltaje de tal manera que no exceda el permitido a las entradas del microcontrolador Atmega164p en su canal analógico ubicado en el puerto A desde PA0 hasta PA3.

De manera similar al subsistema PYR-A-LARM, este subsistema utiliza una sola fuente de +24 VDC para la alimentación de los detectores y una resistencia R_1 en cada zona de detectores que permite independizarlas.

Para el estado NORMAL, es decir ningún detector está activado o en falla se tiene a los terminales a–b el voltaje con el cual se están alimentando los detectores es decir +20 VDC, a continuación se indica el circuito equivalente:

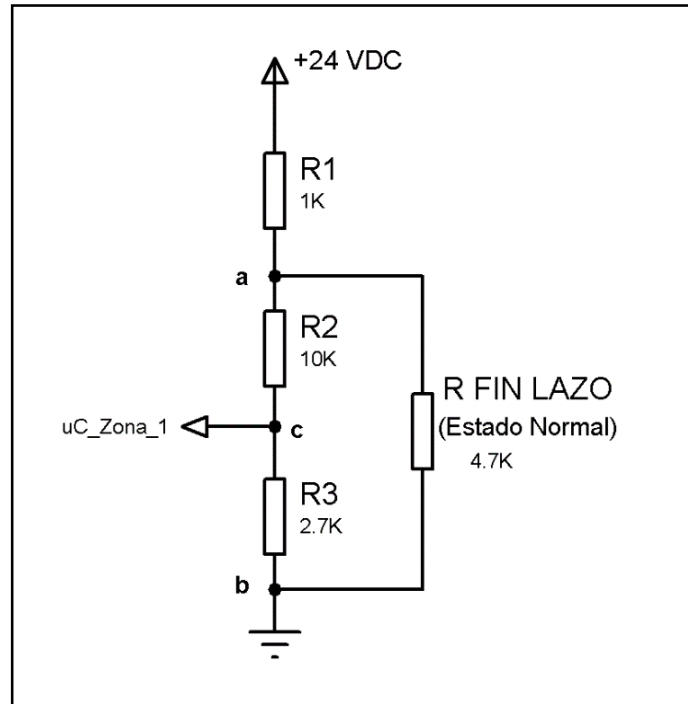


Figura 2.24 Circuito equivalente del lazo de detectores en Estado NORMAL
subsistema MSA

En la figura se puede observar el circuito equivalente para el estado de ALARMA que se tiene cuando uno o más detectores de la misma zona están activados, en este caso el voltaje los terminales a–b es 18 VDC aproximadamente debido a que el lazo de detectores presenta una resistencia interna cercana a 3,3 K Ω cuando se encuentran alarmados.

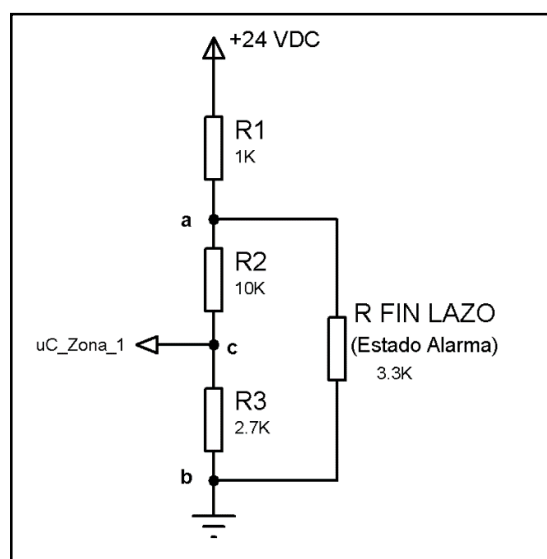


Figura 2.25 Circuito equivalente del lazo de detectores en estado de ALARMA
subsistema MSA

En estado de FALLA cuando uno o más detectores presenten un problema a causa de falta de mantenimiento, las bases de los detectores estén colocadas de manera incorrecta o se encuentre dañados por alguna razón el lazo se encuentra abierto por lo que no se detecta la resistencia de 4,7 KΩ y en los terminales a–b se tiene el voltaje correspondiente al divisor de voltaje 22,5 VDC:

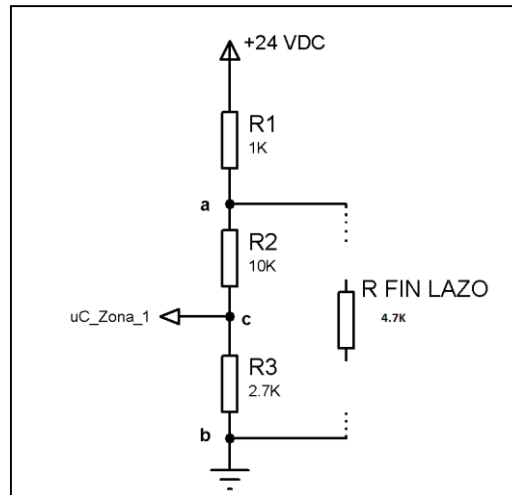


Figura 2.26 Circuito equivalente del lazo de detectora en estado de FALLA del subsistema MSA

Considerando que el valor máximo de voltaje que admite el microcontrolador ATMEGA 164p es de 5 VDC se calcula los valores adecuados de R_1 , R_2 y R_3 asumiendo que $R_1 = 1\text{ K}\Omega$ y $R_2 = 10\text{ K}\Omega$:

$$V_{fte} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \quad \text{Ec. 2-14}$$

$$V_{fte} = I(R_1 + R_2) + V_{R3} \quad \text{Ec. 2-15}$$

Utilizando la ecuación 2-15

$$I = 1,46\text{ mA}$$

$$V_{R3} = IR_3 \quad \text{Ec. 2-16}$$

Utilizando la ecuación 2-16

$$R_3 = 3,420\text{ K}\Omega$$

Se escoge un valor normalizado $R_3 = 2,7\text{ K}\Omega$.

Para R_1 la peor condición se tiene en estado de alarma:

$$V_{R1} = V_{fte} - V_{ab} \quad \text{Ec. 2-17}$$

$$V_{R1} = 6 \text{ V}$$

$$P_{R1} = \frac{V_{R1}^2}{R_1} \quad \text{Ec. 2-18}$$

$$P_{R1} = 36 \text{ mW}$$

Para R_2 y R_3 las peores condiciones se da en estado de falla donde $V_{R2} = 22,5 \text{ V}$ y $V_{R3} = 4,73 \text{ V}$:

$$P_{R2} = \frac{V_{R2}^2}{R_2} \quad \text{Ec. 2-19}$$

$$P_{R2} = 50 \text{ mW}$$

$$P_{R3} = \frac{V_{R3}^2}{R_3} \quad \text{Ec. 2-20}$$

$$P_{R3} = 8,2 \text{ mW}$$

Los valores de resistencia comerciales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2-14 Valores de resistencia para acondicionamiento de señales de las zonas

Resistencia	Valor	Potencia
R_1	1 K Ω	1/4 W
R_2	10 K Ω	1/4 W
R_3	2,7 K Ω	1/4 W

A partir de las resistencias calculadas se tiene los siguientes valores de voltaje en estado Normal, de Alarma y de Falla respectivamente a la entrada del microcontrolador:

Tabla 2-15 Niveles de voltaje que ingresan al microcontrolador en los diferentes estados

Estado	Nivel de Voltaje a-b	Nivel de Voltaje c-b (Salida al uC)
FALLA	20,1 - 24 VDC	4,17 - 5,00 VDC
NORMAL	8,1 - 20 VDC	1,67 - 4,16 VDC
ALARMA	0 - 8 VDC	0 - 1,66 VDC

Como protección a las entradas del microcontrolador se colocó un diodo zéner 1N4733 de 5.1 VDC. En la siguiente figura se indica el circuito del acondicionamiento de entrada al microcontrolador de los lazos de detección:

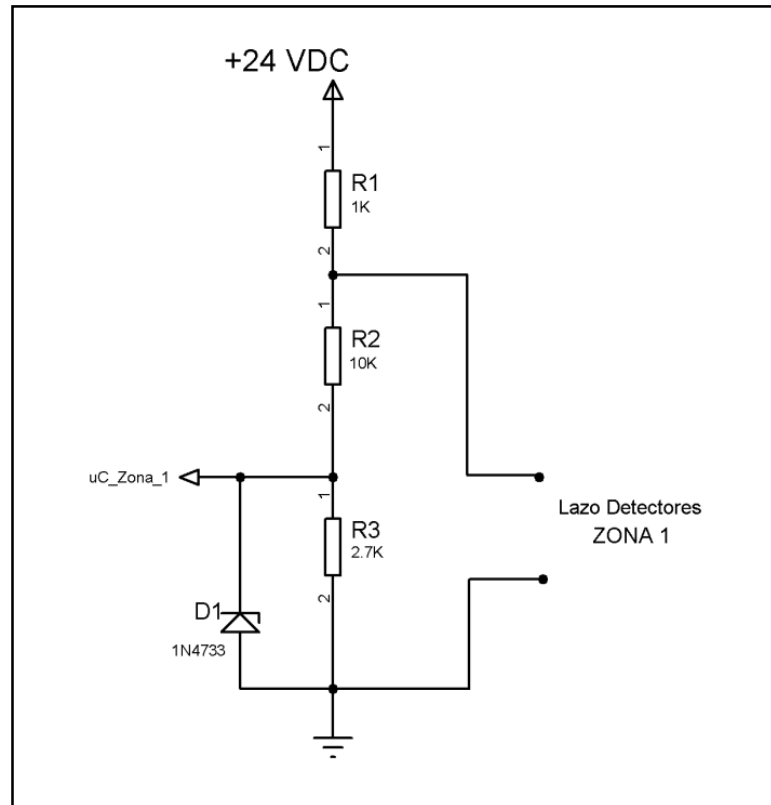


Figura 2.27 Circuito acondicionamiento de entrada de la señal de los lazos de detectores del subsistema MSA

2.3.4 INDICADORES LUMINOSOS Y SONOROS




2.3.4.1 Indicadores Luminosos

Las luces piloto utilizadas para este subsistema son de características similares a las usadas para el tablero de control del subsistema PYR-A-LARM.

Se coloca una luz piloto de color rojo por cada zona para indicar estado de ALARMA y otra de color verde para estado de FALLA. Las lámparas Indicadoras son de Neón de 120 VAC, tipo plana de 42.5 mm de longitud y 9.2 mm de diámetro.

2.3.4.2 Indicadores Sonoros

Tabla 2-16 Indicadores sonoros

Elemento	Características	Imagen
Bell	Para el estado de ALARMA se utiliza una campana de 120 VAC, 60 Hz.	 <p data-bbox="1114 728 1316 761">Figura 2.28 Bell</p>
Sirena General	Para el estado de ALARMA además del indicador audible BELL se utiliza también una Sirena General de 120 VAC, 60 Hz ubicada en la parte externa del edificio N°12.	 <p data-bbox="1040 1048 1391 1081">Figura 2.29 Sirena general</p>
Buzzer	Para el estado de FALLA se ocupa un zumbador que funciona con 24 VDC.	 <p data-bbox="1093 1370 1342 1404">Figura 2.30 Buzzer</p>

2.3.5 DISEÑO DE LOS ACONDICIONADORES PARA ENCENDER LAS LUCES PILOTO DE ALARMA, FALLA Y LOS INDICADORES AUDIBLES BELL Y BUZZER.

Los indicadores luminosos de alarma y falla de cada zona funcionan a 120 VAC, por lo que se requiere de un circuito de acondicionamiento con el fin de activarlos con las salidas digitales del microcontrolador, al igual que con los indicadores audibles Bell (120 VAC) y Buzzer (24VDC).

El diseño utilizado para los relés de 12 VDC es similar al realizado para el subsistema PYR-A-LARM como se puede ver en la figura:

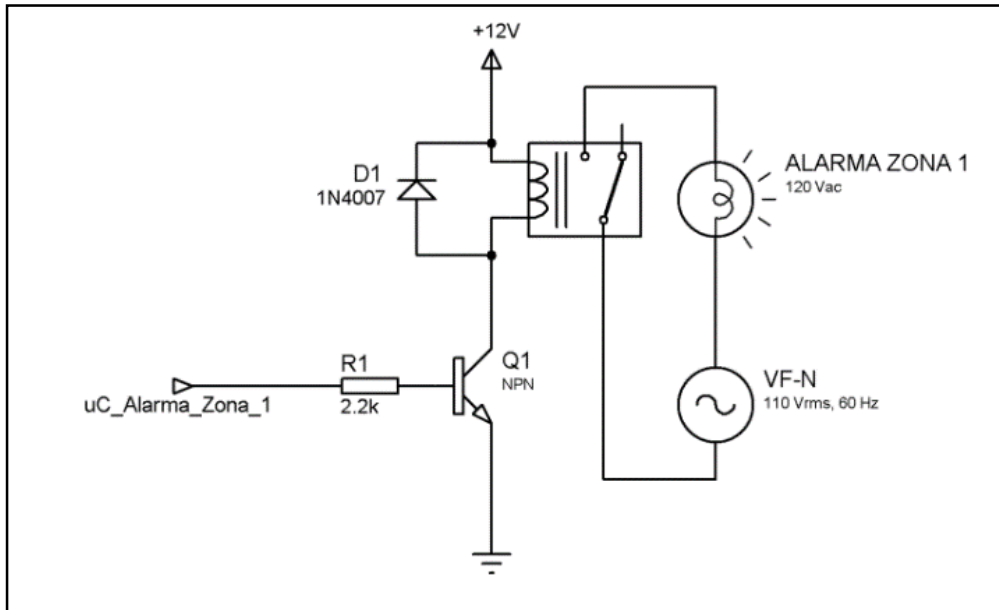


Figura 2.31 Circuito para la activación de la luz piloto de cada zona de detectores en estado de ALARMA

En la figura se tiene el circuito para la activación de las luces pilotes en caso de FALLA de los lazos de detectores:

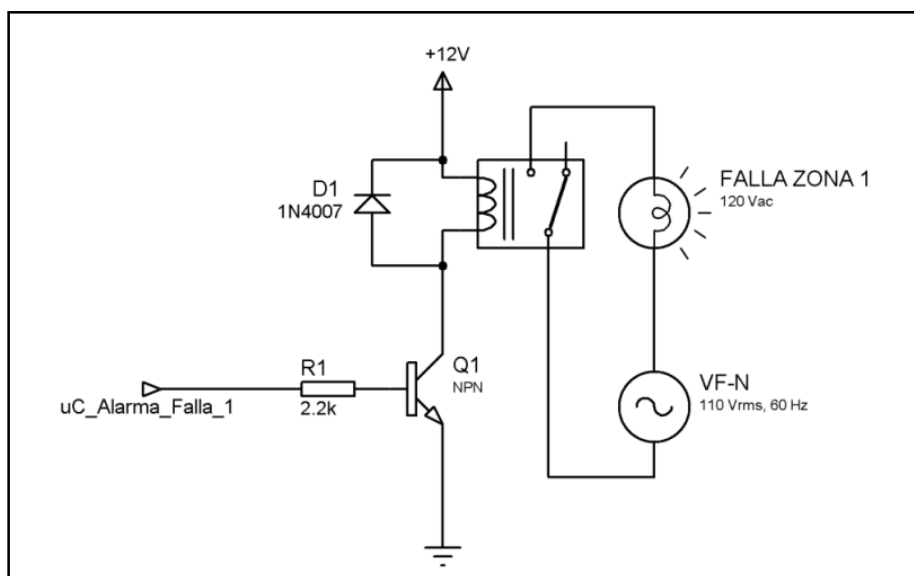


Figura 2.32 Circuito para la activación de la luz piloto de cada zona de detectores en estado de FALLA

El circuito de la Figura 2.33 muestra el acondicionamiento para encender el indicador audible BELL y la sirena general:

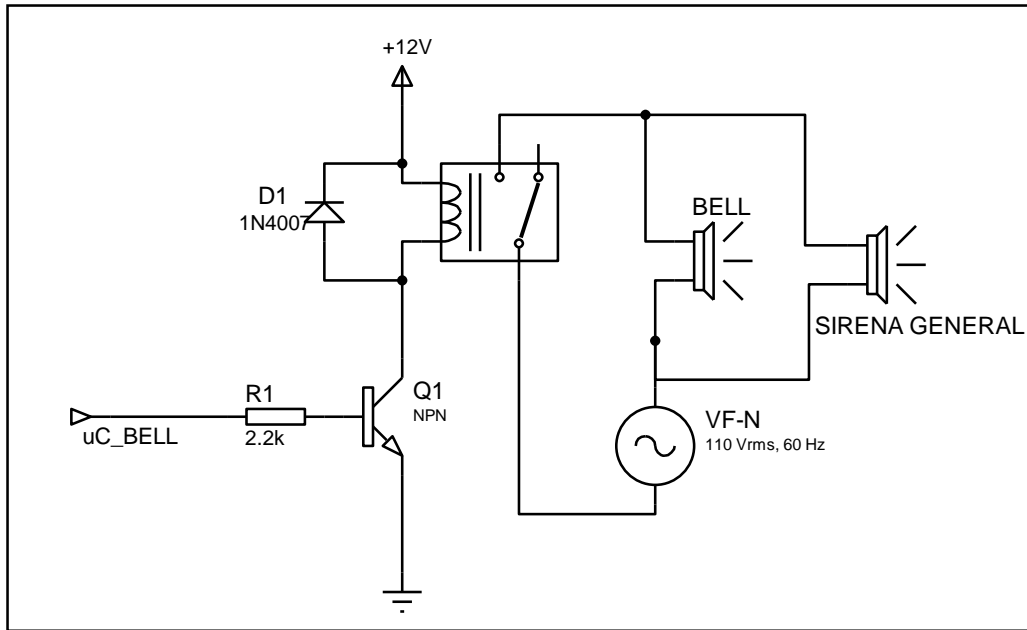


Figura 2.33 Circuito para la activación de los indicadores audibles BELL y sirena general en caso de ALARMA del Subsistema MSA.

Para activar el BUZZER en caso que se presente un estado de falla se tiene el acondicionamiento mostrado en la figura 2.34:

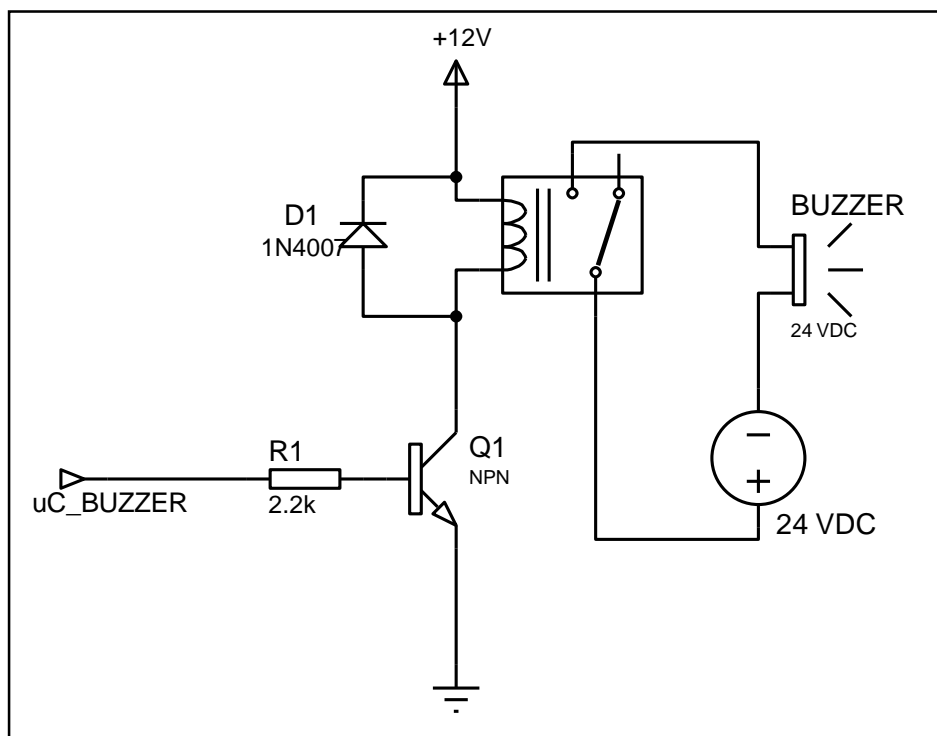


Figura 2.34 Acondicionamiento para encender indicador audible BUZZER en estado de FALLA del Subsistema MSA

2.3.6 DISEÑO DEL ACONDICIONADOR PARA RESETEAR EL SUBSISTEMA

Cuando una zona entra en estado de ALARMA, para volver a su estado NORMAL necesita ser desenergizada por aproximadamente 5 segundos, es decir se debe resetear el subsistema.

Para esto a través de una salida del microcontrolador se maneja un relé de 12 VDC que desconecta la fase correspondiente a la fuente de alimentación de la fuente de 24 VDC que alimentan las zonas por ese lapso.

En la figura 2.35 se puede ver el circuito acondicionador del relé para resetear el subsistema:

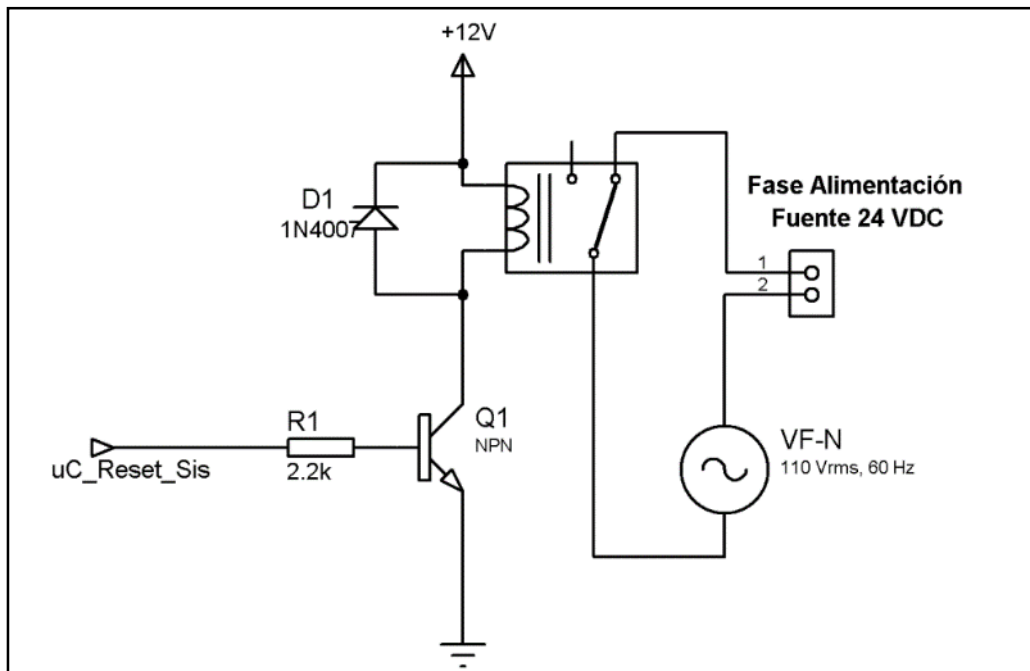


Figura 2.35 Circuito acondicionador del relé para resetear el subsistema MSA.

2.3.7 DISEÑO DEL CIRCUITO BASADO EN EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

2.3.7.1 Asignación de pines del Microcontrolador Atmega 164P a entradas y salidas

El diagrama de la figura indica la distribución de los pines utilizados del microcontrolador:

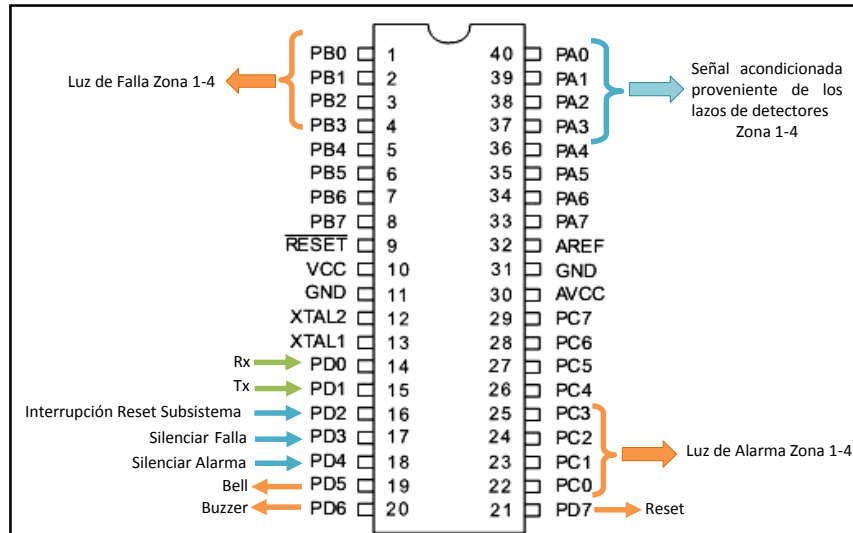


Figura 2.36 Distribución de pines del microcontrolador

En este subsistema se ocupa una entrada analógica del microcontrolador por cada zona de detectores, una interrupción externa que permite resetear el sistema manualmente y 2 entradas digitales que detectan el estado ya sea encendido o apagado de la alarma (Bell) y del zumbador (Buzzer), esto se observa en la tabla 2-17:

Tabla 2-17 Entradas al microcontrolador Atmega 164p subsistema MSA

ENTRADAS	PIN uC	DESCRIPCIÓN
Zona 1	Porta.0	Entrada ADC
Zona 2	Porta.1	Entrada ADC
Zona 3	Porta.2	Entrada ADC
Interrupción Reset Sistema	Portd.2	Int 0
Silenciar Falla	Portd.3	Entrada Digital
Silenciar Alarma	Portd.4	Entrada Digital

Para la comunicación serial se utilizan los Pines de Rx y TX respectivamente como se indica a continuación:

Tabla 2-18 Pines para la comunicación

COMUNICACIÓN	PIN uC	DESCRIPCIÓN
Rx	Portd.0	In
Tx	Portd.1	Out

Para enviar las señales de control hacia los relés y encender las luces en estado de FALLA y ALARMA se utilizan 4 salidas digitales en cada caso. Para controlar los relés de encendido y apagado de los indicadores sonoros BELL y BUZZER se ocupa 1 salida por cada uno y 1 salida para controlar el relé que resetea el sistema.

Tabla 2-19 Salidas del Microcontrolador Atmega 164p del subsistema MSA

SALIDAS	PIN uC	DESCRIPCIÓN
Luz de Falla Zona 1	Portb.0	Salida Digital
Luz de Falla Zona 2	Portb.1	Salida Digital
Luz de Falla Zona 3	Portb.2	Salida Digital
Luz de Falla Zona 4	Portb.3	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 1	Portc.0	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 2	Portc.1	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 3	Portc.2	Salida Digital
Luz de Alarma Zona 4	Portc.3	Salida Digital
Bell	Portd.5	Salida Digital
Buzzer	Portd.6	Salida Digital
Reset Sistema	Portd.7	Salida Digital

2.3.8 DISEÑO DEL TABLERO DE CONTROL DEL SUBSISTEMA MSA

El tablero de control del subsistema MSA está formado de las siguientes partes:

a) Placa 1

- Microcontrolador ATMEGA 164p.
- Módulo de comunicación inalámbrica Xbee Pro S1.
- Acondicionamientos para la recepción de la señal proveniente de los lazos de detectores y protección al canal análogo del microcontrolador.
- Circuito actuador para el encendido de los indicadores luminosos locales y remotos de los detectores ionizantes.
- Acondicionador de entrada al microcontrolador para silenciar el indicador audible de estado de ALARMA (Bell) de forma manual.

- Acondicionador de entrada al microcontrolador para silenciar el indicador audible de estado de FALLA (Buzzer) de forma manual.
- Acondicionador de entrada al microcontrolador para resetear el sistema de forma manual.

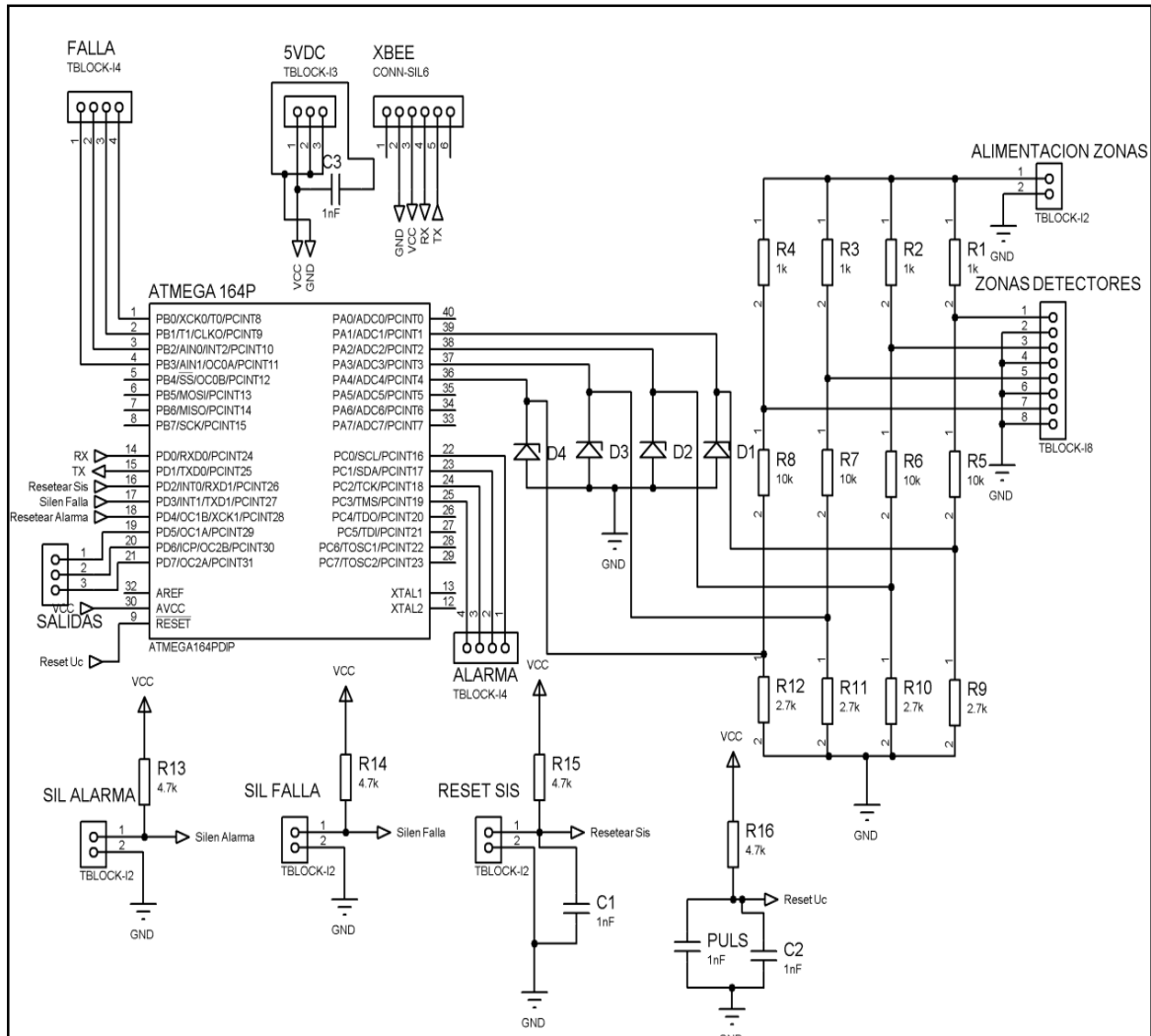


Figura 2.37 Circuito de Control con el microcontrolador del Subsistema MSA (Placa N°1)

b) Placa 2

- Acondicionamiento de relés para encendido de indicadores luminosos de alarma y falla del tablero de control.
- Acondicionamiento de relés para encendido de indicadores audibles de estado de ALARMA y estado de FALLA del tablero de control.
- Acondicionamiento de relé para resetear el sistema.

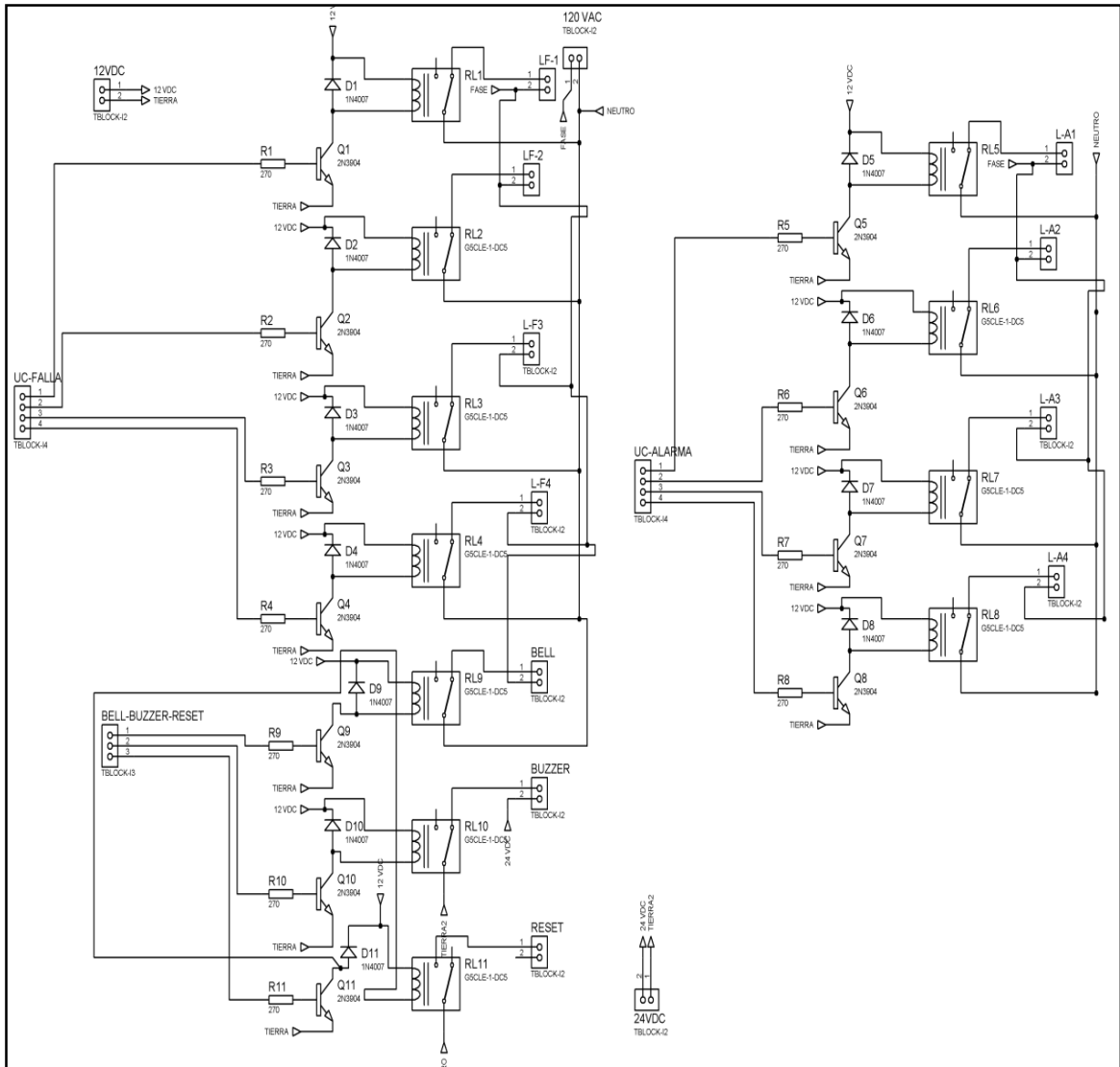


Figura 2.38 Circuito de acondicionamiento de salida a relés del subsistema MSA
(Placa N°2)

- c) Fuente de +24 VDC
- d) Fuente de +12 VDC
- e) Fuente +5 VDC

Los elementos mencionados se los distribuye en el tablero de control del sistema antiguo llamada CERBERUS, el cual tiene las siguientes dimensiones: Largo 50 cm, ancho 47 cm y profundidad 15 cm.

La figura mostrada a continuación indica claramente la organización de las dos placas del subsistema y de las fuentes necesarias para la alimentación:

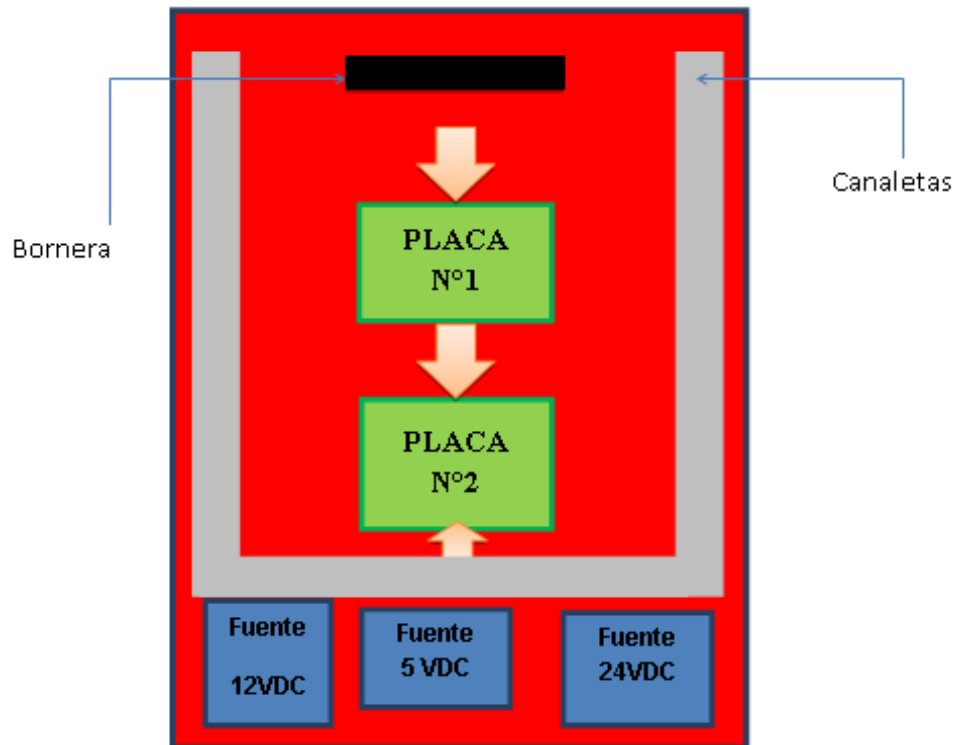


Figura 2.39 Esquema de la organización interna del tablero de control del subsistema MSA

2.4 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Es aquella en la que la comunicación emisor-receptor no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. [11]

Para comunicar los subsistemas PYR-A-LARM y MSA con la interfaz gráfica de LabVIEW se utilizan módulos XBee Pro S1 con antena los cuales presentan las siguientes características:

Tabla 2-20 Características Módulos XBee Pro S1. [11]

Características	Valor
Voltaje de Alimentación	3.3 VDC
Corriente de Operación en la transmisión	205 - 220 mA DC
Corriente de Operación en la recepción	47 - 62 mA DC
Velocidad de transferencia	250 Kbps Max

Potencia de salida	60 mW Máx
Frecuencia de Operación	2.4 GHz
Alcance	90 m sin línea de vista 1500 m con línea de vista
Temperatura de Operación	-40°C a 85 °C
Dimensiones	2.438 - 3.294 cm



Figura 2.40 Módulos de Comunicación Inalámbrica Xbee Pro S1 con antena

La comunicación entre los microcontroladores y los módulos XBee-PRO S1 es bidireccional y funcionan mediante un simple protocolo serie TTL que está basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE 802.15.4 creado por Zigbee Alliance el cual trabaja en la banda libre de 2.4 GHz.

Para la acondicionar los niveles de voltaje entre la PC y el módulo Xbee Pro S1 se requiere el adaptador Xbee Explorer USB que convierte los niveles TTL del microcontrolador a niveles de RS232 admisibles en la PC.



Figura 2.41 Xbee Explorer USB

De manera similar para conectar los microcontroladores a los módulos XBee se utiliza el adaptador Xbee Explorer Serial que convierte los niveles de voltaje que provee el módulo (3.3 VDC) a niveles de voltaje adecuados para el microcontrolador (5VDC).

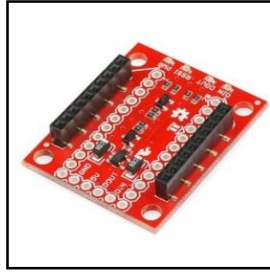


Figura 2.42 Xbee Explorer Serial

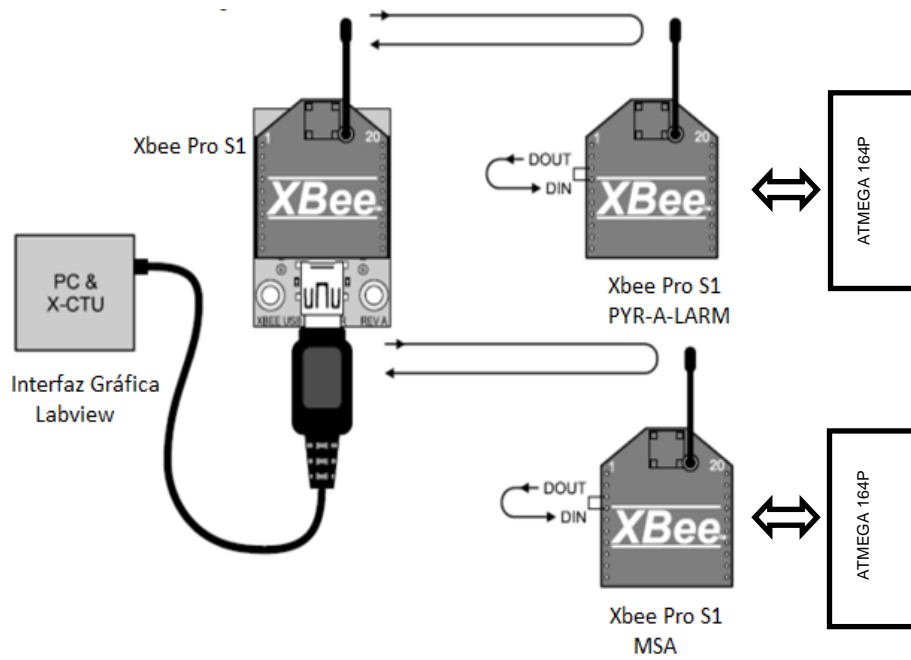


Figura 2.43 Esquema de conexión módulos XBee Pro S1

CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL

En este capítulo se presenta la programación de los microcontroladores Atmega 164p necesaria para procesar la señal recibida de las zonas de detectores de los dos sistemas, comunicarse a través de módulos Xbee con el HMI y dar estados de alarma, falla o normal dependiendo del caso. Además se mostrará el diseño del HMI y su programación.

Se muestra una explicación en general para los dos subsistemas puesto que tienen la misma base de programación tanto para los microcontroladores como para el HMI. La única y principal diferencia es que el subsistema PYR-A-LARM tiene 8 zonas de sensores y el subsistema MSA tiene sólo 4.

3.1 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P

El programa principal tiene las siguientes etapas:

Una etapa inicial en la que se realiza la configuración del cristal y la velocidad para la comunicación, así como la configuración de los registros necesarios para la conversión análoga digital y la comunicación serial.

Se realiza además la declaración de variables, la configuración de puertos de entrada y salida, así como las interrupciones y se establecen condiciones iniciales.

La segunda etapa consiste en un lazo principal, en el que el microcontrolador está constantemente leyendo el estado de cada uno de los canales AD utilizando un lazo for. Se realiza una comparación entre valores establecidos anteriormente para situar los datos obtenidos en los estados de: alarma (0 a 401), normal (401 a 800) y falla (800 a 1024). Utilizando la estructura case, y dependiendo del canal

análogo que se esté leyendo y en qué estado se haya situado, se envía instrucciones para encender en el caso de alarma la sirena y el indicador luminoso de la correspondiente zona activada y en el caso de falla el zumbador y el indicador luminoso que corresponde, además de mandar instrucciones a través de los módulos de comunicación inalámbrica para que se activen indicadores dentro de la interfaz.

3.1.1 ADQUISICIÓN DE DATOS MEDIANTE EL CANAL ANÁLOGO

El microcontrolador escogido Atmega 164p tiene 8 canales dedicados para recibir señales análogas y convertirlas en señales digitales para luego ser procesadas. Posee las siguientes características generales:

- Resolución de 10 bits por aproximaciones sucesivas
- Tiempo de conversión 13-60us
- Modo diferencial con ganancia seleccionable
- Ajuste opcional izquierdo para la lectura de salida
- Voltaje de referencia seleccionable ADC: $AVCC=5V$
- Modo de conversión simple
- Inicio de conversión por auto disparo o fuente de interrupción
- Activación de la interrupción al finalizar la conversión ADC
- Rango de voltaje de entrada: 0 – 5Vcc
- Rango de voltaje diferencial: 2.7 – 5VCC
- Máxima resolución: 15000 muestras por segundo

Para el sistema implementado es suficiente configurar los siguientes parámetros en el software Bascom:

- Modo de conversión simple
- Pre-escalador automático, es decir el microcontrolador genera el mejor valor dependiendo del cristal externo
- Voltaje de referencia externa

Para obtener el resultado de la conversión se emplea la siguiente ecuación: [10]

$$ADC = \frac{V_{in} * 1024}{V_{ref}}$$

Donde:

$$V_{ref} = 5V$$

3.1.2 DESCRIPCIÓN DE INTERRUPCIONES

3.1.2.1 Resetear

Esta interrupción entra en funcionamiento cuando el pulsador externo destinado para resetear el sistema es accionado. Envía el comando respectivo para indicar el estado de reset al HMI, y direcciona a la subrutina Sist_off.

3.1.3 DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS

3.1.3.1 Falla.- Zonas en falla

Esta subrutina pone en 1 lógico a la variable flag_falla, para que este valor sea leído en el programa principal e ingrese a la sección de falla.

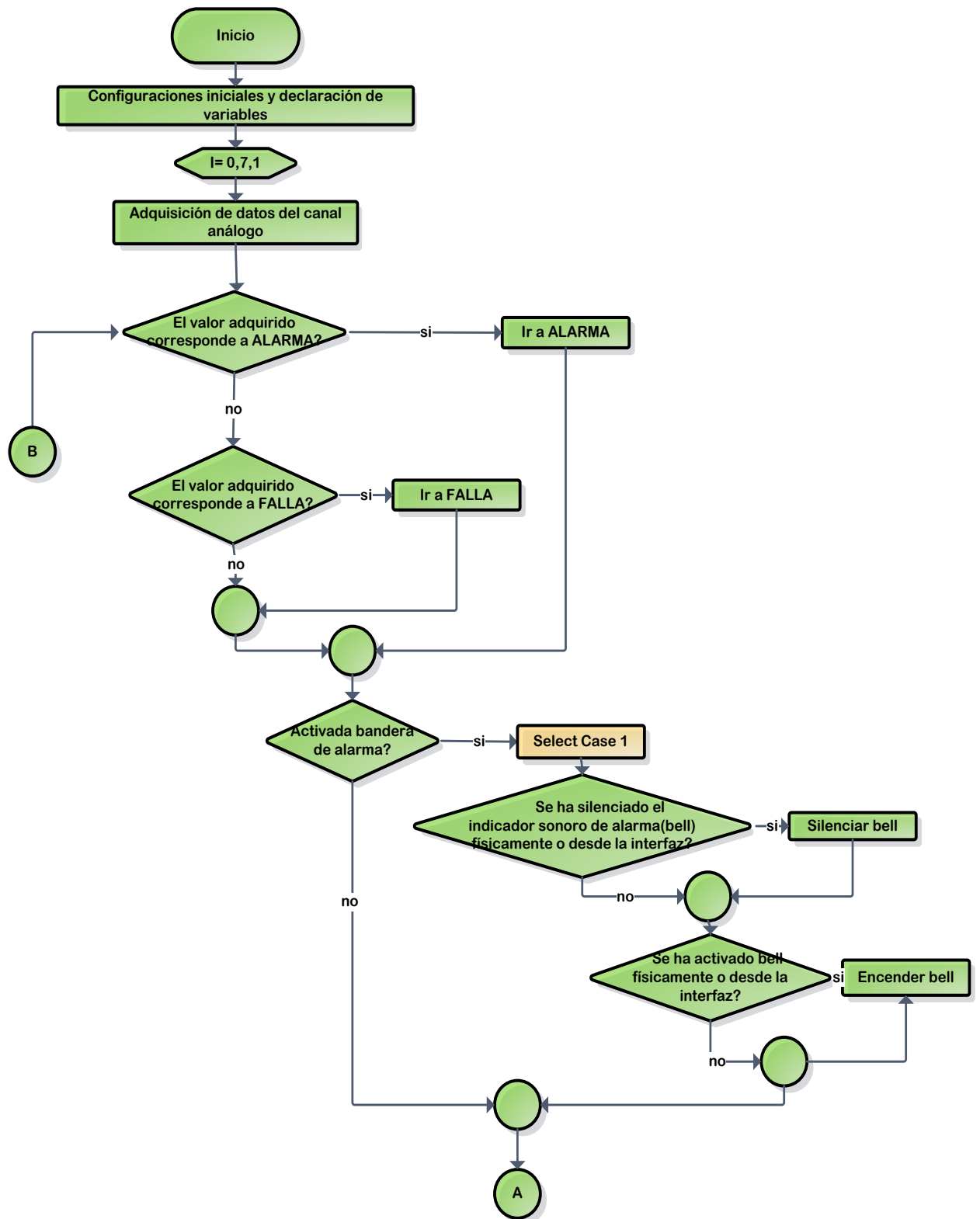
3.1.3.2 Alarma.- Zonas en alarma

Esta subrutina pone en 1 lógico a la variable flag_alarma, para que éste valor sea leído en el programa principal e ingrese a la sección de alarma.

3.1.3.3 Sist_off.- Resetear el sistema

Esta subrutina pone en 1 lógico a las variables flag_restet y reseteo_sis, cuyo estado es leído en el programa principal y permite el reseteo del sistema.

3.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL SUBSISTEMA PYR-A-LARM



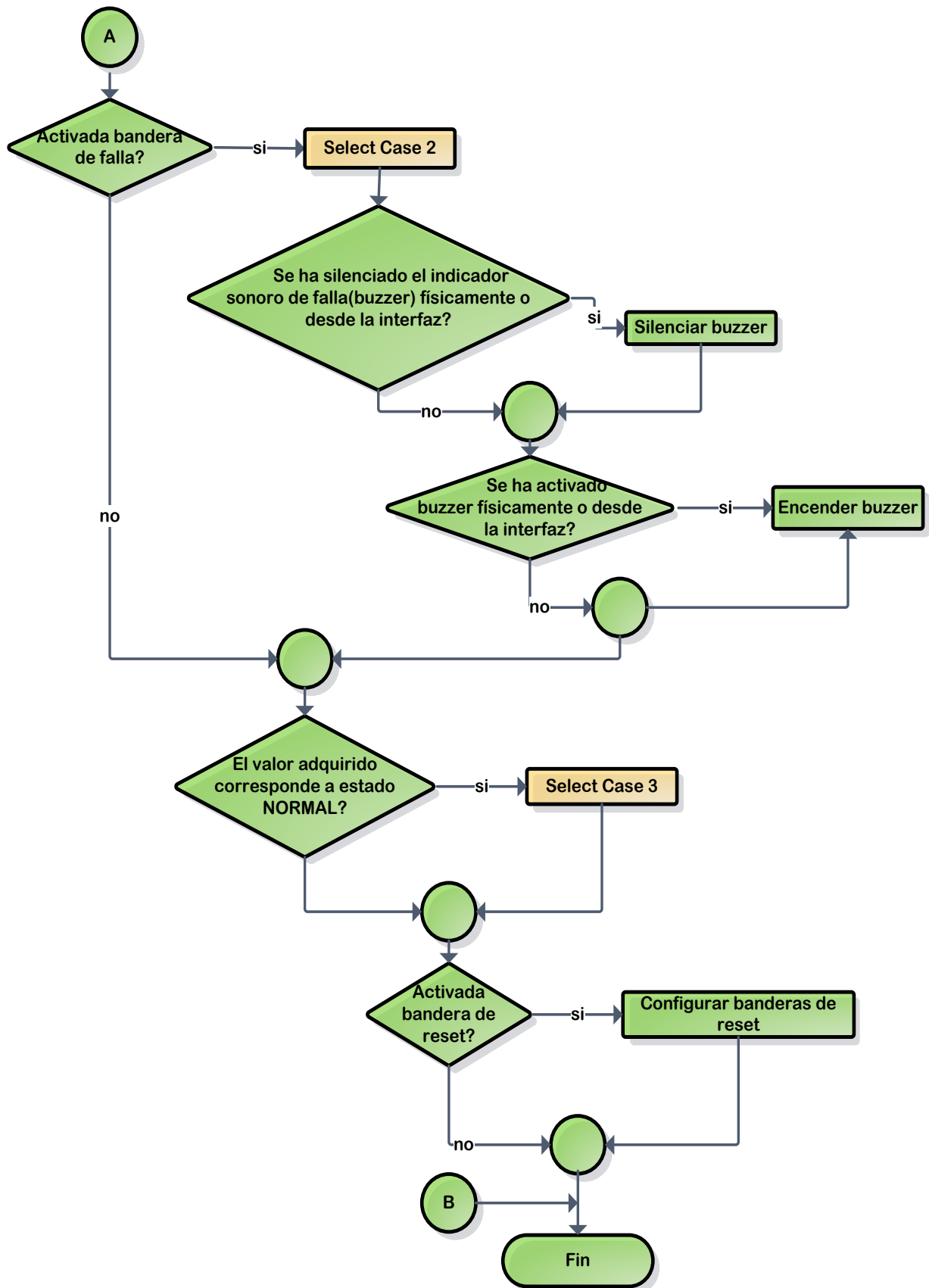


Figura 3.1 Diagrama de flujo del subsistema PYR-A-LARM

Este diagrama de flujo muestra en forma secuencial cómo fue programado el microcontrolador para que el subsistema PYR-A-LARM realice la detección de incendios a través de 8 zonas. El programa está basado en un lazo “FOR” principal, algunos estructuras case y condicionales.

- **Select Case 1**

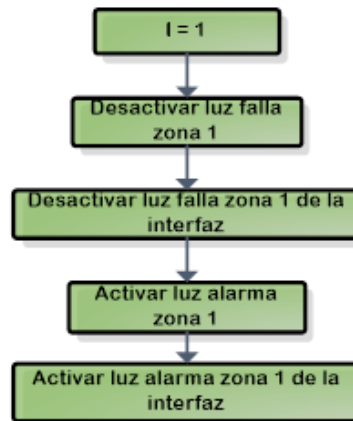


Figura 3.2 Zona 1 de la Estructura Select Case 1 del diagrama principal

Cuando alguna zona del sistema ha ingresado a estado de alarma, se desactiva la luz indicadora de falla de dicha zona tanto del tablero como de la interfaz y se activa la luz indicadora de alarma de la zona correspondiente del tablero y de la interfaz. De esta manera se procede con las 8 zonas que forman parte del sistema utilizando un “SELECT CASE” con 8 opciones, una de las cuales se muestra en el presente diagrama de flujo.

- **Select Case 2**

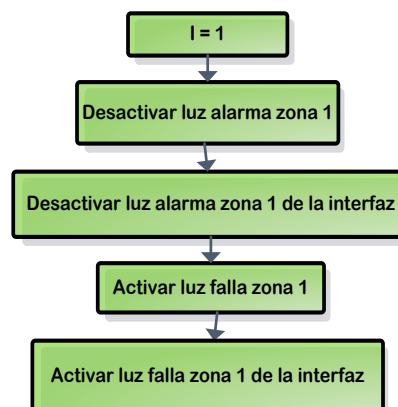


Figura 3.3 Zona 1 de la estructura Select Case 2 del diagrama principal

Este “SELECT CASE” presenta 8 opciones que corresponden a las 8 zonas del sistema que se va a monitorear. Si alguna zona ha ingresado a estado en de falla, se procede a desactivar los indicadores luminosos de alarma tanto del tablero como de la interfaz de la zona correspondiente y a activar los de falla.

- **Select Case 3**

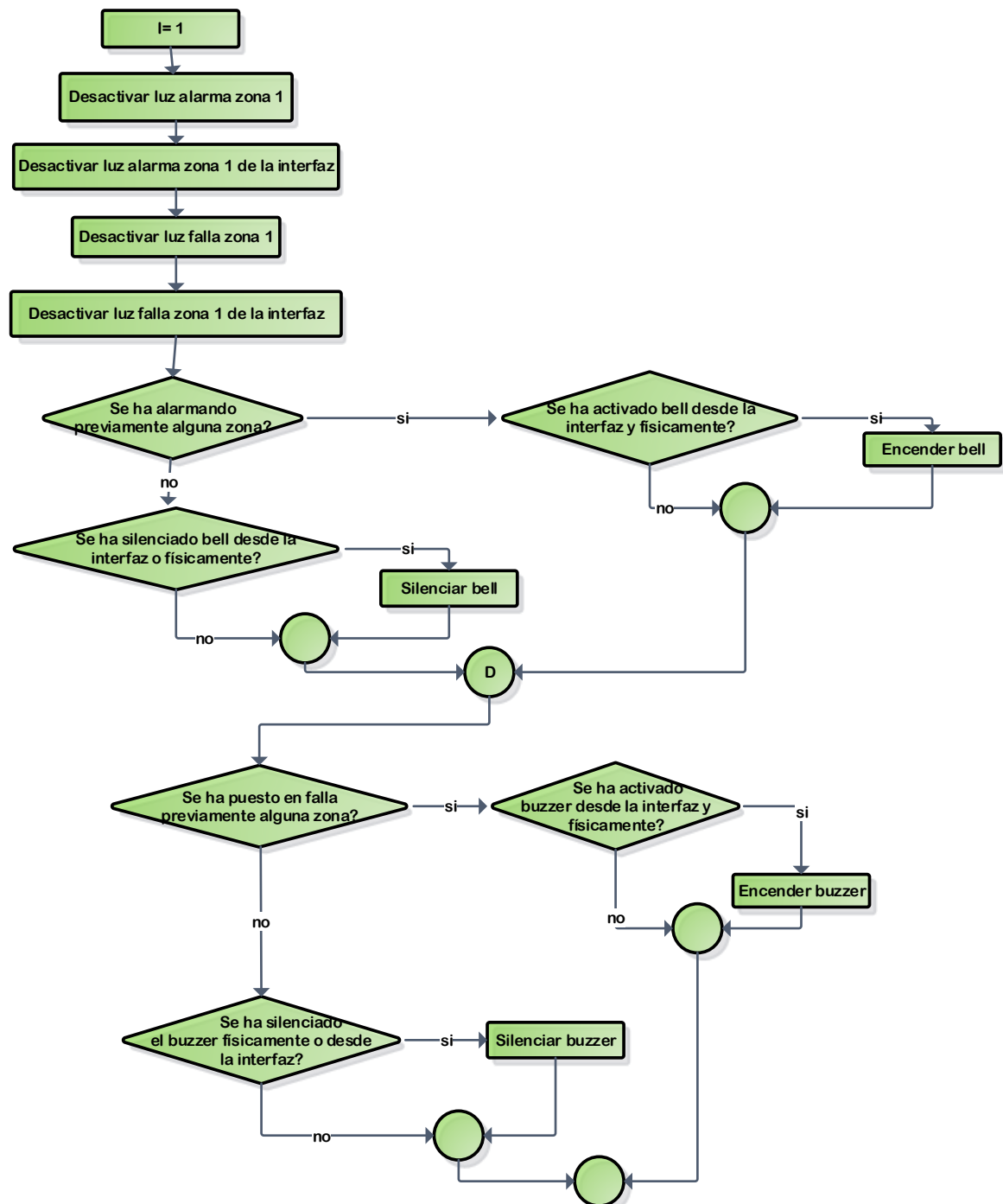


Figura 3.4 Zona 1 de la estructura Select Case 3 del diagrama principal

Cuando el sistema ha ingresado a estado normal, es decir no se ha activado alarma o falla en la zona en la que se está sensando, se procede a desactivar indicadores luminosos de falla y alarma tanto del tablero como de la interfaz. A continuación, se pregunta si alguna zona está en estado de alarma o de falla y si se ha silenciado desde el tablero o desde la interfaz los indicadores auditivos bell y buzzer, caso contrario, activarlos según sea el caso. Para lo cual se utiliza la estructura "SELECT CASE", la cual permite monitorear cualquiera de las 8 zonas que conforman el sistema.

El programa contiene además interrupciones y subrutinas para su correcta ejecución.

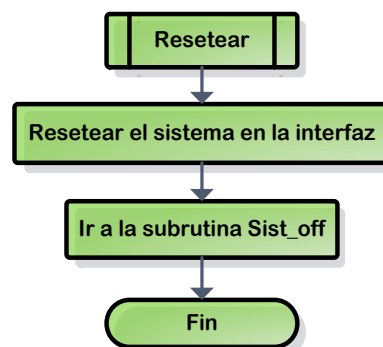


Figura 3.5 Interrupción para resetear el sistema

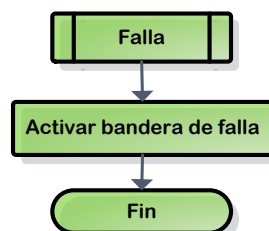


Figura 3.6 Subrutina de falla

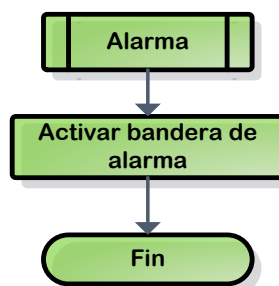


Figura 3.7 Subrutina de alarma

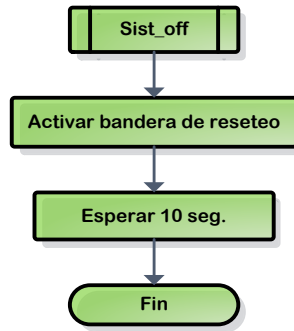
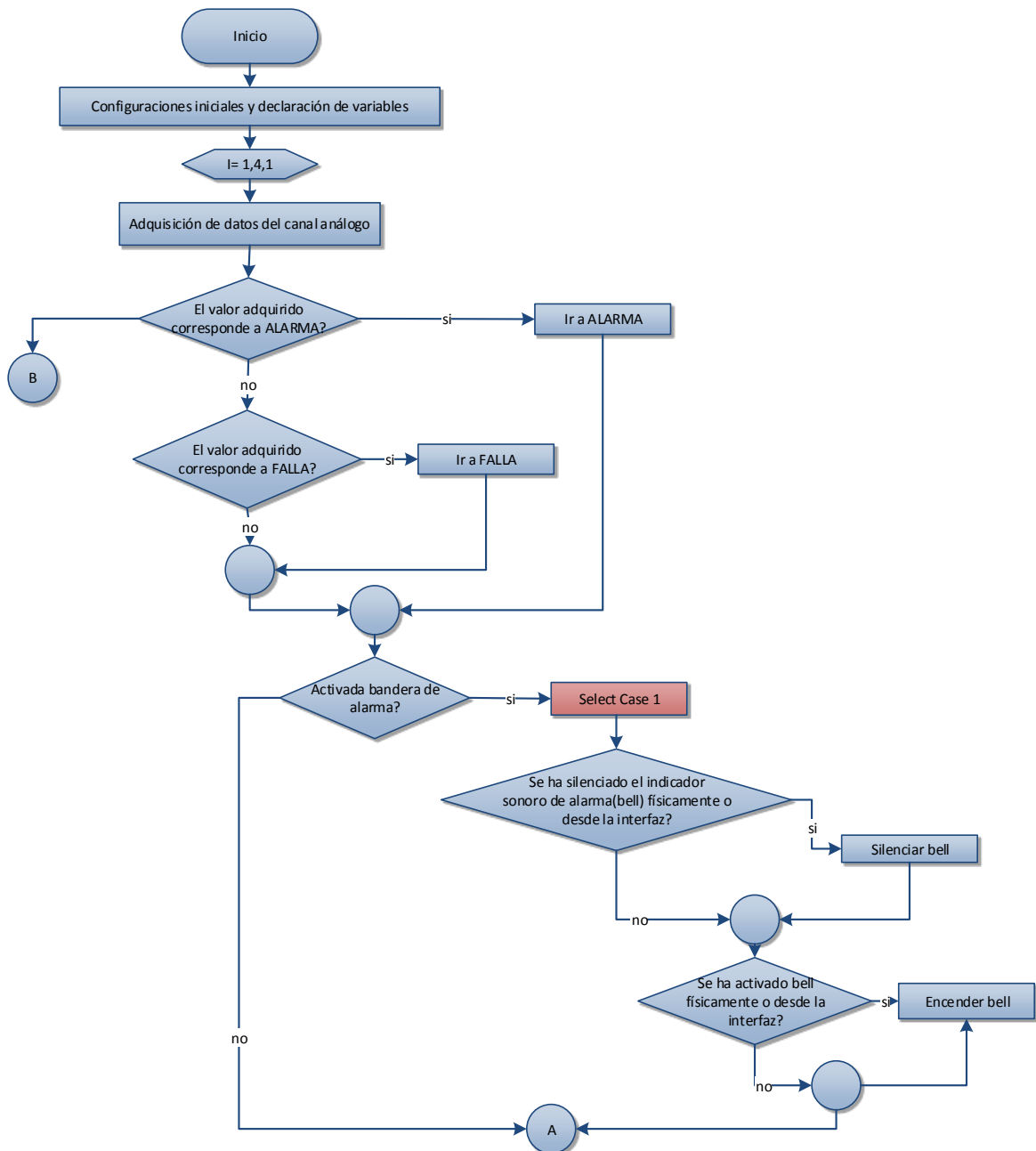


Figura 3.8 Subrutina para reiniciar el sistema

3.1.5 DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL SUBSISTEMA MSA



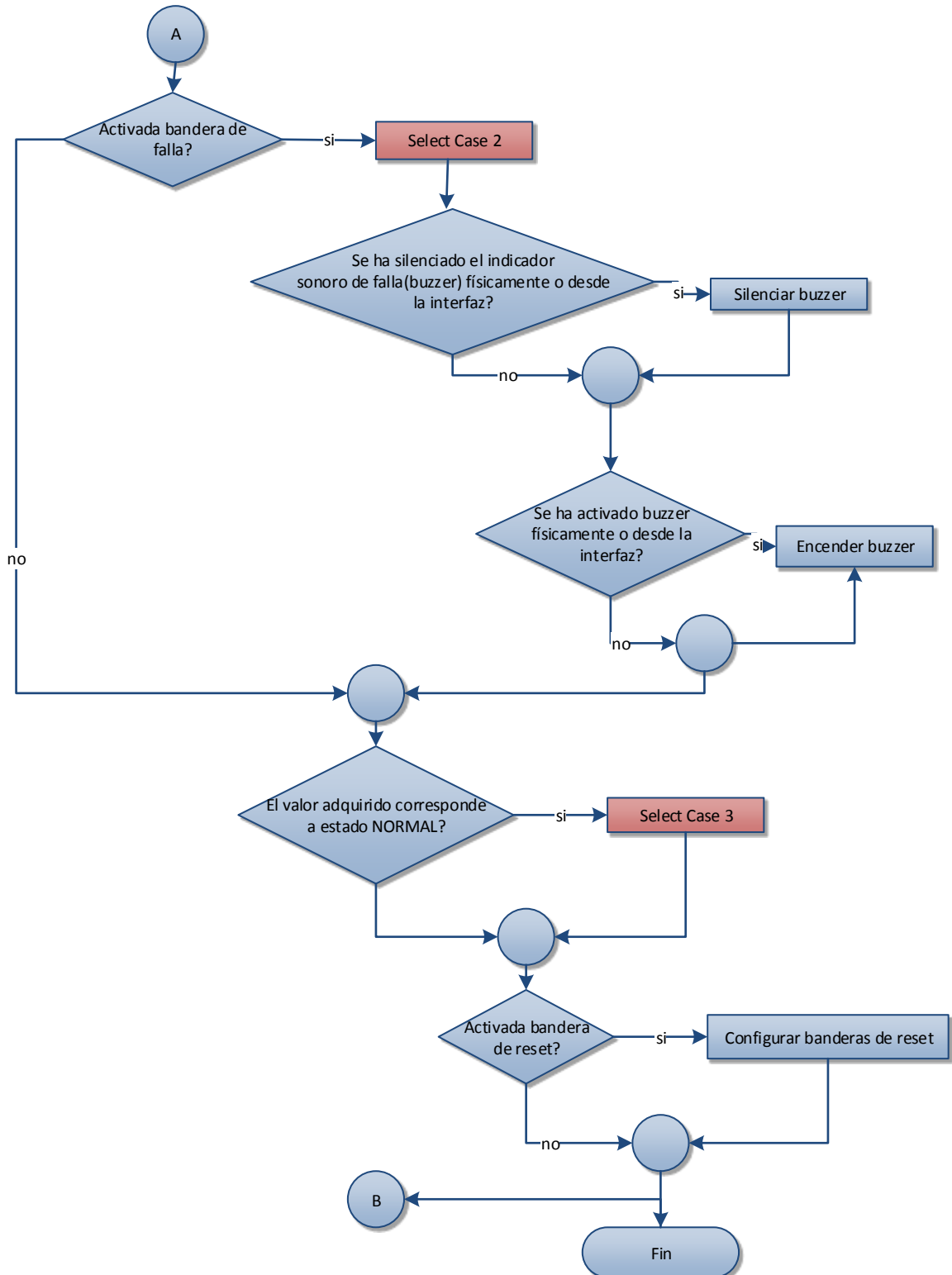


Figura 3.9 Diagrama de flujo del subsistema MSA

El presente diagrama de flujo representa la lógica en la que ha sido programado el microcontrolador, asimismo contiene un lazo “FOR” principal, y varios condicionales además de algunos selectores de casos.

- **Select Case 1**

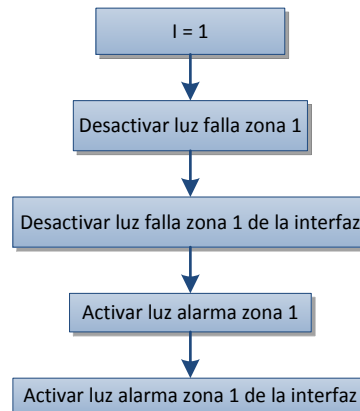


Figura 3.10 Zona 1 de la estructura SELECT CASE 1 del diagrama principal

Ya que el sistema ha ingresado al estado de alarma, se utiliza un “SELECT CASE” para escoger qué zona se ha alarmado, y se procede a desactivar el indicador luminoso de falla del tablero de la misma zona además del indicador de falla en la interfaz.

A continuación, se activa el indicador luminoso de alarma del tablero de la zona indicada y se activa también el indicador de la interfaz. Estos pasos se sigue para cada una de las 4 zonas que se hayan alarmado.

- **Select Case 2**

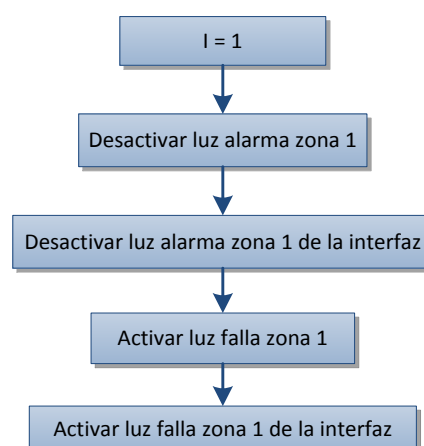


Figura 3.11 Zona 1 de la Estructura SELECT CASE 2 del diagrama principal

Si el sistema ha ingresado a estado de falla, se emplea un select case para escoger qué zona se ha puesto en falla y se procede a desactivar indicadores

luminosos de alarma tanto del tablero como de la interfaz y a activar el respectivo indicador luminoso de falla del tablero así como el de la interfaz. Así se procede con las 4 zonas si se han puesto en falla.

• **Select Case 3**

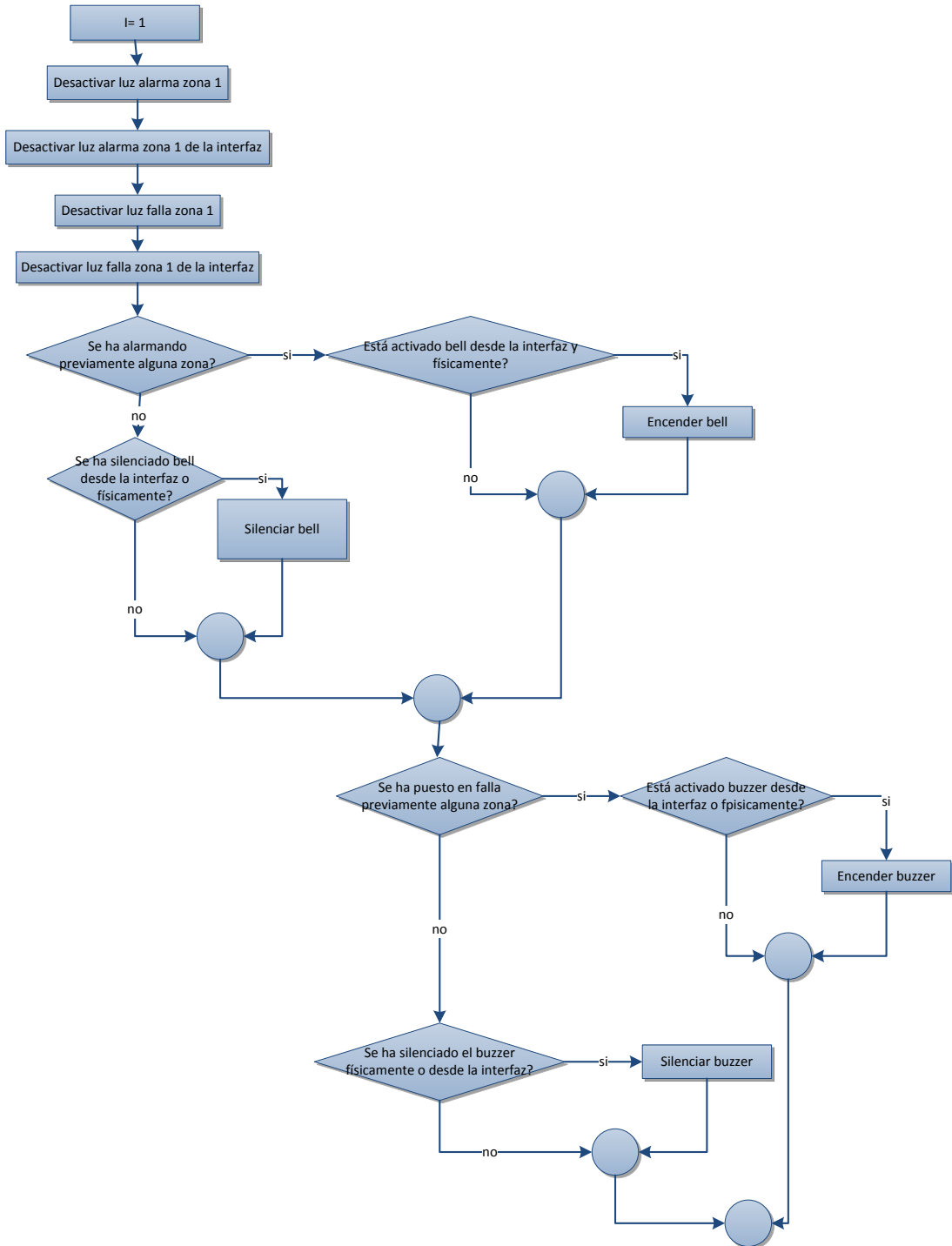


Figura 3.12 Zona 1 del SELECT CASE 3 del diagrama principal

Cuando el sistema ha ingresado a estado normal, es decir no se ha activado alarma o falla en la zona en la que se está sensando, se procede a desactivar indicadores luminosos de falla y alarma tanto del tablero como de la interfaz.

A continuación, se pregunta si alguna zona está en estado de alarma o de falla y si se ha silenciado desde el tablero o desde la interfaz los indicadores auditivos bell y buzzer, caso contrario, activarlos según sea el caso.

Además se presenta los diagramas de flujo correspondientes a interrupciones y subrutinas.

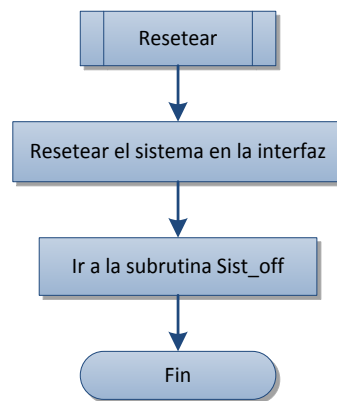


Figura 3.13 Interrupción para resetear el sistema

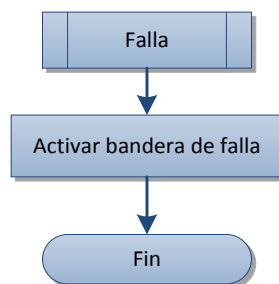


Figura 3.14 Subrutina de Falla

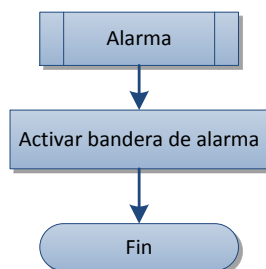


Figura 3.15 Subrutina de alarma

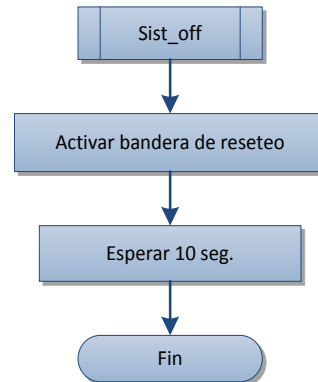


Figura 3.16 Subrutina para resetear el sistema

3.1.6 COMUNICACIÓN MEDIANTE MÓDULOS XBEE

La comunicación serial es un protocolo muy utilizado para comunicación entre dispositivos que dispongan de puertos seriales RS-232. El concepto es sencillo, el puerto serial envía y recibe bytes de información.

Existen dos tipos de comunicación serial: sincrónica y asincrónica

- Comunicación Serial sincrónica: Necesita de una línea que lleve la señal de reloj, la misma que permite indicar cuando el dato es válido, y una línea que lleve los datos
- Comunicación Serial asincrónica: La línea de reloj ya no es necesaria puesto que la duración de cada bit es especificada por la velocidad establecida para la transmisión de datos.

En este tipo de comunicación es necesario que se conozca cuando se va a iniciar la comunicación, para lo cual es importante delimitar los bits de datos con un bit de inicio y con bit de parada, además se utiliza un bit de paridad que va delante del bit de parada con el objetivo de detectar errores en la transmisión.

Tanto el transmisor como el receptor deben estar sincronizados, es decir, los dos deben tener los mismos parámetros:

- ✓ Velocidad de transmisión: Indica el número de bits por segundo que se transmiten y se mide en baudios (bauds). Por ejemplo, como es este caso, 38400 bauds representan 38400 bits por segundo.
- ✓ Bits de datos: Se refiere a la cantidad de bits que se transfieren.
- ✓ Bits de parada: Se los emplea para indicar que la comunicación ha terminado.
- ✓ Paridad: Permite verificar si hay errores en la comunicación, existen 4 tipos: par, impar, marcada y espaciada. Para paridad par e impar, este bit es el último después de los bits de datos.

La transmisión de datos se la puede realizar empleando los siguientes modos:

- Simplex: La comunicación se realiza en un solo sentido, es decir es unidireccional
- Duplex: También conocida como *Full Duplex*, se caracteriza porque la comunicación se realiza en ambos sentidos al mismo tiempo, es decir es bidireccional.
- Half Duplex: La comunicación también se la realiza en ambos sentidos, pero no al mismo tiempo, es decir, se la emplea en una configuración Maestro – Esclavo. [13]

Para el sistema implementado se configuraron los siguientes parámetros:

- Velocidad: 38400 bauds. El reloj interno es usado para la comunicación asincrónica como es este caso, para el cálculo de la velocidad se utiliza la siguiente fórmula:

Operating Mode	Equation for Calculating Baud Rate ⁽¹⁾	Equation for Calculating UBRR Value
Asynchronous Normal mode (U2Xn = 0)	$BAUD = \frac{f_{OSC}}{16(UBRRn + 1)}$	$UBRRn = \frac{f_{OSC}}{16BAUD} - 1$

Figura 3.17 Cálculo de la velocidad [10]

Donde:

Frecuencia de oscilación del sistema: 8MHz

UBRRn (Registro del microcontrolador especial para comunicación serial):

Va de 0-4095 y se lo escoge basándose en la siguiente tabla:

Baud Rate (bps)	$f_{osc} = 8.0000 \text{ MHz}$				$f_{osc} = 11.0592 \text{ MHz}$				$f_{osc} = 14.7456 \text{ MHz}$			
	U2Xn = 0		U2Xn = 1		U2Xn = 0		U2Xn = 1		U2Xn = 0		U2Xn = 1	
	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error	UBRR	Error
2400	207	0.2%	416	-0.1%	287	0.0%	575	0.0%	383	0.0%	767	0.0%
4800	103	0.2%	207	0.2%	143	0.0%	287	0.0%	191	0.0%	383	0.0%
9600	51	0.2%	103	0.2%	71	0.0%	143	0.0%	95	0.0%	191	0.0%
14.4k	34	-0.8%	68	0.6%	47	0.0%	95	0.0%	63	0.0%	127	0.0%
19.2k	25	0.2%	51	0.2%	35	0.0%	71	0.0%	47	0.0%	95	0.0%
28.8k	16	2.1%	34	-0.8%	23	0.0%	47	0.0%	31	0.0%	63	0.0%
38.4k	12	0.2%	25	0.2%	17	0.0%	35	0.0%	23	0.0%	47	0.0%
57.6k	8	-3.5%	16	2.1%	11	0.0%	23	0.0%	15	0.0%	31	0.0%
76.8k	6	-7.0%	12	0.2%	8	0.0%	17	0.0%	11	0.0%	23	0.0%
115.2k	3	8.5%	8	-3.5%	5	0.0%	11	0.0%	7	0.0%	15	0.0%
230.4k	1	8.5%	3	8.5%	2	0.0%	5	0.0%	3	0.0%	7	0.0%
250k	1	0.0%	3	0.0%	2	-7.8%	5	-7.8%	3	-7.8%	6	5.3%
0.5M	0	0.0%	1	0.0%	-	-	2	-7.8%	1	-7.8%	3	-7.8%
1M	-	-	0	0.0%	-	-	-	-	0	-7.8%	1	-7.8%
Max. ⁽¹⁾	0.5 Mbps		1 Mbps		691.2 kbps		1.3824 Mbps		921.6 kbps		1.8432 Mbps	

Figura 3.18 Frecuencias de oscilación del Atmega 164p [10]

Donde el usuario debe escoger una combinación entre valores de frecuencia, velocidad, y valor de UBRR que mantengan un error adecuado para que le sistema funcione correctamente.

UBRR= 25

- Tipo de comunicación: Asíncronica
- Paridad: Ninguna
- Bit de parada:1
- Bits de datos: 8

Y se utilizó la comunicación Duplex, ya que la comunicación es bidireccional.

3.2 INTERFAZ DEL SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA CONTRA INCENDIOS

Para realizar la interfaz (HMI), se utilizó el software LabVIEW, el mismo que permite desarrollar un código para poder emplear la comunicación serial, en este caso entre el computador y cada subsistema.

Para la comunicación serial, se utilizaron módulos XBEE, un principal ubicado en la computadora y 2 secundarios colocados en cada subsistema.

3.2.1 PROGRAMACIÓN DE LOS MÓDULOS XBEE PRO S1

Para programar los módulos Xbee, es necesario instalar el software X-CTU, en donde se configura los siguientes parámetros:

- Baud: 38400
- Data bits: 8
- Parity: None
- Stop Bits: 1

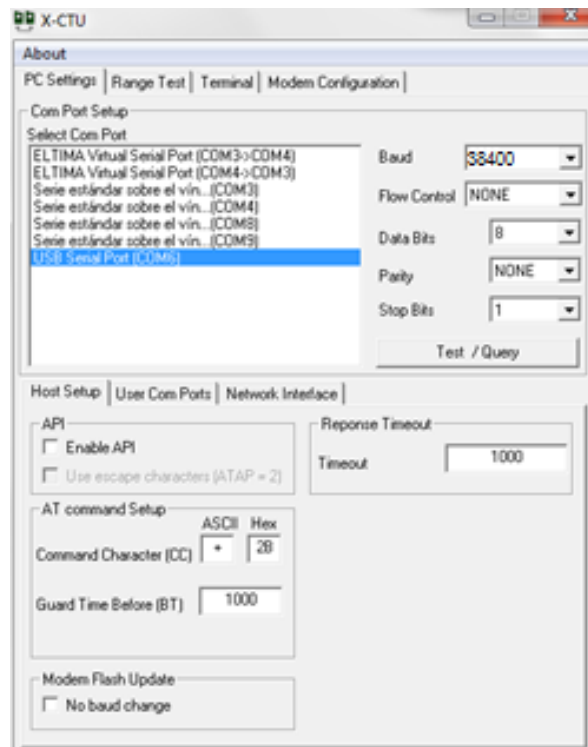


Figura 3.19 Interfaz X-CTU

Se va a utilizar una configuración punto multipunto, el XBEE principal será el que va conectado a la computadora que maneja el HMI, y los otros 2 secundarios, van en cada subsistema respectivamente.

3.2.1.1 XBEE principal

Ayudados por el software X-CTU, se hace la configuración para que este XBEE funcione como Central.

Se accede a la pestaña “Modem Configuration” y se programa al XBEE en parámetros de fábrica, se procede a configurar el canal y el PAN ID que deben ser los mismos para todos los XBEEs que formen parte de la red.

Al ser el XBEE Principal, se debe configurar los siguientes parámetros que permiten establecer la dirección de cada módulo dentro de la red:

- MY =0
- DH=0
- DL=FFFF

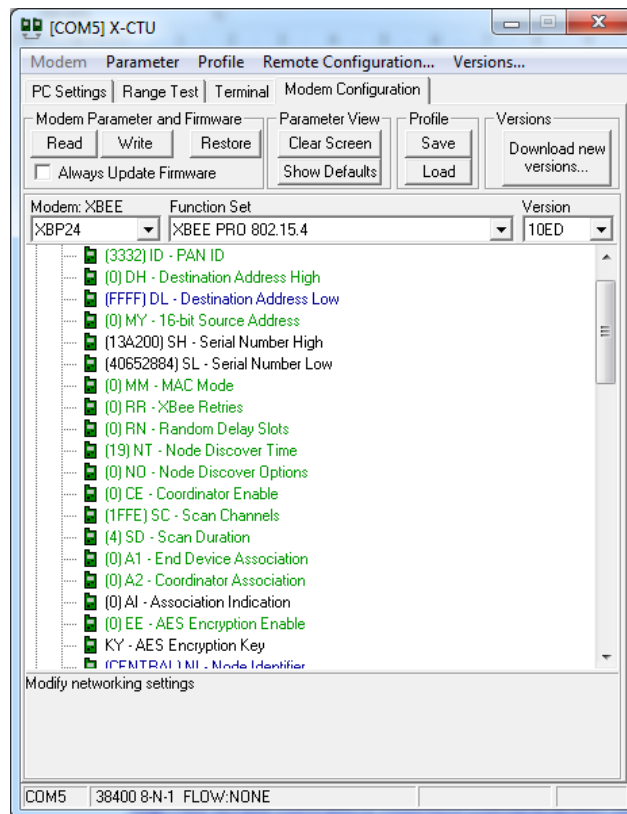


Figura 3.20 Configuración XBEE CENTRAL

Para darle un nombre se debe configurar el parámetro NI=Central.

Finalmente, presionar Write y el XBEE queda configurado con los parámetros ya establecidos.

3.2.1.2 XBEE secundario

Se debe configurar los siguientes parámetros:

- MY=Cualquier valor
- DH=0
- DL=0
- NI=Nombre

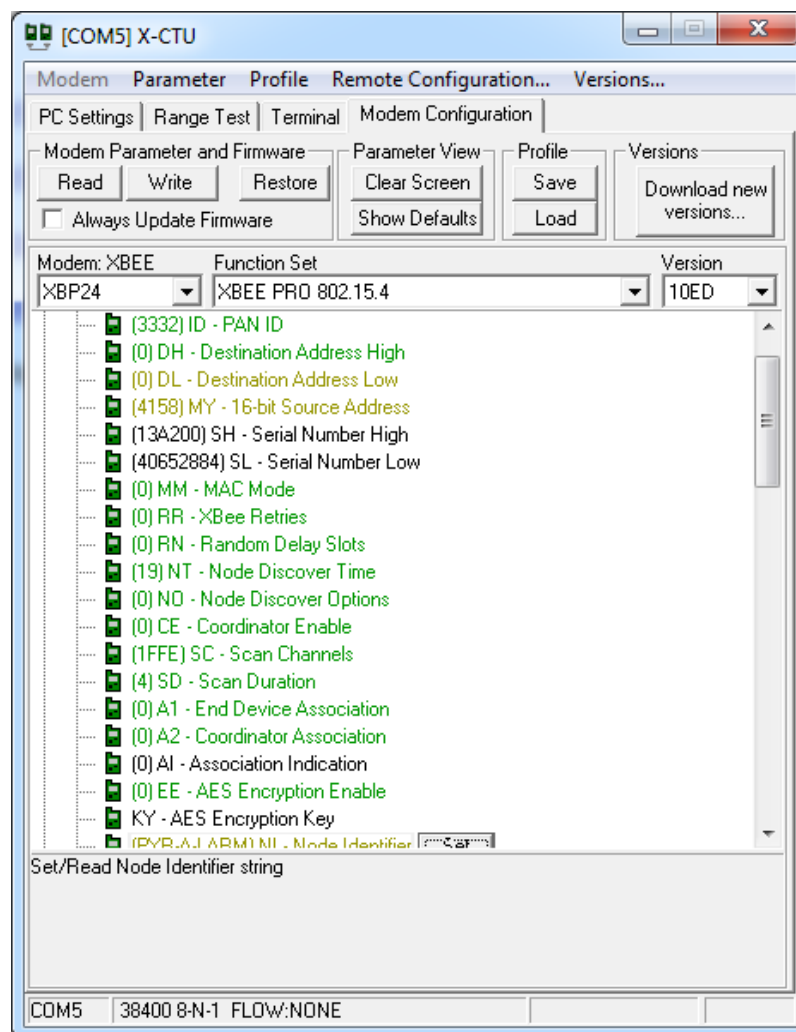


Figura 3.21 Configuración XBEE Esclavo PYR-A-LARM

3.2.2 COMUNICACIÓN DE DATOS CON LOS MICROCONTROLADORES

Se utiliza el bloque VISA SERIAL en LabVIEW para abrir y configurar el puerto serial de la computadora, en este caso el COM5, además de establecer la velocidad de transmisión, paridad y el número de bits de datos y de parada.

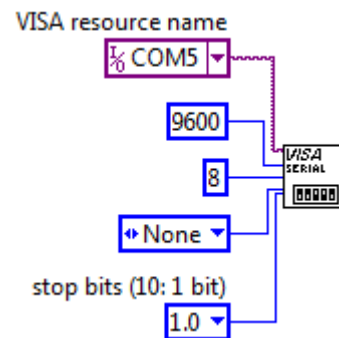


Figura 3.22 Configuración del puerto serial

El microcontrolador envía datos en una trama, para poder leer en LabVIEW se utiliza el bloque “VISA Read” antecedido por el bloque “Property Node” que permite establecer el número de bytes especificado.

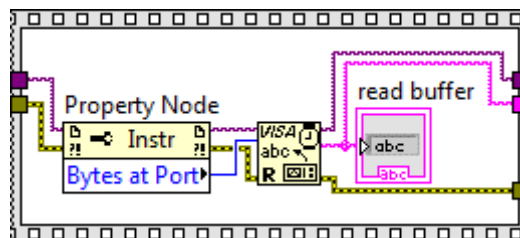


Figura 3.23 Lectura de la VISA

La trama que llega desde el microcontrolador es: H,dato*, y para extraer el dato se utiliza el bloque “Match Pattern”.

El dato es de tipo string, por lo tanto se lo debe transformar a número para que ingrese a la estructura “SELECT CASE” y pueda ser procesado. Existen 50 casos los mismos que permiten encender o apagar indicadores luminosos de la interfaz dependiendo del número que se envió desde el microcontrolador de cada subsistema.

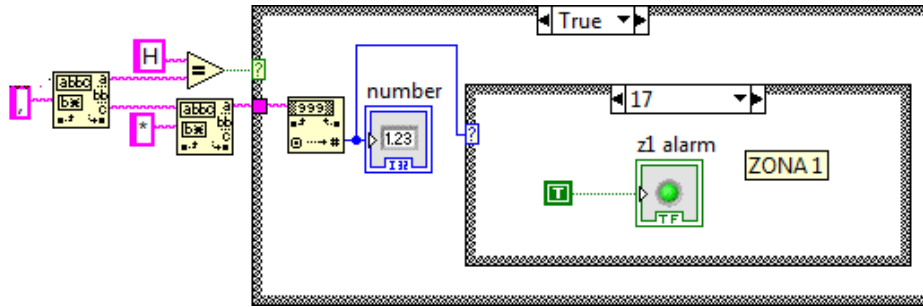


Figura 3.24 Decodificación de la trama para obtener el dato

Para tener un registro de las veces que el sistema se ha alarmado o se ha puesto en falla se vio la necesidad de generar historiales. La interfaz presenta 2 botones, uno para generar el historial de cada subsistema.

Estos botones permanecen deshabilitados hasta que el administrador ingrese la contraseña correcta, para lo cual se compara el dato tipo string ingresado con el establecido como contraseña y a través de un “SELECT CASE” se les habilita o deshabilita.

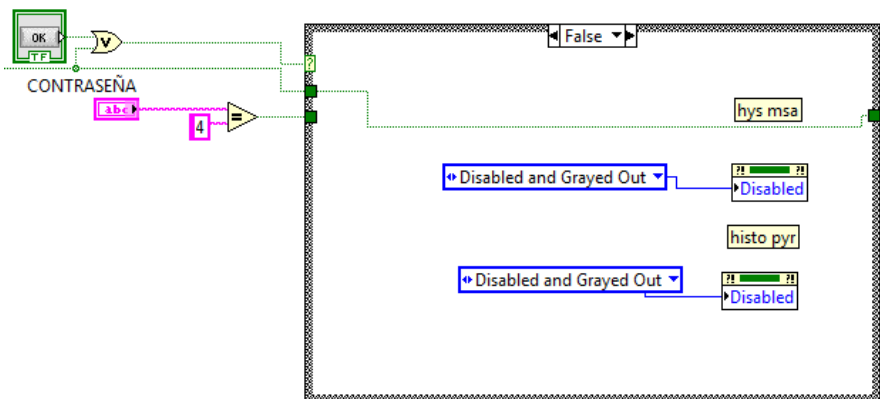


Figura 3.25 Botones deshabilitados inicialmente

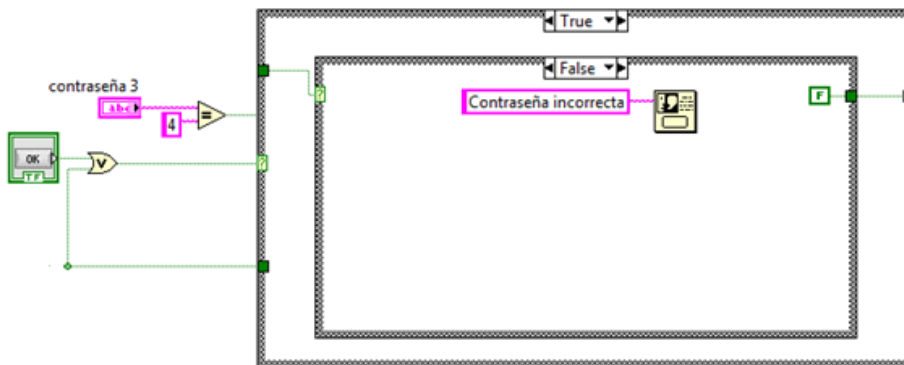


Figura 3.26 Contraseña incorrecta y botones deshabilitados

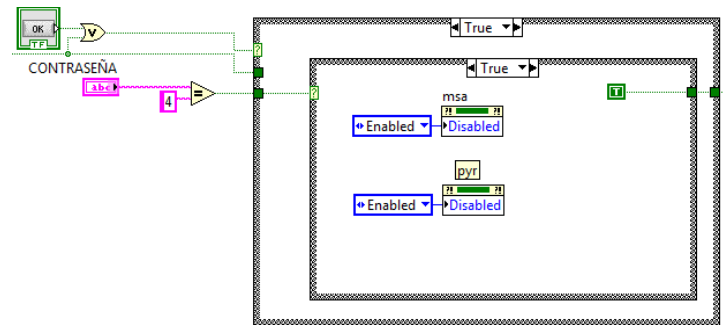


Figura 3.27 Contraseña correcta y botones habilitados

Para los historiales de ambos subsistemas se incluyó un SUB VI el cual recoge los datos obtenidos de cada una de las zonas en caso de ALARMA o FALLA y se los almacena en un archivo de extensión .txt.

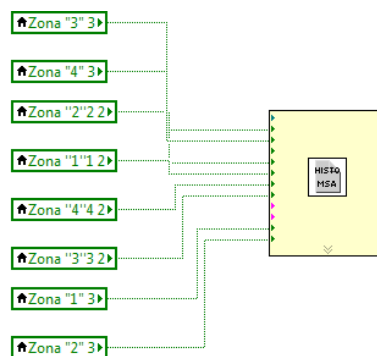


Figura 3.28 SubVI para historial del subsistema MSA

Para iniciar la escritura en el archivo .txt se especifica la dirección en donde va a estar almacenado el documento, se escoge la opción WRITE-ONLY y además del encabezado del historial.

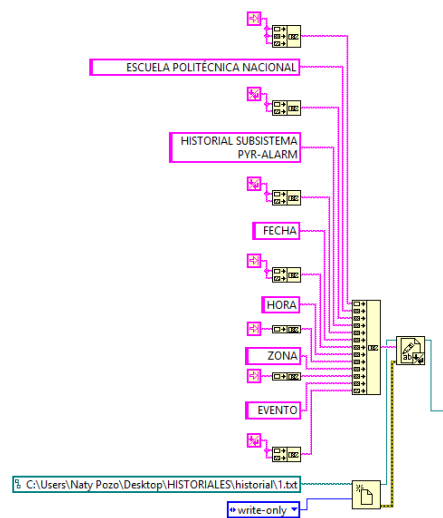


Figura 3.29 Iniciar la escritura del historial

A partir del arreglo booleano realizado con las variables locales pertenecientes a cada una de las zonas tanto en estado de ALARMA como de FALLA, se lo transforma a un número que va desde el 1 hasta el 32 de tal manera que cada uno de ellos indica un estado ya sea que se alarmó o que se quitó la señal de alarma en una zona. Esto sucede también en el caso de falla.

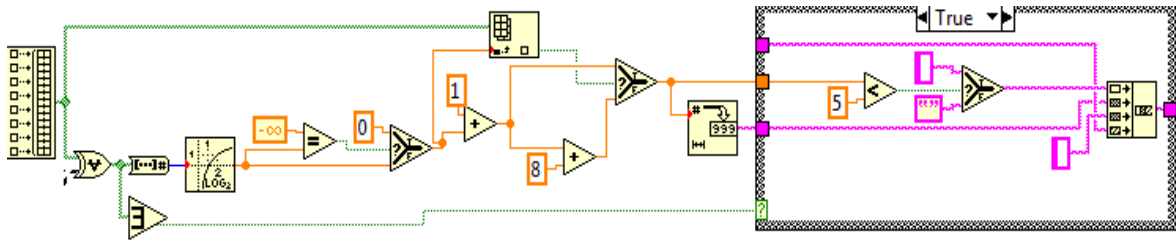


Figura 3.30 Diagrama para detección de alarma o falla

Para detectar el cambio de estado de una zona se utilizan registros de desplazamiento de tal manera que se almacena el estado inicial y se compara con el actual y si existe un cambio el algoritmo permite que se escriba en el archivo .txt caso contrario no lo hace.

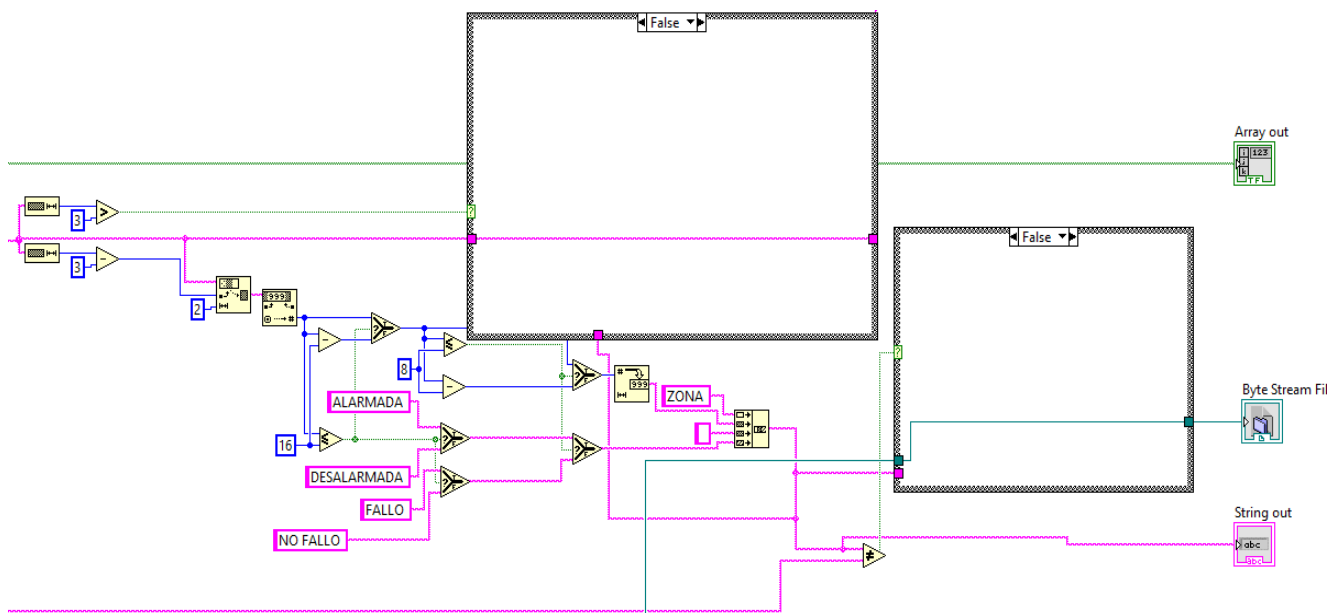


Figura 3.31 Detección del cambio de estado en una zona

Finalmente se utiliza el bloque VISA Close para cerrar todo el proceso de comunicación.



Figura 3.32 Cerrar la Comunicación Serial

3.2.3 PANEL REMOTO ACCESIBLE DESDE UNA DIRECCIÓN IP

Para un monitoreo eficaz de la interfaz, se la colocó en una dirección IP de la red del Centro de Operaciones Espaciales Cotopaxi.

La dirección con la que se puede acceder es: iee-coec.iee.com:8000/Sistema Alarma Contra Incendios.html.



Figura 3.33 Interfaz en la red.

3.2.4 PANTALLAS DEL HMI

La interfaz está compuesta por las siguientes pestañas: Descripción, Monitoreo de Subsistemas, Planos PYR-A-LARM, Planos MSA.

La pestaña Descripción es una presentación del trabajo realizado.



Figura 3.34 Pestaña DESCRIPCIÓN

La pestaña “Monitoreo de Subsistemas” es una representación de los tableros físicos en dónde se puede observar los indicadores luminosos activados cuando los subsistemas han entrado en estado de alarma o de falla.

El subsistema PYR-A-LARM está compuesto por 16 indicadores luminosos: 8 de falla y 8 de alarma, mientras que el subsistema MSA tiene 4 indicadores luminosos de alarma y 4 de falla. Además presentan 2 botones para generar los historiales a los cuales se puede acceder siempre y cuando se ingrese la contraseña de administrador correspondiente.



Figura 3.35 Pestaña MONITOREO DE SUBSISTEMAS

Para saber el lugar específico en el que se ha generado una alarma, se presentan planos de ubicación en donde la zona correspondiente sobresale cambiando de color y le da una idea más clara al operador para encontrar rápidamente el lugar del incendio. Además cada plano tiene una tabla de simbología que permite saber la ubicación de cada sensor dependiendo de la zona en la que se encuentre.

Para lo cual se utiliza el estado del indicador luminoso de la interfaz correspondiente a la zona y a través de registros de desplazamiento se logra que el área correspondiente titile, como se puede observar en las Figuras 3.36 y 3.37.

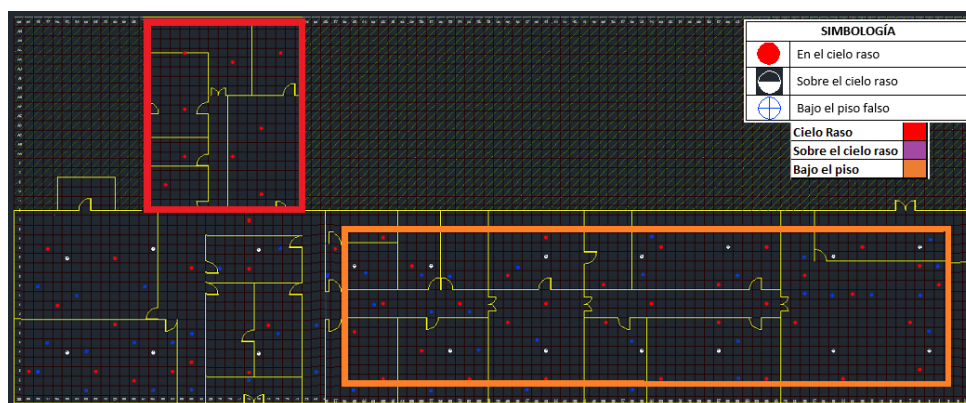


Figura 3.36 Zona 3 y Zona 8 alarmada del Subsistema PYR-A-LARM

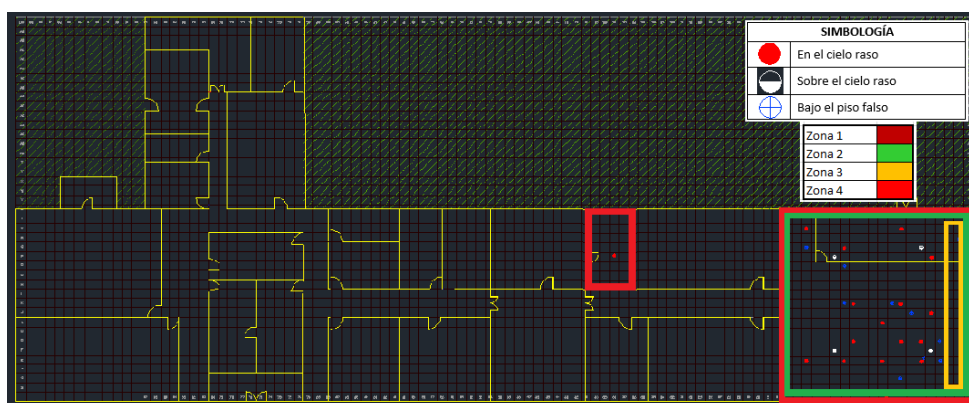


Figura 3.337 Zonas alarmadas del Subsistema PYR-A-LARM

CAPÍTULO 4

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se detallan las pruebas efectuadas en los subsistemas PYR-A-LARM y MSA en operación NORMAL, en estado de ALARMA y en estado de FALLA de los lazos de detectores con el fin de comprobar la respuesta que se obtiene ante dichos casos y su correcto funcionamiento tanto en los tableros de control como en la interfaz gráfica.

4.1. PRUEBAS EN EL SUBSISTEMA PYR-A-LARM

4.1.1. SUBSISTEMA EN ESTADO NORMAL

Cuando el subsistema se encuentra en estado de operación NORMAL ningún indicador luminoso de ALARMA o FALLA debe estar activado ni en el tablero de control ni en la interfaz, de la misma forma ningún indicador sonoro (Bell o Buzzer) debe estar sonando.



Figura 4.1 Tablero de control en estado NORMAL

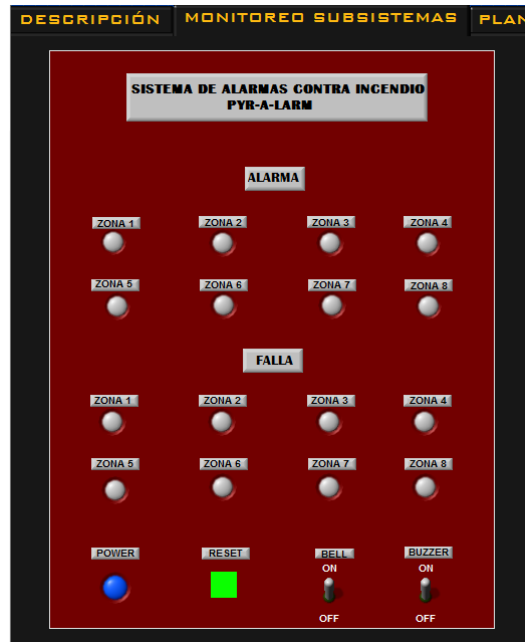


Figura 4.2 Tablero en la interfaz en estado NORMAL

Para comprobar la correcta operación del subsistema se procedió a medir el voltaje en las borneras de cada una de las zonas de detectores, en la figura se muestra la medida tomada en la ZONA 4:



Figura 4.3 Voltaje de la ZONA 4 en estado NORMAL

Se midió también el voltaje que ingresa al canal analógico del ATMEGA 164p correspondiente a cada lazo de detectores, a continuación se puede ver en la figura el valor de voltaje perteneciente a la ZONA 4:



Figura 4.4 Voltaje acondicionado de la ZONA 4 en estado NORMAL

Los valores obtenidos de todos los lazos de detectores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-1 Valores de voltaje obtenidos en estado NORMAL.

ESTADO NORMAL		
	VOLTAJE EN CADA LAZO DE DETECTORES	ENTRADA AL CANAL ANALÓGICO DEL μ C
ZONA 1	245,0 VDC	0,662 VDC
ZONA 2	248,5 VDC	0,651 VDC
ZONA 3	245,8 VDC	0,663 VDC
ZONA 4	251,1 VDC	0,652 VDC
ZONA 5	250,9 VDC	0,634 VDC
ZONA 6	245,6 VDC	0,625 VDC
ZONA 7	249,6 VDC	0,691 VDC
ZONA 8	250,1 VDC	0,666 VDC

Como se observa los valores de voltaje de los lazos van entre 245,0 hasta 251,1, estos valores al acondicionarlos para que se conviertan en valores admisibles para el microcontrolador generan voltajes entre 0,625 a 0,691 que para ser procesado como estado normal se convierte en bits en el siguiente rango: 93-286.

4.1.2. SUBSISTEMA EN ESTADO DE ALARMA

Cuando el subsistema se encuentra en estado de ALARMA, los indicadores luminosos correspondientes a la o las zonas alarmadas se activaron tanto en el tablero como en la interfaz, además se encendió el indicador sonoro (BELL).



Figura 4.5 Tablero de control en estado de ALARMA



Figura 4.6 Tablero en la interfaz en estado de ALARMA

Asimismo se activaron tanto el indicador luminoso ubicado en la base del sensor como el indicador local ubicado en el panel junto al tablero de control.



Figura 4.7 Indicador luminoso del sensor



Figura 4.8 Indicador luminoso local

Para comprobar el correcto funcionamiento del subsistema, se procedió a tomar la medida de voltaje en la bornera a dónde llega cada zona, en este caso de la ZONA 8, en la figura se muestra el voltaje medido.



Figura 4.9 Voltaje de la ZONA 8 en estado de ALARMA

Además se midió el voltaje acondicionado de cada zona que llega al microcontrolador ATMEGA 164p, en este caso de la ZONA 8, en la figura se muestra el voltaje medido.

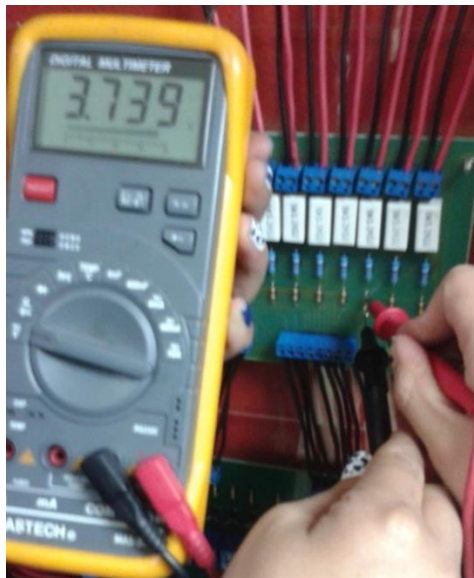


Figura 4.10 Voltaje acondicionado de la ZONA 8 en estado de ALARMA

La siguiente tabla muestra los valores de voltajes tanto de las zonas, como del voltaje acondicionado que ingresa al microcontrolador

Tabla 4-2 Valores de voltaje obtenidos en estado de ALARMA.

ESTADO DE ALARMA		
	VOLTAJE EN CADA LAZO DE DETECTORES	ENTRADA AL CANAL ANALÓGICO DEL uC
ZONA 1	171,1 VDC	3,76 VDC
ZONA 2	175,5 VDC	3,61 VDC
ZONA 3	176,6 VDC	3,88 VDC
ZONA 4	175,1 VDC	3,69 VDC
ZONA 5	174,9 VDC	3,78 VDC
ZONA 6	176,1 VDC	3,67 VDC
ZONA 7	171,2 VDC	3,80 VDC
ZONA 8	176,4 VDC	3,73 VDC

Después de adquirir las medidas de voltaje cuando las zonas se han alarmado, se obtuvo como resultado que los voltajes que se miden en las zonas van desde

171,1 a 176,6 VDC dicho voltaje se refleja en la entrada del microcontrolador en valores dese 3,61 a 3,88 VDC que para ser procesado como estado de alarma se convierte en bits en el siguiente rango: 286 a 1024 bits.

La interfaz también permite visualizar en los planos la ubicación de la zona que se ha puesto en alarma, en este caso, la ZONA 8, como muestra la figura.



Figura 4.11 Ubicación de la ZONA 8 en el plano

4.1.3. SUBSISTEMA EN ESTADO DE FALLA

Cuando el subsistema ingresó a estado de FALLA, los indicadores luminosos correspondientes a la o las zonas en falla se activaron tanto en el tablero como en la interfaz, además se encendió el indicador sonoro (BUZZER).



Figura 4.12 Tablero de control en estado de FALLA

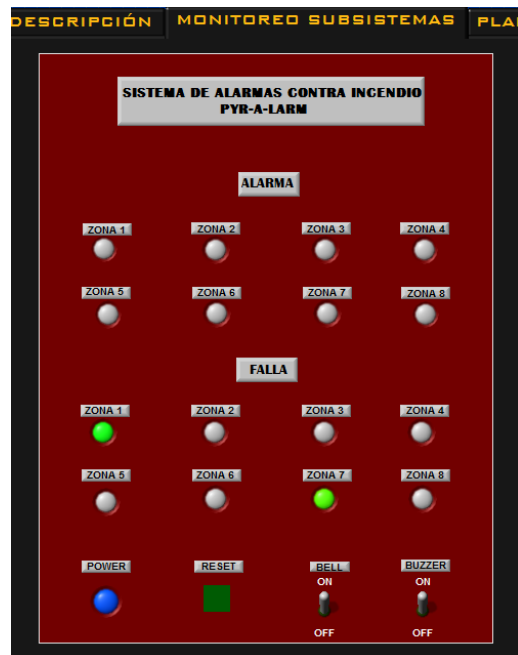


Figura 4.13 Tablero en la interfaz en estado de FALLA

Para comprobar que el indicador de la zona en falla sea el correcto, se procedió a tomar la medida de voltaje en la bornera a dónde llega cada zona, en este caso de la ZONA 7, en la figura se muestra el voltaje medido.



Figura 4.14 Voltaje de la ZONA 7 en estado de ALARMA

Además se midió el voltaje acondicionado de cada zona que llega al microcontrolador ATMEGA 164p, en este caso de la ZONA 7, en la figura se muestra el voltaje medido.



Figura 4.15 Voltaje acondicionado de la ZONA 7 en estado de FALLA

La siguiente tabla muestra los valores de voltajes tanto de las zonas, como de la señal acondicionada que ingresa al microcontrolador correspondientes al estado de falla.

Tabla 4-3 Valores de voltaje obtenidos en estado de FALLA.

ESTADO DE FALLA		
	VOLTAJE EN CADA LAZO DE DETECTORES	ENTRADA AL CANAL ANALÓGICO DEL uC
ZONA 1	250,00 VDC	0,291 VDC
ZONA 2	250,45 VDC	0,312 VDC
ZONA 3	252,18 VDC	0,356 VDC
ZONA 4	250,87 VDC	0,329 VDC
ZONA 5	251,32 VDC	0,314 VDC
ZONA 6	250,66 VDC	0,324 VDC
ZONA 7	251,11 VDC	0,342 VDC
ZONA 8	251,54 VDC	0,316 VDC

Como se puede apreciar en la tabla los valores de voltaje de las zonas van desde 250 VDC a 252,18 VDC, lo cual se traduce a los valores desde 0,291 VDC a 0,356 VDC, estos valores transformados a bits van desde 0 a 92 los cuales son los adecuados para que el sistema procese correctamente el estado de falla de las zonas correspondientes.

4.1.4. REGISTRO DE EVENTOS OCURRIDOS

Los eventos ocurridos se los encuentra en un documento .txt, generado y localizado en la carpeta “SISTEMA DE ALARMAS CONTRA INCENDIO” llamado PYR-A-LARM en el cual se detalla la fecha, la hora, la zona y el evento ocurrido, como se muestra en la figura.

FECHA	HORA	ZONA	EVENTO
18/06/2014	15:18	ZONA 5	EN FALLA
18/06/2014	14:48	ZONA 3	ALARMADA
18/06/2014	14:48	ZONA 5	EN FALLA
18/06/2014	14:48	ZONA 1	EN FALLA
18/06/2014	14:48	ZONA 4	ALARMADA
/06/2014	13:03	ZONA 1	SIN FALLA
18/06/2014	13:03	ZONA 1	EN FALLA
8/06/2014	12:39	ZONA 8	ALARMADA
18/06/2014	12:40	ZONA 3	EN FALLA
18/06/2014	12:38	ZONA 1	SIN FALLA
18/06/2014	12:38	ZONA 2	EN FALLA
18/06/2014	10:22	ZONA 2	DESALARMADA
18/06/2014	10:22	ZONA 2	EN FALLA
18/06/2014	10:23	ZONA 2	SIN FALLA
18/06/2014	10:23	ZONA 2	ALARMADA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	EN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	SIN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 2	SIN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	EN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	SIN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 2	ALARMADA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	EN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	SIN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	EN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	SIN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	EN FALLA
18/06/2014	10:20	ZONA 1	SIN FALLA

Figura 4.16 Historial del sistema PYR-A-LARM

4.2. PRUEBAS EN EL SUBSISTEMA MSA

4.2.1. SUBSISTEMA EN ESTADO NORMAL

Cuando el subsistema se encuentra en estado de operación NORMAL, los indicadores luminosos tanto de ALARMA como de FALLA no se han encendido ni

en el tablero de control ni en la interfaz, de la misma manera no se ha activado el indicador sonoro de ALARMA (Bell) o de FALLA (Buzzer).



Figura 4.17 Tablero de control en estado NORMAL

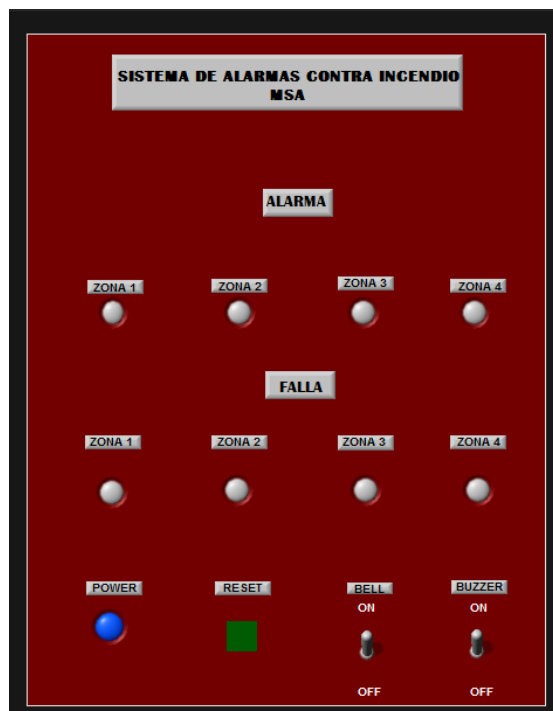


Figura 4.18 Tablero en la interfaz en estado NORMAL

Para comprobar la correcta operación del subsistema se procedió a medir el voltaje en las borneras de cada una de las zonas de detectores, en la figura se muestra la medida tomada en la ZONA 1 que se encuentra en estado NORMAL:

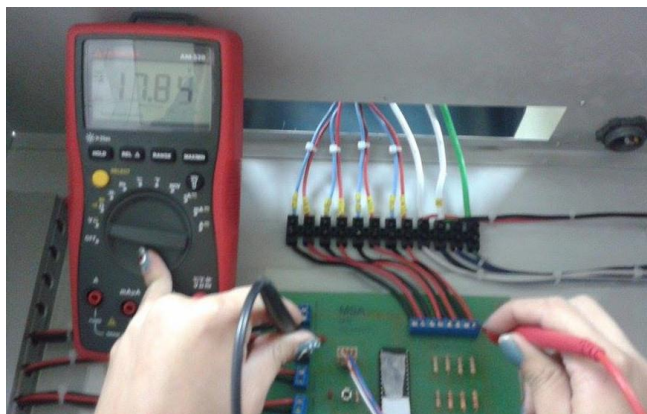


Figura 4.19 Voltaje de la ZONA 1 en estado NORMAL

Se midió también el voltaje que ingresa al canal análogo del ATMEGA 164p correspondiente a cada lazo de detectores, a continuación se puede ver en la figura el valor de voltaje perteneciente también a la ZONA 1:

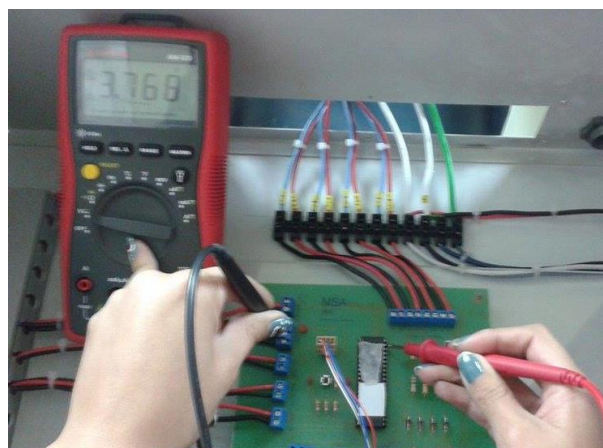


Figura 4.20 Voltaje acondicionado de la ZONA 1 en estado NORMAL

Los valores obtenidos de todos los lazos de detectores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-4 Valores de voltaje obtenidos en estado NORMAL

ESTADO NORMAL			
	VOLTAJE EN CADA LAZO DE DETECTORES		ENTRADA AL CANAL ANALÓGICO DEL uC
ZONA 1	17,84	VDC	3,76 VDC
ZONA 2	17,93	VDC	3,61 VDC
ZONA 3	18,55	VDC	3,94 VDC
ZONA 4	18,68	VDC	3,96 VDC

Se puede apreciar que el rango de voltaje que se mide a la llegada de las zonas de detectores va desde 17 a 19 VDC aproximadamente, los mismos que al llegar al microcontrolador van desde 3,61VDC hasta 3,96 VDC. Estos rangos pertenecen al estado NORMAL de las zonas de detectores que en bits corresponden a valores entre 601 a 900.

4.2.2. SUBSISTEMA EN ESTADO DE ALARMA

Cuando el subsistema ha ingresado a estado de ALARMA, los indicadores luminosos correspondientes a la o las zonas alarmadas se activaron en el tablero y en la interfaz, además se encendió el indicador sonoro (BELL). De igual manera se activó el indicador luminoso ubicado en la base del sensor.



Figura 4.21 Tablero en estado de ALARMA

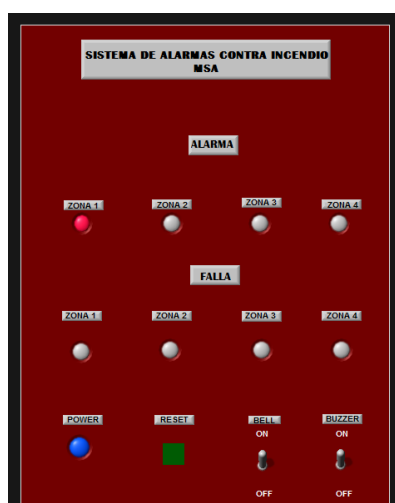


Figura 4.22 Tablero en la interfaz en estado de ALARMA



Figura 4.23 Indicador luminoso del sensor

Para verificar el correcto funcionamiento del subsistema, se procedió a medir el voltaje en la bornera a dónde llega la zona, en este caso ZONA 1, en la figura se muestra el voltaje medido.

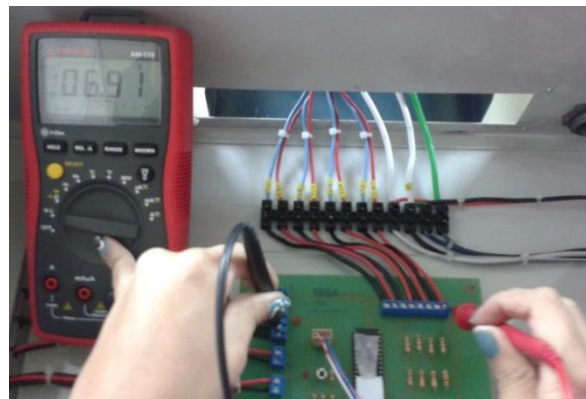


Figura 4.24 Voltaje de la ZONA 1 en estado de ALARMA

Además se tomó la medida de voltaje acondicionado de cada zona que llega al microcontrolador ATMEGA 164p, en este caso de la ZONA 1, en la figura se muestra el voltaje medido.

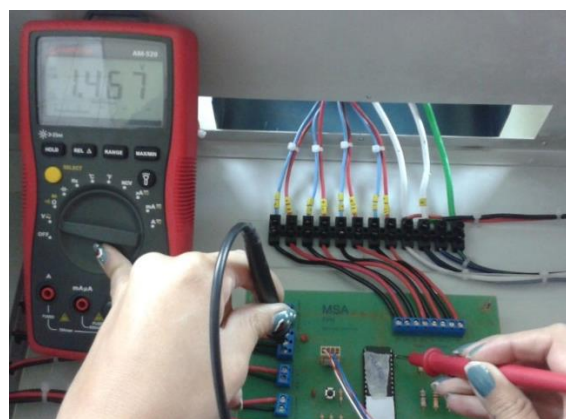


Figura 4.25 Voltaje acondicionado de zona 1 en estado de ALARMA

La siguiente tabla muestra los valores de voltajes tanto de las zonas, como del voltaje acondicionado que ingresa al microcontrolador:

Tabla 4-5 Valores de voltaje obtenidos en estado de ALARMA

ESTADO DE ALARMA		
	VOLTAJE EN CADA LAZO DE DETECTORES	ENTRADA AL CANAL ANALÓGICO DEL uC
ZONA 1	6,91 VDC	1,46 VDC
ZONA 2	6,87 VDC	1,54 VDC
ZONA 3	7,01 VDC	1,56 VDC
ZONA 4	6,81 VDC	1,48 VDC

Como se observa en la tabla 4-5, los valores de voltaje que llegan a las borneras de las zonas de detectores van desde 6,91 a 7,01VDC, y los valores que se miden al ingreso del microcontrolador se encuentran entre 1,46 y 1,56 VDC. Dichos valores corresponden al estado de ALARMA del subsistema que en bits corresponden a los siguientes valores: 0 a 601.

La interfaz nos permite localizar de una manera más rápida el lugar en donde se ha generado la alarma a través de un plano, en donde parpadea la zona correspondiente.

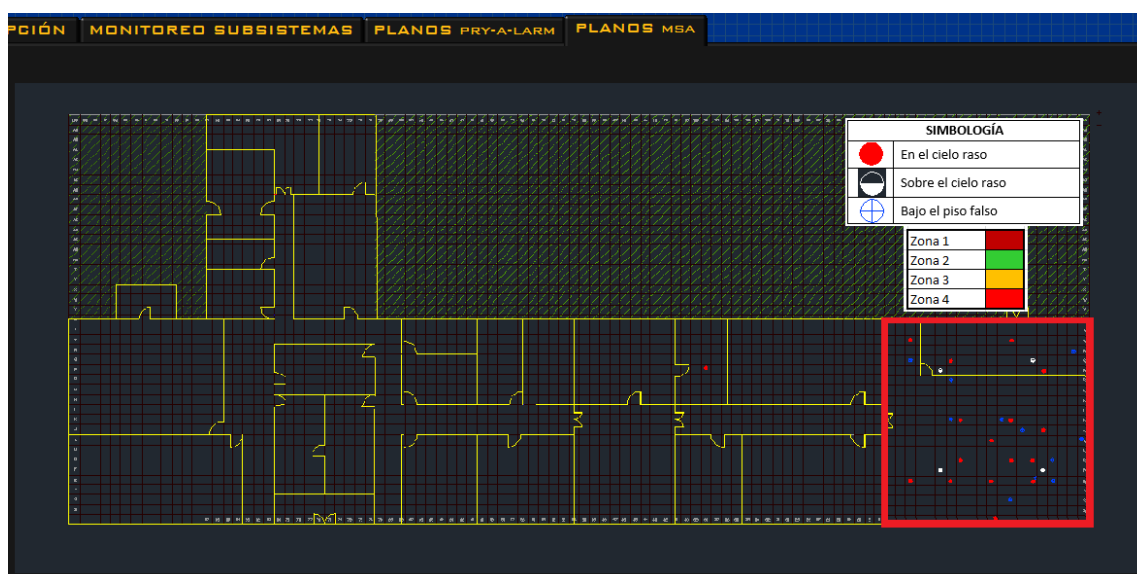


Figura 4.26 Ubicación de la ZONA 1 en el plano

4.2.3. SUBSISTEMA EN ESTADO DE FALLA

Cuando el subsistema ingresó a estado de FALLA, los indicadores luminosos correspondientes a la o las zonas en falla se activaron tanto en el tablero como en la interfaz, además se encendió el indicador sonoro (BUZZER).



Figura 4.27 Tablero de control en estado de FALLA

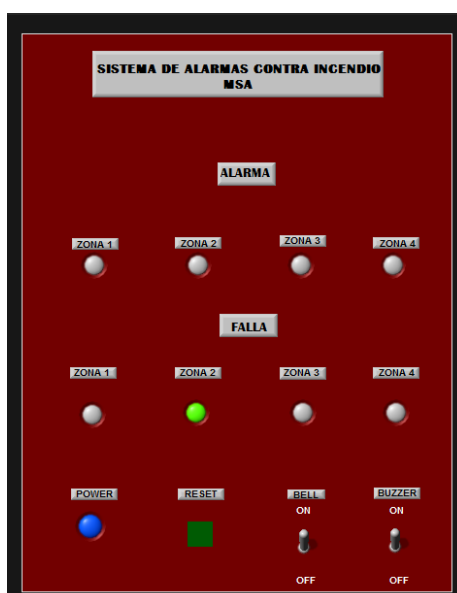


Figura 4.28 Tablero en la interfaz en estado de FALLA

Para probar que el indicador de la zona en falla que se encendió en el tablero sea el correcto, se tomó la medida de voltaje en la bornera a dónde llega cada zona, en este caso de la ZONA 2, en la figura se muestra el voltaje medido.

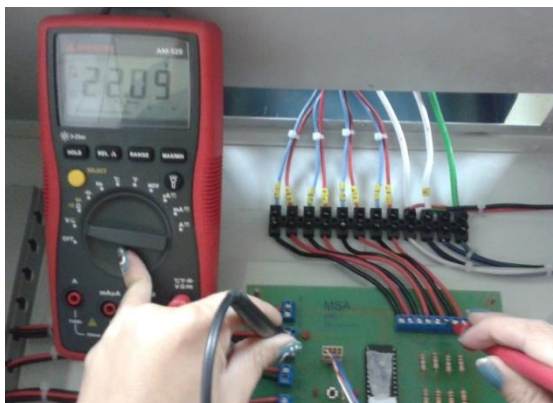


Figura 4.29 Voltaje de la ZONA 2 en estado de FALLA

Asimismo se tomó la medida del voltaje acondicionado de cada zona que llega al microcontrolador ATMEGA 164p, en este caso de la ZONA 2, en la figura se muestra el voltaje medido.

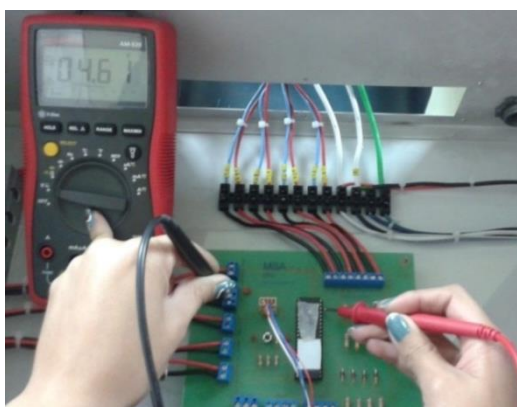


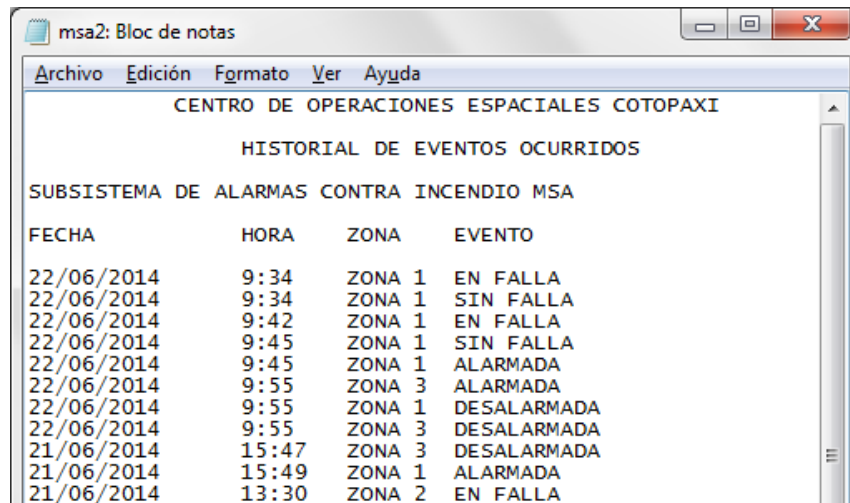
Figura 4.30 Voltaje acondicionado de la ZONA 2 en estado de FALLA

La siguiente tabla muestra los valores de voltajes tanto de las zonas, como de la señal acondicionada que ingresa al microcontrolador correspondientes al estado de falla.

Tabla 4-6 Valores de voltaje obtenidos en estado de FALLA

ESTADO DE FALLA				
	VOLTAJE EN CADA LAZO DE DETECTORES		ENTRADA AL CANAL ANALÓGICO DEL uC	
ZONA 1	21,85	VDC	4,53	VDC
ZONA 2	22,06	VDC	4,60	VDC
ZONA 3	22,09	VDC	4,61	VDC
ZONA 4	21,89	VDC	4,55	VDC

4.2.4. REGISTRO DE EVENTOS OCURRIDOS



FECHA	HORA	ZONA	EVENTO
22/06/2014	9:34	ZONA 1	EN FALLA
22/06/2014	9:34	ZONA 1	SIN FALLA
22/06/2014	9:42	ZONA 1	EN FALLA
22/06/2014	9:45	ZONA 1	SIN FALLA
22/06/2014	9:45	ZONA 1	ALARMADA
22/06/2014	9:55	ZONA 3	ALARMADA
22/06/2014	9:55	ZONA 1	DESALARMADA
22/06/2014	9:55	ZONA 3	DESALARMADA
21/06/2014	15:47	ZONA 3	DESALARMADA
21/06/2014	15:49	ZONA 1	ALARMADA
21/06/2014	13:30	ZONA 2	EN FALLA

Figura 4.3125 Historial del subsistema MSA

4.3. PRUEBAS EN LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Las pruebas realizadas tanto de transmisión y recepción de datos, muestran que los módulos XBEE fueron aptos para esta aplicación, puesto que su alcance máximo de 90 m en interiores, es suficiente para lograr una buena comunicación y que los datos no se pierdan.

El XBEE principal estuvo ubicado en la computadora CENTRAL desde donde se va a monitorear el sistema, ubicado en la mitad de la edificación, mientras que cada subsistema con los XBEE secundarios se encuentran a una distancia considerable como se aprecia en la figura:

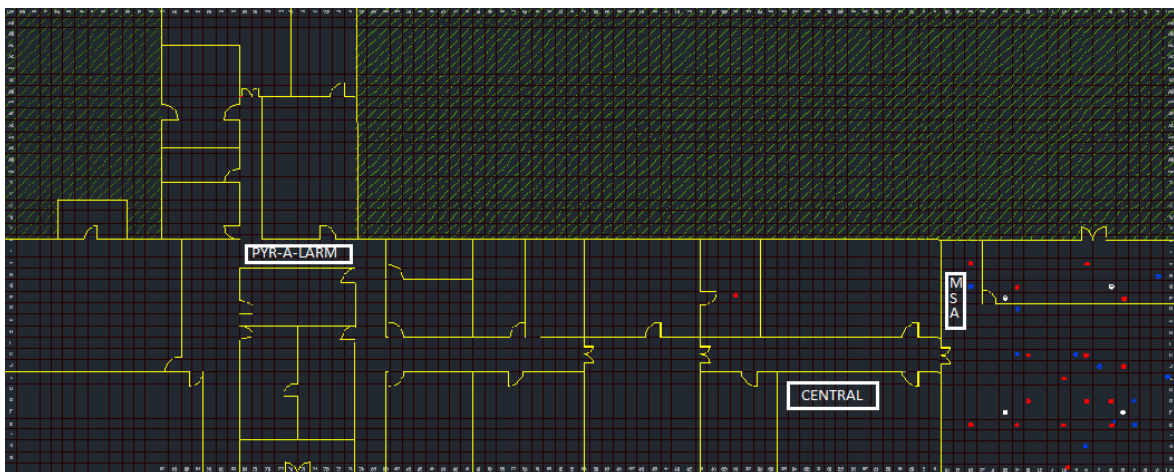


Figura 4.1 Ubicación de los módulos XBEE

Además es importante recalcar que el subsistema MSA, está ubicado en una sala la cual tiene una puerta hermética, pero dicha característica no impidió que el XBEE funcione correctamente.

La velocidad con la que fueron programados los XBEE después de varias pruebas de funcionamiento fue 34800 baudios, puesto que a esta velocidad no hubo mayor interferencia.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Después del desarrollo de este proyecto de titulación se puede concluir lo siguiente:

- El objetivo del proyecto, esto es, el diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo local y remoto del sistema contra incendios utilizando un sistema SCADA, se cumplió en su totalidad.
- El sistema de alarma contra incendios implementado es de vital importancia debido a la vulnerabilidad del ser humano, de los equipos y de las instalaciones y se enfoca en salvaguardar estos recursos utilizando un control eficaz previniendo y detectando el incendio en su fase inicial, además que provee una alerta lo suficientemente clara para poder tomar las medidas adecuadas dependiendo de la gravedad de la situación.
- Una vez realizado el análisis para la rehabilitación de los sistemas antiguamente implementados en el Edificio N°12 como son PYR-A-LARM, y CERBERUS se logró conocer los voltajes de funcionamiento y la forma de operación de cada uno de ellos con el fin de tener un punto de partida para el diseño del nuevo sistema de adquisición de datos y gestión de alarmas.
- La tecnología utilizada en la tarjeta de control de los sistemas instalados anteriormente era obsoleta y discontinuada en el mercado, razón por la cual, las tarjetas de control fueron sustituidas en su totalidad por tecnología actual que brinda facilidad para su mantenimiento. Se reutilizó solamente los lazos de detectores que funcionaban adecuadamente de los dos

subsistemas y en el caso específico del subsistema PYR-A-LARM el circuito de sirenas.

- Los módulos de comunicación inalámbrica deben ser seleccionados adecuadamente según los requerimientos, por tal motivo para la comunicación de cada subsistema con la interfaz gráfica se escogieron módulos XBEE Pro S1 los cuales de acuerdo a las pruebas efectuadas tienen una potencia de transmisión suficiente para esta aplicación; además se comprobó que los módulos Xbee Pro S1 no deben estar instalados dentro del tablero de control, puesto que es una caja metálica y produce interferencia en el envío de la información.
- En los subsistemas implementados se calculó la potencia que disipa cada uno de los ramales del acondicionamiento de entrada de los lazos de detectores, ya que al utilizar voltajes elevados y dependiendo de los distintos estados, el consumo de potencia aumenta y si las resistencias que constituyen el acondicionamiento no son las adecuadas, los subsistemas se desestabilizan debido a la variación del valor de resistencia por calentamiento.
- Para poner en funcionamiento los indicadores luminosos y audibles desde el microcontrolador, se implementó una etapa de acondicionamiento utilizando relés, con la finalidad aislar el circuito de control del circuito de potencia.
- Después las pruebas realizadas que se describen en el capítulo tres se comprobó que la velocidad adecuada para la comunicación serial entre los microcontroladores y la interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW es de 38400 baudios, puesto que el sistema responde óptimamente a los cambios de estado.
- Los módulos inalámbricos escogidos para la comunicación trabajan en la banda libre de frecuencia de 2.4 GHz y se detectó que existe interferencia

con los canales de WiFi, Bluetooth, entre otros por lo que fue necesario configurar a estos equipos en un canal diferente, precautelando de esa forma la introducción de ruido y/o interferencia hacia el sistema.

- Se comprobó que para un monitoreo eficaz y continuo del sistema es necesario que los funcionarios de la Estación Cotopaxi tengan acceso a la misma desde su puesto de trabajo, por ello se la colocó en una dirección IP que permite su ingreso desde todos los computadores que estén en la red de la institución.
- Como herramienta de localización se incluyó en la interfaz los planos de ubicación de las zonas de detectores, lo cual facilita al personal encontrar con rapidez el lugar donde se ha generado una señal de alarma.
- Para tener un registro de los eventos ocurridos se generó un historial para cada uno de los subsistemas, los mismos que son accesibles desde la interfaz a través de una clave de administrador.
- Con el diseño e implementación de este sistema se ha demostrado que es posible rehabilitar sistemas obsoletos a pesar de sus limitaciones propias migrando a elementos de tecnología vanguardista, optimizando recursos económicos y brindando más comodidad y seguridad al usuario.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para la alimentación de cada una de las partes de los subsistemas es mucho más confiable utilizar fuentes comerciales estándar debido a que éstas ya tienen incluidas las protecciones para sobre voltaje, sobre corriente y cortocircuito; sin embargo en casos especiales como lo es la alimentación de los lazos de detectores del subsistema PYR-A-LARM resultó más conveniente diseñar una fuente de alimentación de 270 VDC utilizando un transformador elevador y un sistema de rectificación.

- Para garantizar el buen funcionamiento de cada uno de los subsistemas implementados es recomendable realizar un mantenimiento periódico, tanto de las tarjetas de control así como de los detectores de todas las zonas como lo señala el manual de usuario anexo.
- Debido a que este sistema no incluye el proceso de extinción de incendios, el personal del Centro de Operaciones Espaciales Cotopaxi debe estar entrenado en caso que haya un indicio de incendio para solucionarlo de manera eficiente al recibir la señal de alarma.
- En caso de que en un futuro se requiera ampliar o modificar las instalaciones del Edificio N° 12 de la Estación Cotopaxi, se recomienda actualizar o modificar este sistema de detección y extinción de incendios para salvaguardar la integridad tanto del personal como de los equipos existentes.
- Es recomendable que el sistema no sea manipulado por personal que no haya sido capacitado previamente, ya que el silenciar un indicador audible por falta de conocimiento o por equivocación, en caso de una emergencia real podría ocasionar daños catastróficos en el lugar.
- Debido a cualquier problema que pueda ocurrir en el sistema, se recomienda tener disponible siempre un respaldo de toda la documentación técnica incluidos el manual de operación adjunto y los diseños del hardware y software.
- Se recomienda tener todos los extintores debidamente cargados para sofocar exitosamente cualquier conato de incendio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] «La Protección contra incendios y CO,» Lofer, 2010. [En línea]. Available: <http://www.lofer.es/ficha.php?id=90&ct=43>. [Último acceso: 29 Agosto 2013].
- [2] J. & Y, «Detección de Incendios,» Ingenieros Consultores J&Y, [En línea]. Available: http://www.jy-ingenieros.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=22. [Último acceso: 29 Agosto 2013].
- [3] «Sistema de Detección y Alarma de Incendios,» Manual del Bombero Profesional, [En línea]. Available: http://bomberoprofesional.com/uploads/Cap%C3%ADtulo_33_Sistemas_de_detecci%C3%B3n_y_alarma_de_incendios.pdf. [Último acceso: 29 Agosto 2013].
- [4] G. González, «rnds,» Sistemas de Detección de Incendios , [En línea]. Available: http://www.rnds.com.ar/articulos/033/RNDS_172W.pdf. [Último acceso: 10 Septiembre 2013].
- [5] F. G. Rodríguez, «Sistema de detección de incendios Analógica/Inteligente,» Tecnología de la Seguridad, [En línea]. Available: <http://serviciostc.com/?s=introduccion+sisntema+deteccion+incendios>. [Último acceso: 10 Septiembre 2013].
- [6] «Guía de Aplicaciones-Detectores de Humo para Sistemas,» System Sensor, [En línea]. Available: http://www.eadelectronics.com/sites/System_Sensor/docs/guides/A05-1046.pdf. [Último acceso: 11 Septiembre 2013].
- [7] «Instituto Espacial Ecuatoriano,» [En línea]. Available: http://www.institutoespacial.gob.ec/?page_id=394. [Último acceso: 11 Septiembre 2013].
- [8] «Activación manual de alarma de de incendio,» Commercial Security Devices, 2011. [En línea]. Available: http://www.commercialsecuritydevices.com/es/activaci%C3%B3n_manual_la_alarma_de_incendio.html. [Último acceso: 18 Septiembre 2013].
- [9] *CERBERUS Manual*, Männedorf, Suiza: CERBERUS Ltd., 1990.
- [10] Atmel Corporation, «8 bits AVR Microcontroller 164P/324P/644P,» de *ATmega164P/324P/644P*, USA, Atmel Corporation, 2009 , pp. 1-2.
- [11] K. Arana, «Slide Share,» 31 Agosto 2012. [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/kelvinarana/comunicacin-inalmbrica-14125347>.

- [Último acceso: 29 04 2014].
- [12] D. I. Inc, «Digi M2M Expert,» [En línea]. Available: <http://www.digi.com/products/wireless-wired-embedded-solutions/zigbee-rf-modules/point-multipoint-rfmodules/xbec-series1-module#overview>. [Último acceso: 29 04 2014].
- [13] National Instruments Corporation, «Comunicación Serial: Conceptos Generales,» 2012. [En línea]. Available: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>. [Último acceso: abril 2014].
- [14] «Sistemas de detección convencionales,» Manual del Bombero Profesional, [En línea]. Available: http://bomberoprofesional.com/uploads/Cap%C3%ADtulo_33_Sistemas_de_detecci%C3%B3n_y_alarma_de_incendios.pdf. [Último acceso: 10 Septiembre 2013].
- [15] G. Gonzalez, «Comparando los diferentes tipos de sistemas de detección de incendio,» TECNOseguros.com, 04 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.tecnoseguro.com/analisis/incendio/comparando-los-diferentes-tipos-de-sistemas-de-deteccion-de-incendio.html>. [Último acceso: 10 Septiembre 2013].
- [16] I. Pyrotronics, *PYR-A-LARM Instruction Manual*, New Jersey: Pyrotronics, Inc., 1969.
- [17] ATMEL Corporation, «Datasheet atmega 164p,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.atmel.com/images/doc7674.pdf>. [Último acceso: abril 2014].

ANEXOS

MICROCONTROLADOR ATMEGA164P

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16K/32K/64K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512B/1K/2K Bytes EEPROM
 - 1K/2K/4K Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - Differential mode with selectable gain at 1×, 10× or 200×
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Two Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-pad VQFN/QFN/MLF (ATmega164P/324P/644P)
 - 44-pad DRQFN (ATmega164P)
- Operating Voltages
 - 1.8V - 5.5V for ATmega164P/324P/644PV
 - 2.7V - 5.5V for ATmega164P/324P/644P
- Speed Grades
 - ATmega164P/324P/644PV: 0 - 4 MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega164P/324P/644P: 0 - 10 MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5V - 5.5V
- Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega164P/324P/644PV
 - Active: 0.4 mA
 - Power-down Mode: 0.1 µA
 - Power-save Mode: 0.6 µA (Including 32 kHz RTC)

Note: 1. See "Data Retention" on page 8.



8-bit AVR[®]
Microcontroller
 with
16K/32K/64K
Bytes In-System
Programmable
Flash

ATmega164P/V
ATmega324P/V
ATmega644P/V

Summary

80110S-AVR-07/10

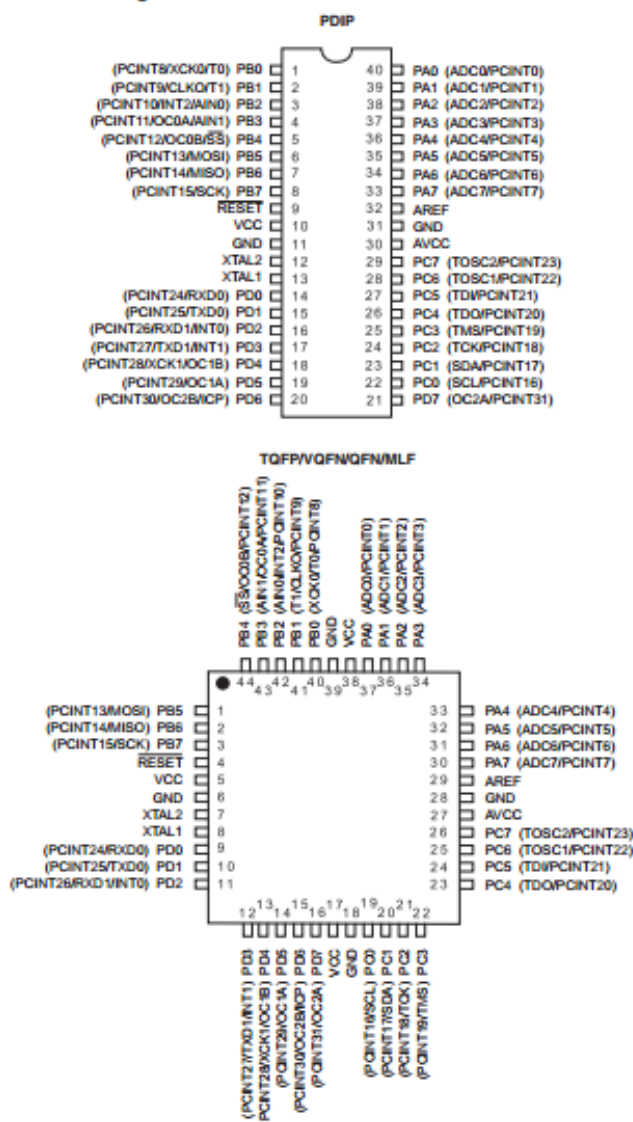




1. Pin Configurations

1.1 Pinout - PDIP/TQFP/VQFN/QFN/MLF

Figure 1-1. Pinout ATmega164P/324P/644P



Note: The large center pad underneath the VQFN/QFN/MLF package should be soldered to ground on the board to ensure good mechanical stability.

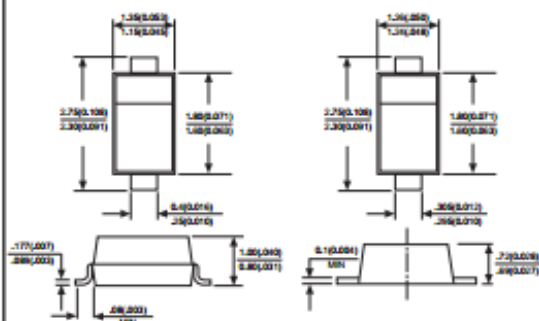
DIODOS ZÉNER



BZT52C2V4S-BZT52C39S

ZENER DIODE

SOD-323



Maximum ratings ($T_{amb}=25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

FEATURES

- Planar die construction
- Ultra-Small surface mount package
- Ideally suited for automated assembly processes

MECHANICAL DATA

Case: Molded plastic body

Terminals: Plated leads solderable per MIL-STD-750, Method 2026

Polarity: Polarity symbols marked on case

PARAMETER	SYMBOLS	Limits	UNITS
Forward voltage (Note 2) @ $I_f=10mA$	V_f	0.9	V
Power dissipation (Note1)	P_d	200	mW
Thermal resistance, Junction to ambient air (Note1)	$R_{\theta JA}$	625	$^{\circ}C/W$
Operating and storage temperature range	T_j, T_{stg}	-65 to +150	$^{\circ}C$

NOTES: 1.Valid provided that device terminals are kept at ambient temperature.

2.Short duration test pulse used in minimize self-heating effect.

3. $f=1KHz$.

MDD ELECTRONIC

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (@ TA=25°C unless otherwise specified)

Type Number	Type Code	Zener Voltage Range (Note 2)				Maximum Zener Impedance (Note 3)			Maximum Reverse Current (Note 2)		Temperature Coefficient of zener voltage @I _{zr} =5mA	
		V _z @I _{zr}			I _{zr}	Z _z @I _{zr}	Z _z @I _{zk}	I _{zk}	I _k	V _k	mV / °C	
		Nom(V)	Min(V)	Max(V)	mA	Ω	Ω	mA	μA	V	Min	Max
BZT52C2V4S	WX	2.4	2.2	2.6	5	100	600	1.0	50	1.0	-3.5	0
BZT52C2V7S	W1	2.7	2.5	2.9	5	100	600	1.0	20	1.0	-3.5	0
BZT52C3V0S	W2	3.0	2.8	3.2	5	95	600	1.0	10	1.0	-3.5	0
BZT52C3V3S	W3	3.3	3.1	3.5	5	95	600	1.0	5	1.0	-3.5	0
BZT52C3V6S	W4	3.6	3.4	3.8	5	90	600	1.0	5	1.0	-3.5	0
BZT52C3V9S	W5	3.9	3.7	4.1	5	90	600	1.0	3	1.0	-3.5	0
BZT52C4V3S	W6	4.3	4.0	4.6	5	90	600	1.0	3	1.0	-3.5	0
BZT52C4V7S	W7	4.7	4.4	5.0	5	80	500	1.0	3	2.0	-3.5	0.2
BZT52C5V1S	W8	5.1	4.8	5.4	5	60	480	1.0	2	2.0	-2.7	1.2
BZT52C5V6S	W9	5.6	5.2	6.0	5	40	400	1.0	1	2.0	-2.0	2.5
BZT52C6V2S	WA	6.2	5.8	6.6	5	10	150	1.0	3	4.0	0.4	3.7
BZT52C6V8S	WB	6.8	6.4	7.2	5	15	80	1.0	2	4.0	1.2	4.5
BZT52C7V5S	WC	7.5	7.0	7.9	5	15	80	1.0	1	5.0	2.5	5.3
BZT52C8V2S	WD	8.2	7.7	8.7	5	15	80	1.0	0.7	5.0	3.2	6.2
BZT52C9V1S	WE	9.1	8.5	9.6	5	15	100	1.0	0.5	6.0	3.8	7.0
BZT52C10S	WF	10	9.4	10.6	5	20	150	1.0	0.2	7.0	4.5	8.0
BZT52C11S	WG	11	10.4	11.6	5	20	150	1.0	0.1	8.0	5.4	9.0
BZT52C12S	WH	12	11.4	12.7	5	25	150	1.0	0.1	8.0	6.0	10.0
BZT52C13S	WI	13	12.4	14.1	5	30	170	1.0	0.1	8.0	7.0	11.0
BZT52C15S	WJ	15	13.8	15.6	5	30	200	1.0	0.1	10.5	9.2	13.0
BZT52C16S	WK	16	15.3	17.1	5	40	200	1.0	0.1	11.2	10.4	14.0
BZT52C18S	WL	18	16.8	19.1	5	45	225	1.0	0.1	12.6	12.4	16.0
BZT52C20S	WM	20	18.8	21.2	5	55	225	1.0	0.1	14.0	14.4	18.0
BZT52C22S	WN	22	20.8	23.3	5	55	250	1.0	0.1	15.4	16.4	20.0
BZT52C24S	WO	24	22.8	25.6	5	70	250	1.0	0.1	16.8	18.4	22.0
BZT52C27S	WP	27	25.1	28.9	2	80	300	0.5	0.1	18.9	21.4	25.3
BZT52C30S	WQ	30	28.0	32.0	2	80	300	0.5	0.1	21.0	24.4	29.4
BZT52C33S	WR	33	31.0	35.0	2	80	325	0.5	0.1	23.1	27.4	33.4
BZT52C36S	WS	36	34.0	38.0	2	90	350	0.5	0.1	25.2	30.4	37.4
BZT52C39S	WT	39	37.0	41.0	2	130	350	0.5	0.1	27.3	33.4	41.2

Note:

1. Valid provided device terminals are kept at ambient temperature

2. Test with pulses, period=5ms, pulse width=300us.

3. f=1KHz

MDD ELECTRONIC

SENSOR IONIZANTE SUBSISTEMA PYR-A-LARM



INTRODUCTION

The Pyr-A-Larm Models FDU-5B and FDU-3/5A are single detector units. The units can detect incipient fire without requiring the presence of visible smoke, flame, or heat. It is for use where only one detector is required as in vaults, remote stations, etc.

The unit incorporates a standard Pyr-A-Larm® ionization type detector, power supply and control circuitry. It can automatically activate external devices, such as bells, extinguishers, transmitters, etc. The unit also provides an audible signal in case of trouble (e.g. internal power supply failure, open circuit, etc.) or alarm (when detector senses fire condition).

ENGINEERING DATA

The unit provides the following functions: 1) detection of fire, smoke, and products of combustion, 2) trouble and

alarm operated contacts for the control of external devices (contact rating: 115V., 5A.), 3) visual and audible signals of fire condition, 4) audible signal of trouble condition.

Depending upon application, the detector may be either a standard Pyr-A-Larm Model DIS-5B or DIS-3/5A ionization detector (refer to Pyr-A-Larm Specification Sheet No. 401 for detailed specifications on detector units).

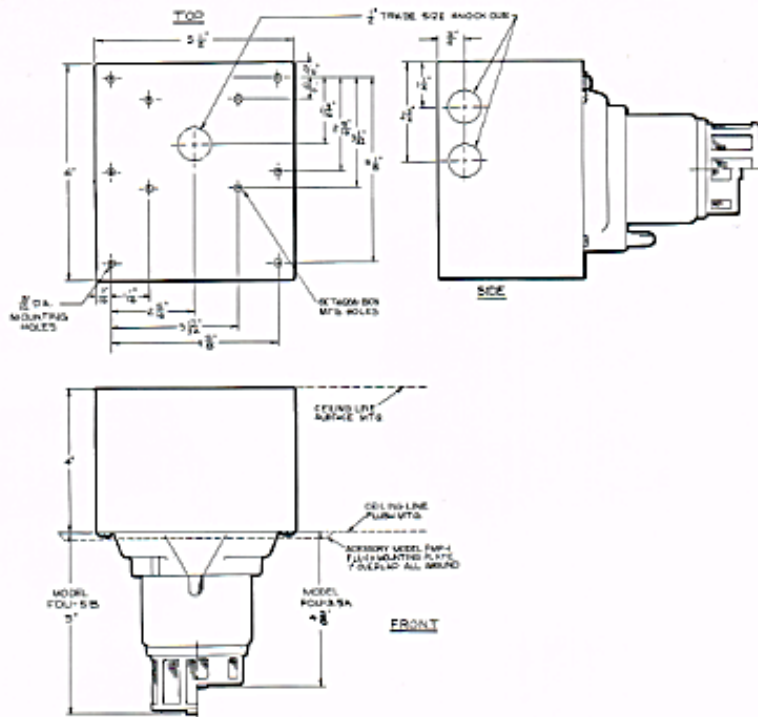
The unit derives its power from a two-wire, 115 volt, 60 cycle, AC power source. The unit is protected by a one ampere fuse and consumes less than 0.6 watt which increases to approximately 6 watts in alarm condition. A power indicator lamp and reset switch are mounted on the control unit case.

The power supply section develops the DC power necessary for operation of detector and relays. In addition, power is also provided for operation of the buzzer type signaling device.

A SUBSIDIARY OF BAKER INDUSTRIES, INC.
2415 MORRIS AVE., UNION, N. J. 07083, MU 7-6000

PYROTRONICS, INC.

Catalogue No.
501-2



MOUNTING DATA

The unit contains normally open and normally closed trouble operated contacts (5 amp.) which reverse state upon interruptions in wiring, low DC voltage and internal or external power supply failure.

The fire alarm circuit operates so that when the detector is activated, the following occurs: 1) normally open and normally closed control contacts (5 amp.), for external device circuit, are activated; 2) control contacts for audible buzzer signal are activated to sound audible alarm; 3) indicator lamp in detector base is illuminated.

The detector control unit is housed in a cabinet fabricated of sheet steel and finished in scratch-resistant baked red enamel (Federal Specification TTC-595, Color 11105). The unit is designed for surface mounting or flush mounting, using accessory mounting plate, model FMP-1.

The mounting plate is fabricated of aluminum, having a clear anodized finish.

A Model RS-1 external key operated reset switch is available. The switch is of the momentary type and secured on a plate for mounting to a standard electrical switch box. This switch permits the FDU unit to be reset from a remote point, when the detector is located on a high ceiling or in an inaccessible location.

ORDERING INFORMATION

<i>Model</i>	<i>Stock No.</i>	<i>Shipping Wt.</i>
FDU-5B	500-113030	6 lbs.
FDU-3/5A	500-113031	6 lbs.
FMP-1 flush mrg. plate	300-013009	1 lb.
RS-1 Reset Switch Assembly	145-413102	1 lb.

DATA SHEET
FOR RADIOACTIVE MATERIAL USED IN
PYR-A-LARM DETECTORS

FORM:- Radioactive foil manufactured by U.S. Radium Corporation and marketed by them as LAB 204-1A, Rev. 2. This is a gold faced silver backed foil approximately .007 thick. It is a sealed source by virtue of a powder metal process used in manufacture of the foil.

MOUNTING:-

The ribbons of foil are shipped from U.S. Radium to Cerberus in Switzerland. Cerberus cuts the foil to size, cleans the cut edge, mounts the foil and cleans the assembly.

The foil is mounted inside the inner ionization chamber and on the foil disc (or post for the F3.5A Detector) of the outer chamber. It is completely inaccessible without disassembling the detector.

LEAK TESTS:-

Accepted leak test procedures do not require disassembling the unit. It is the product not the foil which is being tested.

TYPE AND QUANTITY OF RADIOACTIVE MATERIAL USED:-

<u>Pyr-A-Larm Detector Model No.</u>	<u>Sealed Source Radioactive Material</u>	<u>Quantity Microcuries *</u>
F3	Ra. 226 (Radium Sulphate)	20
F5	Ra. 226 (" ")	40
F5A	Am. 241 (Americium Oxide)	130
F5B	Am. 241 (" ")	80
F3.5A	Am. 241 (" ")	80

* For Radium 1 Microcurie = 1 Microgram

DETECTOR USE:-

The installed detector assembly includes a locking shell to protect the detector and a socket type set screw to make the locking shell tamper proof.

The assembly is usually mounted on the ceiling and is never less than three feet from any personnel in the area.

The Air Duct Detector is so constructed that in addition to the above protection the outer chamber is enclosed in an air sampling chamber of cast aluminum.

W. K. Groome/jb
September 6, 1967

SUMMARY OF RADIATION SURVEYS OF THE
PYR-A-LARM DETECTORS

Distance Inches	Detector, Model Number and Type of Radiation Measured									
	Readings are maximum values mr/hr									
	R A D I U M					A M E R I C I U M				
	F3		F5		F3.5A		F5A		F5B	
β, γ	γ	β, γ	γ	α, β, γ	γ	α, β, γ	γ	γ		
0.	30	6	100	7	1.5	.14	2.5	.25	1.3	
1.	12	2.5	45	4	.15	.07	.50	.08		
2.	7.2	1.5	32	2	.14	.04	.40	.05		.9
3.	-	-	-	-	.12	.04	.25	.05		
4.	2.4	.6	18	1.2	.10		.25	.2		
5.	-	-	-	-	.07		.20			
6.	1.3	.4	12	.8	.02		.18	.1		
7.	-	-	-	-			.15			
8.	.96	.22	8	.5			.13			
10.	.66	.17	4	.35			.10			
12.	.54	.13	3.2	.22			.07	.04		
14.	.3	.12	2.3	.18			.07			
16.	.12	.1	1.6	.15						
20.	.09	.06	1.2	.1						
24.	.03	.04	.7	.01						

W. K. Groome/jjb
September 1967

SENSOR DE LLAMA SUBSISTEMA PYR-A-LARM

PYR-A-LARM
 engineer and architect specifications

Models DFS-3, DFS-10,
 DFS-30



Description—The Pyr-A-Larm flame detectors respond directly to the presence of flame. They sense the infrared radiation emanating from flames, which must be modulated (flickering of the flame) and must be sustained for at least 3, 10, or 30 seconds (depending on detector selected). Response to constant infrared radiation or to short flickering phenomena are, therefore, excluded.

The flame detector is intended to protect hazards where the anticipated fires will develop quickly with little or no incipient or smoldering stages, where ignition is almost instantaneous (e.g. flammable liquids, combustible gases, loose cotton fibre, etc.). The flame detector is not recommended for protection against incipient and smoldering stage fires. This is better protected by the ionization detector.

The flame detector is best suited for direct equipment or process protection and for use on high ceilings. It should be used in combination with ionization detectors.

For detailed information refer to manual on "Application Data, Flame Detectors" (form B-188).

Principles of Operation—The detector consists of a silicon solar cell (photo-electric) located behind a convex infrared filter lens. In response to a flame, a voltage is generated by the cell and amplified by a 5 stage transistor amplifier-rectifier-integrator circuit. The integrator output voltage is used to activate a cold cathode tube which locks in the alarm in a similar manner to that of the ionization detector.

In contrast to the ionization detector, the flame detector draws a small operating current (45 microamperes) and thus a maximum of 5 flame detectors may be used per zone.

The detector operates in conjunction with the standard neon alarm indicator, located in the detector base. It may be installed in a standard ionization detector base or in a Pyr-A-Larm recessed ceiling fixture.

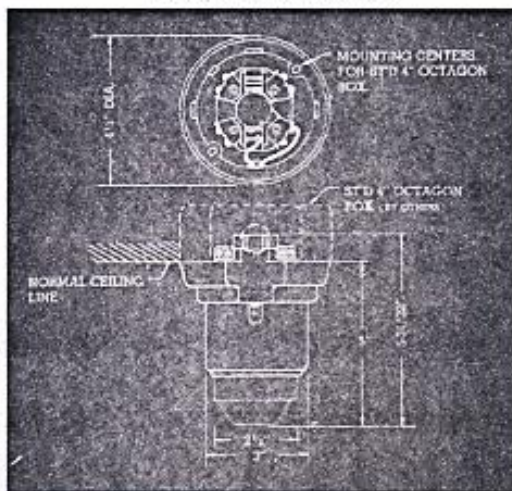
Detector Mounting Height—When used for area protection, the following general rules apply. The optimum ceiling height is 33-50 feet. The detector may be used on ceilings as low as 15 feet or as high as 100 feet.

At the lower ceiling heights, the 30 or 10 second detectors should be used to minimize the possibility of false alarms. On higher ceilings the 10 or 3 second detectors should be used to increase detector sensitivity.

The detector sensitivity is inversely proportional to the square of the distance from the fire source. Therefore, doubling the distance requires a four times larger fire for detection.

Protected Area—The detector can protect an area of up to 10,000 square feet per detector depending upon ceiling height. The diameter of the protected area is 3 times the detector height from the floor. For example, when used on a 20 foot high ceiling, the diameter would be 60 feet with an overall protected area of 2,800 square feet; a 30 foot ceiling would have a 90 foot diameter and a 6,400 square foot protection area. Where there are obstructions or earlier detection is desired, the square foot coverage should be reduced.

MOUNTING DATA



PYROTRONICS, INC.

Catalogue No.
 403-4

Installation—The flame detectors are directly interchangeable with ionization detectors and plug into the standard Pyr-A-Larm base.

The detectors should be installed at a point which provides the largest area coverage. On a flat ceiling, this will be the ceiling itself. However, on sawtooth or other uneven ceilings, or when there are ceiling obstructions (e.g. beams), this would be a point below the peak. This installation procedure will provide the greatest coverage, since the detector has an angular coverage of 170 degrees.

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

The detector may be used within the following range of environmental conditions:

Temperature: -20°F to +175°F.

Relative Humidity: Up to 80% continuous; 90% intermittent (condensation inside detector may cause temporary trouble).

Corrosive Atmospheres: Designed to withstand influence of acids, alkalines or similar corrosive agents.

Vibration: Designed to be relatively free from the effects of shock and vibration normally encountered in service. However, if vibrations are of a frequency which simulate the

flicker of a flame (5-30 c.p.s.), the detector should not be directly attached to the vibrating surface. Shock absorbers with a resonant frequency of more than 2 c.p.s. should not be used.

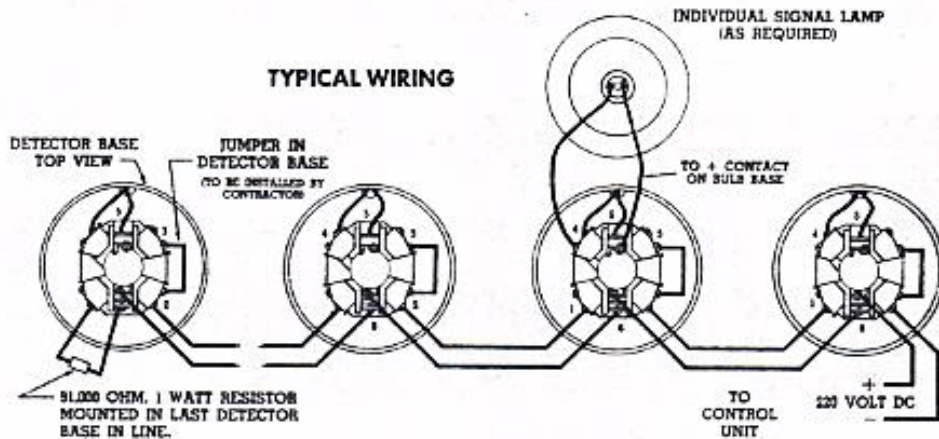
ARCHITECT'S SPECIFICATIONS

The flame fire detector(s) shall be Pyr-A-Larm Model DFS-____ (specify 3, 10 or 30). It shall operate on the infrared principle and have a ____ (specify 3, 10 or 30) second time delay. The detector shall plug into its base and have a visual indicator, in its base, to indicate initiation of an alarm. It shall be directly interchangeable with Pyr-A-Larm detectors, without requiring any wiring changes.

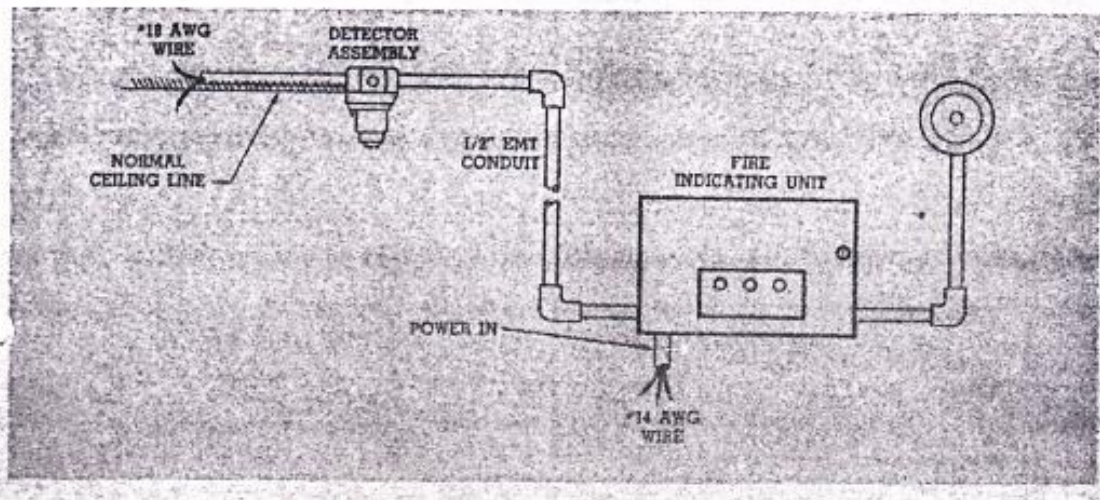
ORDERING INFORMATION

Model	Description	Shipping Wt.
DFS-3	Flame Detector, 3 sec. delay	1 lb.
DFS-10	Flame Detector, 10 sec. delay	1 lb.
DFS-30	Flame Detector, 30 sec. delay	1 lb.

TYPICAL WIRING



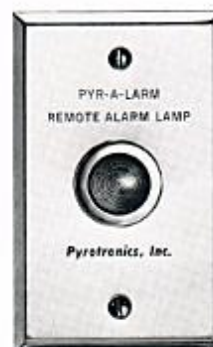
TYPICAL LAYOUT



INDICADOR REMOTO SUBSISTEMA PYR-A-LARM



RAL-1



RAL-2

INTRODUCTION

The Pyr-A-Larm Remote Alarm Lamps are designed for use with Pyr-A-Larm detectors that are concealed or otherwise not exposed to view (e.g. in false ceilings, under subfloors, in unexposed ventilating ducts, normally locked vaults, within computer consoles, etc.). Even though the detector initiating the alarm is out of sight, this remote alarm lamp readily identifies it. The RAL-1 lamp is designed for mounting on a 4" octagon outlet box and the RAL-2 lamp is designed for mounting on a standard single ganged switch box. Although there is no mounting limitation, the RAL-1 is normally ceiling mounted, while the RAL-2 is normally mounted to a wall.

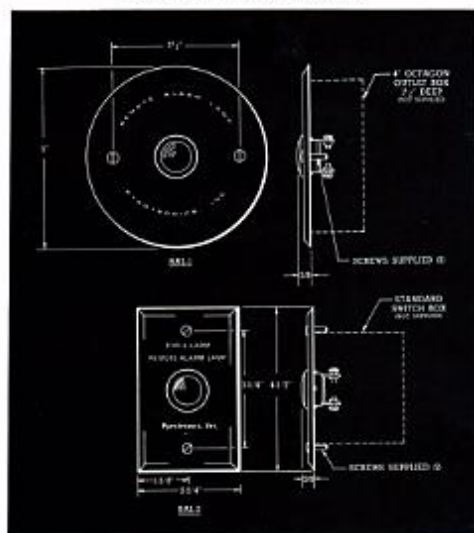
The RAL-1 and RAL-2 have screw-type terminals for ease of installation. The mounting plate of the RAL-1 is made of brushed aluminum while that for the RAL-2 is made of brushed stainless steel. Both units present an attractive, pleasing, appearance that will blend with any decor.

ARCHITECT'S SPECIFICATIONS

The Remote Alarm Lamp for the Pyr-A-Larm detectors shall be a Pyr-A-Larm RAL-1 or RAL-2 (fill in 1 or 2). It shall be electrically connected to the detector for which it is to provide remote indication. When the detector senses a fire and activates the fire alarm circuit of the control panel, the Remote Alarm Lamp will identify the detector unit initiating the alarm. The unit shall be approved by Underwriters' Laboratories, Inc., and Factory Mutual.

The electrical contractor shall mount the RAL-1 Unit on a standard 4" conduit box and the RAL-2 on a standard switch box. The wiring between the lamp and the detector shall be #18 AWG wire, housed in conduit. The unit and conduit leading to it shall be grounded according to the National Electrical Code wiring practice. Installation wiring shall be performed as indicated in system drawings supplied by Pyrotronics and as given in Pyr-A-Larm Architect Specification Sheet No. 419.

MOUNTING DATA



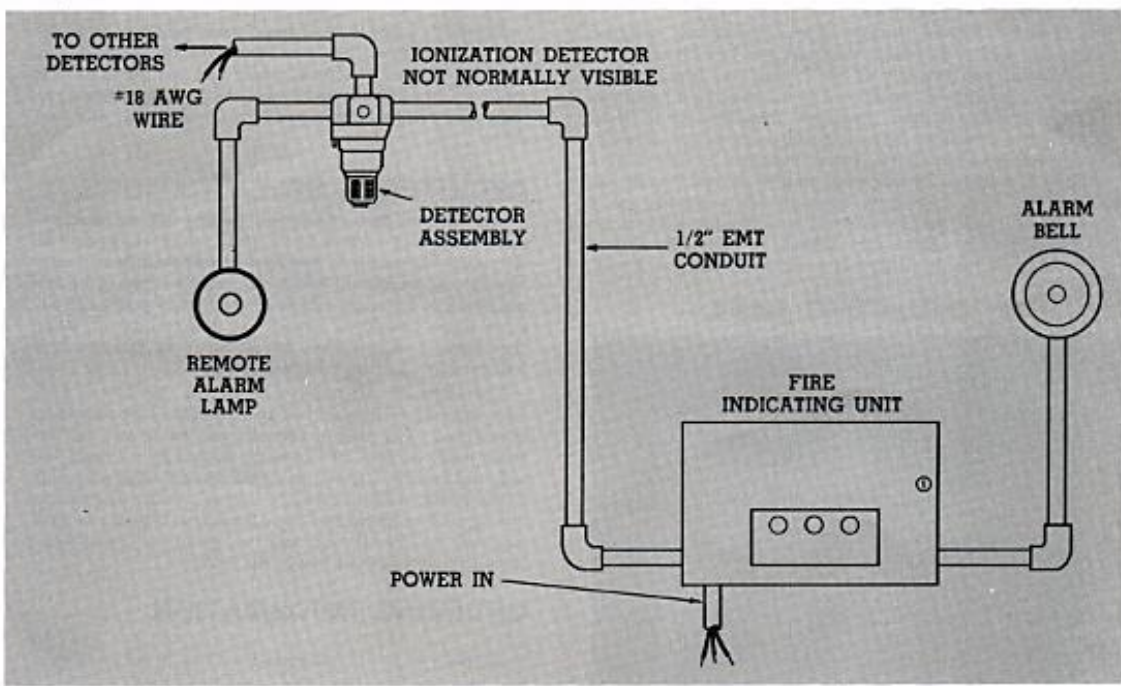
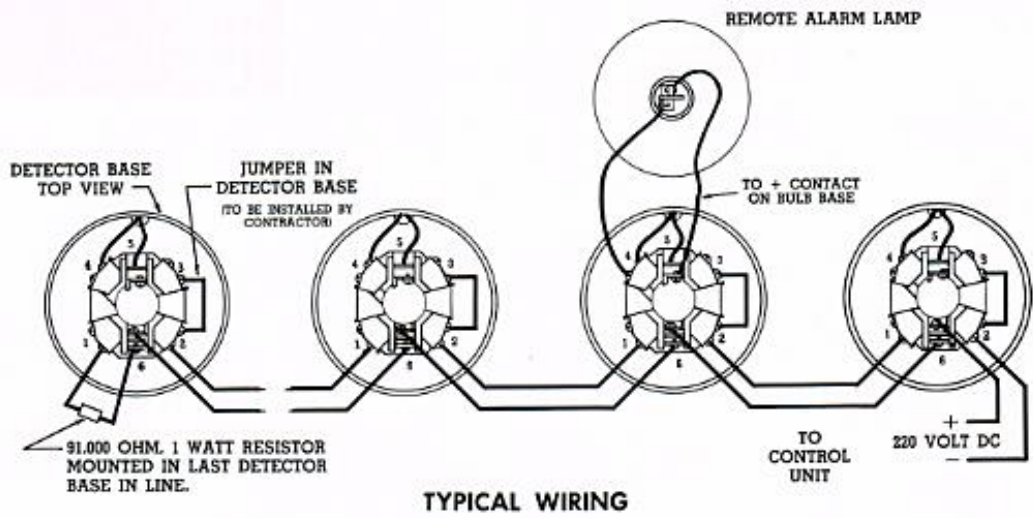
ORDERING INFORMATION

Model No.	Description	Shipping Weight
RAL-1	Remote Alarm Lamp Assembly (for mounting to 4" box)	1 lb.
RAL-2	Remote Alarm Lamp Assembly (for mounting to standard switch box)	1 lb.

A SUBSIDIARY OF BAKER INDUSTRIES, INC.
1313 MORRIS AVE., UNION, N. J. 07081, N.J. 07082

PYROTRONICS, INC.

Catalogue No.
411-3



INDICADOR SONORO SUSBSISTEMA PYR-A-LARM



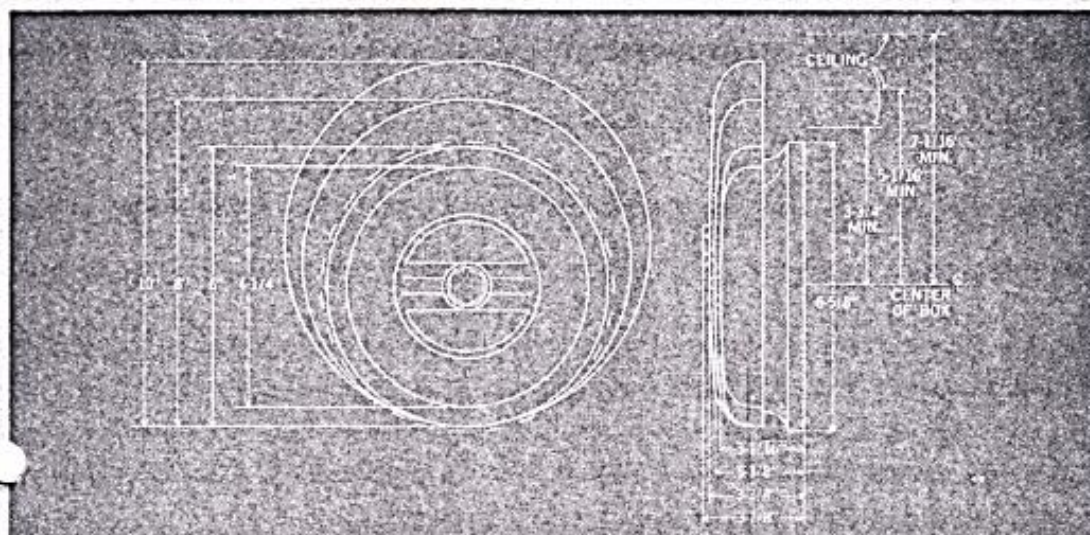
The Pyr-A-Larm polarized bells are of the AC vibrating type. Although these bells may be used with any Pyr-A-Larm Control Panel, the supervisory feature is operative only when used with the control panel models having the exclusive *Pyr-A-Larm Supervised Bell Circuit*.

The **PYR-A-LARM Supervised Bell Circuit** is unique and employs no dropping resistors. Hence, the number of bells may at any future date, be increased or decreased without changing the type of bells or making resistor adjustments. Depending upon the control panel employed, up to 42 bells may be used. When used with the supervised circuit, the bell's polarity must be observed during installation. Further, Underwriters Laboratories requires that the end-of-line resistor be factory installed in the last bell on the circuit (not required on models FIU-4 and FIU-5).

The polarized bells utilize a silicon diode connected in series with the bell winding. This arrangement permits the realization of the supervisory function of the Supervised Bell Circuit: The bells have been listed by Underwriters Laboratories Inc., for use with PYR-A-LARM Control Panels using the Supervised Bell Circuit. It should be particularly noted that other listed bells, having different electrical characteristics, may not operate properly with the PYR-A-LARM equipment.

These bells bring you a new high in efficiency and effective signalling. They provide clear signals with high DB output on lower current input (.047 amperes at 120 Volts AC) than other available bells. Hence, many more bells may be used without overloading the control equipment.

MOUNTING DATA



PYROTRONICS, INC.

Catalogue No.
4152

DETECTOR IONIZANTE SUBSISTEMA MSA

F 910
**Ionisations-
Rauchmelder**
**Détecteur de fumée
à ionisation**
**Ionization
Smoke Detector**


Rauchmelder mit Sockel

 Détecteur de fumée
avec socle

Smoke detector with base

- Der Ionisations-Rauchmelder – ein Universalmelder, der über das gesamte Rauchspektrum zuverlässig detektiert
- Breiter Einsatzbereich – von Normal- bis zu Industrieanwendungen mit aussergewöhnlichen Umgebungseinflüssen
- Hohe Stabilität gegenüber Druck-, Temperatur- und Windeinflüssen
- Hoher Zuverlässigkeitsgrad dank Zweikammernessprinzip
- Voneinander unabhängige Einstellfunktionen:
 - in zwei Stufen verstellbare Raucheintrittsöffnungen
 - in zwei Integrationsstufen einstellbare Signalverarbeitung
 - in drei definierten Stufen einstellbare Ansprechempfindlichkeit
- Ausserordentlich gute Langzeitstabilität
- Hermetisch vergossene Elektronik garantiert hohe Resistenz gegen Feuchtigkeit und Korrosion
- Hohe elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Umfassendes Sockelprogramm, für Kollektiv- und Einzelidentifikation

- Le détecteur de fumée à ionisation: un détecteur universel, qui couvre toute la gamme des fumées détectables
- Plage étendue de mise en œuvre: depuis les applications normales jusqu'aux applications industrielles en environnements particulièrement difficiles
- Grande stabilité aux variations de pression, de température et aux coups de vent et courants d'air
- Haute fiabilité grâce au principe à deux chambres
- Fonctions réglables indépendamment:
 - Ouvertures d'entrée de la fumée réglables (deux positions)
 - deux niveaux d'intégration réglables pour le traitement des signaux
 - sensibilité de réponse réglable (trois positions)
- Stabilité longue durée exceptionnelle
- Electronique moulée de façon étanche, assurant ainsi une résistance exceptionnelle à l'humidité et à la corrosion
- Bonne immunité électromagnétique
- Gamme complète de socles, pour l'identification collective et individuelle

- The ionization smoke detector – a universal detector for all types of smoke
- Wide application range – from normal applications to industrial conditions with unusual ambient influences
- High degree of stability against the influences of pressure, temperature and wind
- High degree of reliability thanks to its two chamber principle
- Independent detector adjustments:
 - smoke entry points adjustable in two stages
 - signal processing adjustable in two integration stages
 - response sensitivity adjustable in three defined stages
- Exceptionally good long-term stability
- Hermetically encapsulated electronics guarantees high resistance to humidity and corrosion
- High electromagnetic compatibility
- Complete range of bases, for collective and individual identification

CERBERUS

Abmessungen Dimensions Dimensions



Spezifikationen Spécifications Specifications

Betriebsspannung Tension d'exploitation Operating voltage	16V ... 26V DC
Betriebsstrom Courant de fonctionnement Operating current	< 45µA
Umgebungstemperatur Température ambiante Ambient temperature	-25°C ... +80°C
Zulässige Feuchtigkeit Humidité admissible Permissible humidity	< 95%
Schutzart nach IEC 529 Mode de protection selon CEI 529 Protection category IEC 529	IP 43
Farbe Couleur Colour	cremeweiß blanc crème cream-white
Rauchtrittsöffnungen (Anzahl Einstellungen) Ouvertures d'entrée de fumée (nombre de positions) Smoke entry (number of stages)	2
Anspruchintegrationszeit Niveau d'intégration Response integrating times	2
Anspruchempfindlichkeit (Anzahl Stufen) Sensibilité de réaction (nombre de positions) Response sensitivity (number of stages)	3
Entspricht den Vorschriften Homologue selon normes Complies with standards	European standard EN 54-719 Comité Européen des Assurances (CEA) Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
Zulassungen Homologations Approvals	VöB G 28409 Verband der Sach- versicherer (BRD) FCC 18/24 Fg. C/19 Committee (GB) VKF TA 4620 Vereinigung kon- trollierter Feuer- versicherungen (ÖH)

Bestellangaben Indications pour la commande Details for ordering

Type Art. No. kg	
Ionisations-Rauchmelder F 910 Déflecteur de fumée à ionisation Ionization smoke detector	F 910 347365 0.130
Verteilertabelle Fourniture de positionnm. Smoke entry adjuster	F 910 357371 0.006
Sockel und Zubehörteile vgl. Katalogblatt n° 138 Socles et accessoires selon feuille de catalogue n° 138 For bases and accessories see catalogue sheet n° 138	

Anwendung

Der Ionisations-Rauchmelder F 910 ist ein Universalmelder für alle Brandarten, von Schmelz- (Pyrolyse, Glühbrände) bis zu Flammenbränden, sowohl von festen als auch von flüssigen Stoffen. Seine physikalischen Eigenschaften erlauben ihm, die im gesamten Rauchspektrum vorhandenen sichtbaren und unsichtbaren Rauchpartikel zu detektieren. Insbesondere die Tatsache, dass er auch unsichtbare Rauchpartikel erkennt, ermöglicht, den Melder auch dort einzusetzen, wo ein Flammenbrand zu erwarten ist.

Der Melder besitzt ausgeprochen gute Frühwarn-eigenschaften. Er kann so einen Brand melden, bevor grosser Schaden entsteht.

Das ansprechende, moderne Design und die kleinen Abmessungen fügen den Melder unauffällig in jeden Raum ein. Die optimal gestaltete Messkammer – konstruktive Massnahmen verhindern Verstaubung und Verschmutzung – sowie die hermetisch vergossene Elektronik ermöglichen es, den Melder ebenso wirkungsvoll selbst in Räumen mit ungünstigen Umgebungsbedingungen einzusetzen.

Montage

Es steht ein vollständiges Sockelprogramm für Kollektiv- und Einzeladressierung und für die Installation in trockenen und feuchten Räumen zur Verfügung.

In jedem Meldersockel ist ein Ansprechindikator zur rationalen Prüfung des Melders eingebaut. Ein zweiter Ansprechindikator zum raschen Auffinden des Brandherdes ist am Sockel anschliessbar.

Mehrere Melder können über eine Zweidraht-Meldelinie mit der Zentrale verbunden werden.

Bis zu einer Höhe von 7 m stehen zum Herausnehmen des Melders aus dem Sockel und zum Wiedereinsetzen Pflückwerkzeuge zur Verfügung.

Application

Le détecteur de fumée à ionisation F 910 est un détecteur universel pour tous les types d'incendies, depuis les feux couvants (pyrolyse, feux à combustion lente) jusqu'aux feux ouverts à flamme vive, pouvant résulter aussi bien de la combustion de solides que de liquides. Ses caractéristiques physiques lui permettent de détecter tout le spectre de fumées, depuis les types de fumées visibles jusqu'aux fumées à particules invisibles. Le fait qu'il détecte aussi toutes les particules de fumée invisibles permet en particulier de mettre en œuvre ce détecteur dans tous les cas où l'on peut prévoir des incendies à flammes vives.

Ce détecteur présente des propriétés de détection précoces exceptionnelles. Il peut ainsi signaler un incendie avant que les dégâts soient devenus importants.

Le design compact, élégant et moderne permet le positionnement discret de ce type de détecteur dans n'importe quel type de local. La forme optimale de la chambre de mesure (la construction spéciale empêche les dépôts de poussière et l'encrassement) et le moulage étanche de l'électronique, permettent la mise en œuvre efficace du détecteur dans tous les locaux, même ceux qui présentent des conditions d'environnement défavorables.

Montage

Une gamme complète de socles est disponible pour l'adressage collectif et individuel et pour permettre l'installation en locaux secs et humides. Chaque socle comporte un indicateur d'action, permettant ainsi le contrôle rationnel du détecteur. Un deuxième indicateur d'action peut être branché au socle pour permettre la découverte rapide des foyers d'incendie à distance.

Plusieurs détecteurs sont reliés à la centrale par une boucle de détection à deux fils. Des extracteurs à perche sont disponibles pour retirer et remettre en place les détecteurs dans leurs socles jusqu'à une hauteur de plafond de 7 m.

Application

The F 910 ionization smoke detector is a universal detector for all types of fire from smouldering to open fire as well as for solid and liquid combustibles. Its physical characteristics allow it to detect the full range of visible and invisible smoke particles. In particular the fact that it can also detect invisible smoke particles means that it can be used wherever flaming fires are to be expected.

The detector has exceedingly good early warning characteristics. It can detect a fire before serious damage is caused.

The detector is small, modern and attractive and blends unobtrusively into all surroundings. Its well designed sampling chamber, which prevents dust and dirt penetration, as well as its hermetically encapsulated electronics mean that this detector can be used equally effectively in rooms with unfavourable ambient conditions.

Installation

A complete range of bases is available for collective and individual addressing and for the installation in dry and wet rooms.

Each detector base contains a response indicator for easy testing of the detector. It is also possible to connect a second response indicator to the base for fast location of the seat of the fire.

Several detectors can be connected to the control unit by a two-wire line.

Detectors can be inserted in and removed from their bases up to a height of 7 metres by means of a special tool.

F 910 3 88 x 1000
Katalog/Catalogue B 1 Reg./Sec. 2.3
Ersatz/Remplace/Supersedes x 1000

Technische Änderungen sowie Liefer-
möglichkeiten vorbehalten

Sous réserve de modifications techniques et
des disponibilités

Data and design subject to change without
notice/Supply subject to availability

DETECTOR DE HUMO POR DISPERSIÓN DE LUZ

R 910

**Streulicht-
Rauchmelder**

**Détecteur de fumée à
diffusion de la lumière**

**Scattered-light
smoke detector**



Rauchmelder mit Sockel

Détecteur de fumée
avec socle

Smoke detector with base

- Streulicht-Rauchmelder – ein optisches Rauchmeldersystem, das sichtbaren Rauch zuverlässig detektiert
- Breites Einsatzspektrum – von Normal- bis zu Industrieanwendungen mit aussergewöhnlichen Umgebungseinflüssen
- Drei voneinander unabhängige Einstellfunktionen:
 - Raucheintrittsöffnungen in zwei Stufen verstellbar
 - Ansprechempfindlichkeit in drei definierten Stufen einstellbar
 - Signalverarbeitung in zwei Integrationsstufen einstellbar
- Ausserordentlich gute Langzeitstabilität
- Ausgeglichenes Ansprechverhalten durch automatisches Nachregulieren der Lichtintensität selbst bei Verschmutzung und Verstaubung
- Hermetisch vergossene Elektronik garantiert hohe Resistenz gegen Feuchtigkeit und Korrosion
- Hohe elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Umfassendes Sockelprogramm, für Kollektiv- und Einzelidentifikation

- Le détecteur de fumée à diffusion: un système de détection optique qui détecte de façon fiable la fumée visible
- Vaste plage d'intervention: depuis les applications normales jusqu'aux applications industrielles en environnements particulièrement difficiles
- Trois fonctions réglables indépendamment:
 - ouvertures d'entrée de la fumée réglables (deux positions)
 - sensibilité de réponse réglable (trois positions)
 - deux niveaux d'intégration réglables pour le traitement des signaux
- Stabilité longue durée exceptionnelle
- Comportement de réponse toujours équilibré grâce au réglage automatique de l'intensité lumineuse, même en présence de poussière et en cas d'encrassement
- Electronique moulée de façon étanche, assurant ainsi une résistance exceptionnelle contre l'humidité et contre la corrosion
- Compatibilité électromagnétique élevée (EMC)
- Gamme complète de socles, pour l'identification collective et individuelle

- Scattered-light smoke detector – an optical smoke detection system which detects visible smoke reliably
- Wide application range – from normal applications to industrial conditions with unusual ambient influences
- Three independent detector adjustments:
 - Smoke entry points adjustable in two stages
 - Response sensitivity adjustable in three defined stages
 - Signal processing adjustable in two integration stages
- Exceptionally good long-term stability
- Uniform response behaviour through automatic adjustment of light intensity even when dirty and dusty
- Hermetically encapsulated electronics guarantees high resistance to humidity and corrosion
- High electromagnetic compatibility (EMC)
- Complete range of bases, for collective and individual identification

 **CERBERUS**

Abmessungen Dimensions Dimensions



Spezifikationen Spécifications Specifications

Betriebsspannung Tension d'alimentation Operating voltage	10V...20VDC
Betriebsstrom ¹⁾ Courant de fonctionnement Operating current	<100µA
Umgebungstemperatur Température ambiante Ambient temperature	-25°C...+75°C
Zulässige Feuchtigkeit Humidité admissible Permissible humidity	<95%
Schutzart nach IEC 529 Mode de protection selon CEI 529 Protection category IEC 529	IP 43
Farbe Couleur Colour	chromweiß blanc crème cream white
Raucheröffnungen (Anzahl/Eröffnungen) Ouvertures d'entrée de fumée (nombre de positions) Smoke entry (number of stages)	2
Ansprechintegrationszeiten Niveau d'intégration Response integrating times	2
Ansprechprinzipien (Anzahl/Prinzipien) Sensitivité de réaction (nombre de positions) Response sensitivity (number of stages)	3
Einspricht den Vorschriften Homologé selon normes Complies with standards	European standard EN54-7 Comité Européen des Assurances (CEA)
Zulassungen Homologations Approva	VKF ¹⁾ TA 5050 FOC ²⁾ 14/26

¹⁾ VKF: Vereinigung Kantonaler Feuerversicherer (Vereinigung Kantonaler Feuerversicherer (VVF))
²⁾ FOC: Fire office committee (IOB)

Bestellangaben Indications pour la commande Details for ordering

	Type	Art. No.	kg
Streu-licht- Rauch- melder Dé- tecteur de fumée à diffu- sion de la lumière Scattered-light smoke detector	R 910	300019	0,125

Sockel und Zubehörteile vgl. Katalogblatt x 138
Socles et accessoires voir feuillet
de catalogue x 138
For bases and accessories see catalogue
sheet x 138

Anwendung

Der Streulicht-Rauchmelder R 910 spricht grundsätzlich auf alle sichtbaren Raucharten an. Er eignet sich insbesondere zur Frühwarnung bei Schmel- und Glimmbränden. Diese Brandarten gehen oft einem offenen Brand voraus, sind also im Anfangsstadium anzutreffen, und entwickeln vor allem hellen, gut reflektierenden Rauch. Der Streulicht-Rauchmelder kann so einen Brand melden, bevor grosser Schaden entsteht. Der Melder hat ein formschönes, modernes Design mit kleinen Abmessungen, wodurch er sich unauffällig in jeden Raum einfügt. Die solide Konstruktion und die optimal gestaltete Messkammer sowie die hermetisch vergossene Elektronik ermöglichen es, den Melder ebenso wirkungsvoll selbst in Räumen mit ungünstigen Umgebungsbedingungen einzusetzen.

Montage

Es steht ein vollständiges Sockelprogramm für Kollektiv- und Einzeladressierung und für die Installation in trockenen und feuchten Räumen zur Verfügung. In jedem Meldersockel ist ein Ansprechindikator zur rationalen Prüfung des Melders eingebaut. Ein zweiter Ansprechindikator zum raschen Auffinden des Brandherdes ist am Sockel anschliessbar. Mehrere Melder können über eine Zweidraht-Meldelinie mit der Zentrale verbunden werden. Bis zu einer Höhe von 7 m stehen zum Herausnehmen des Melders aus dem Sockel und zum Wiedereinsetzen Plückwerkzeuge zur Verfügung.

Application

Le détecteur de fumée à diffusion de la lumière R 910 réagit en principe à tous les types de fumées visibles. Il est particulièrement indiqué pour la détection des feux couvants et des feux à combustion lente. Ces types de feux se rencontrent souvent dans la phase précédant le moment où l'incendie se déclare avec des flammes. Ils correspondent donc à la phase initiale, lorsque le feu dégage des fumées claires et fortement réfléchissantes. Le détecteur à diffusion de la lumière est ainsi en mesure de détecter un incendie avant qu'il ne se soit produit de gros dégâts. Ce type de détecteur a un design compact, élégant et moderne. Il est ainsi possible de le placer de façon discrète dans n'importe quel type de local. La construction solide, la chambre de mesure de forme optimale et l'électronique moulée de façon étanche permettent sa mise en œuvre dans les locaux les plus défavorables au point de vue conditions d'environnement.

Montage

Une gamme complète de socles est disponible pour l'adressage collectif et individuel et pour permettre l'installation en locaux secs et humides. Chaque socle comporte un indicateur d'action, permettant ainsi le contrôle rationnel du détecteur. Un deuxième indicateur d'action peut être branché au socle pour permettre la découverte rapide des foyers d'incendie à distance. Plusieurs détecteurs sont reliés à la centrale par une boucle de détection à deux fils. Des extracteurs à perche sont disponibles pour retirer et remettre en place les détecteurs dans leurs socles jusqu'à une hauteur de plafond de 7 m.

Application

The R 910 scattered-light smoke detector responds in general to all types of visible smoke. It is particularly suitable for the early warning of smouldering fires. These types of fire often precede an open fire, in other words, they occur at the incipient stage and above all develop light smoke which reflects well. The scattered-light smoke detector can detect such a fire before serious damage is caused. The detector is small, modern and elegant and blends unobtrusively into all surroundings. Its solid construction and well designed sampling chamber, together with its hermetically encapsulated electronics mean that this detector can be used equally effectively in rooms with unfavourable ambient conditions.

Installation

A complete range of bases is available for collective and individual addressing and for the installation in dry and wet rooms. Each detector base contains a response indicator for easy testing of the detector. It is also possible to connect a second response indicator to the base for fast location of the seat of the fire. Several detectors can be connected to the control unit by a two-wire line. Detectors can be inserted in and removed from their bases up to a height of 7 metres by means of a special tool.

R 910
Katalog/Catalogue
Ersatz/Remplace/Suppléer

B 87

B

x 220a
Rep./Sec. 1
x 220

Technische Änderungen sowie Liefer-
möglichkeiten vorbehalten

Sous réserve de modifications techniques et
des disponibilités

Data and design subject to change without
notice/Supply subject to availability