

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA  
CARRERA DE ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“SISTEMA DETECTOR DE INCENDIOS CON  
MICROCONTROLADOR PIC PARA EMPRESA EN  
INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES - EMINTEL  
S.R.L.”**

Examen de Grado presentado para obtener el Grado de Licenciado en  
Electrónica y Telecomunicaciones

**POSTULANTE: Jorge Luis Limachi Quispe**

**LA PAZ – BOLIVIA  
Noviembre, 2017**



## INDICE GENERAL

Dedicatoria .....	i
RESUMEN .....	ii
INTRODUCCIÓN .....	iii
CAPÍTULO I.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	1
1.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	1
1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	1
1.2.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	2
1.2.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	2
1.3. OBJETIVOS .....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4. DELIMITACIÓN .....	2
1.4.1. DELIMITACIÓN TEMÁTICA.....	2
1.4.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	3
CAPITULO II .....	4
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	4
2.1.- Descripción de los Componentes utilizados en la implementación .....	4
2.1.1.- Sensores electrónicos.....	4
2.2.- Central Detectora de Incendios .....	15
2.2.1.- Sistema Convencional .....	16
2.2.2.- Sistema Direccionable o Digital .....	17
2.2.3.- Diferencia entre Sistema Direccionable y Convencional .....	17
2.2.4.- Sistemas en Red.....	18
2.2.5.- Sensor detector de humo.....	18
2.3.- Arquitectura del Microcontrolador.....	23
2.3.1.- Temporizadores o Timers .....	24
2.3.2.- Perro guardián o Watchdog .....	24
2.3.3.- Protección ante fallo de alimentación o Brownout.....	24
2.3.4.- Estado de reposo o de bajo consumo .....	25

2.3.5.- Conversor A/D (CAD).....	25
2.3.6.- Conversor D/A (CDA).....	25
2.3.7.- Comparador analógico.....	25
2.3.8.- Modulador de ancho de impulsos o PWM .....	25
2.3.9.- Puertos digitales E/S.....	25
2.3.10.- Puertos de comunicación .....	26
2.4.- Familia de los PIC .....	26
2.4.1.- Gama media. PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits.....	27
2.4.1.- Gama alta. PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits.....	27
2.5.- Interrupciones del microcontrolador PIC en mikroC PRO .....	28
2.5.1.- Interrupciones INT del microcontrolador PIC.....	30
2.5.2.- Interrupciones del Timer 0.....	31
2.5.3.- Interrupciones RB4 RB7 .....	31
CAPITULO III .....	32
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	32
3.1.- Determinaciones zonas.....	32
3.2.- Diagrama de bloques del sistema detector de incendio con PIC 16F877A.....	33
3.3.- Sensores de calor y humo.....	33
3.3.1.- Diseño del sensor de calor y humo. ....	33
3.4.- Microcontroladores. ....	34
3.4.1.- Compiladores.....	34
3.4.2.- Compilador mikroC PRO for PIC. ....	35
3.4.3.- Interrupciones de microcontrolador PIC 16F877A. ....	35
3.5.- Diseño y desarrollo del programa principal para la central detectora de incendios. .....	35
3.5.1.- Elaboración del programa principal.....	35
3.5.2.- Desarrollo de interrupción en el microcontrolador.....	37
3.5.3.- Subrutinas adicionales. ....	37
3.6.- Montaje del circuito de central detectora de incendios .....	41
3.7.- Pruebas de operatividad.....	42
CAPITULO IV .....	45
4.1.- COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DETECTOR DE INCENDIOS.....	45
4.2.- CONCLUSIONES .....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47

Anexo I.....	49
Código del sistema detector de incendios.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Símbolo y tipos de LDR .....	5
Figura 2 - Curva característica de la LDR.....	5
Figura 3- Símbolo y tipos de NTC .....	6
Figura 4 - Curva característica NTC .....	7
Figura 5 – Símbolo y tipos de PTC .....	8
Figura 6 - Curva característica PTC.....	8
Figura 7 – Símbolo y tipos de VDR.....	9
Figura 8 - Curva característica de la VDR .....	9
Figura 9 - Símbolo del LED .....	11
Figura 10 - ESTRUCTURA DEL LED .....	11
Figura 11 - Diodo emisor de luz con la unión polarizada en sentido directo.....	12
Figura 12 - Representación gráfica de un Fotodiodo y sus correspondientes curvas características .....	14
Figura 13 - Corte transversal de un fotodiodo comercial.....	15
Figura 14 - Central Direccionable de 2 bucles COFEM con certificado EN 54-2 y EN 54-4.....	15
Figura 15 - Esquema de Conexión desde una central convencional con Relé de salida para Extinción. ....	16
Figura 16 - Forma de emisión de partículas .....	19
Figura 17 – Distribución de iones .....	20
Figura 18 – Distribución de iones y partículas de combustión .....	20
Figura 19 – Cámara Doble .....	21
Figura 20 – Cámara Doble con partículas de Combustión.....	21
Figura 21 – Detector por dispersión de luz .....	22
Figura 22 – Detector por dispersión de luz, con humo .....	22
Figura 23 – Detector por oscuridad.....	23
Figura 24 – Detector por oscuridad.....	23
Figura 25 – Arquitectura del Microcontrolador .....	23
Figura 26 – Distintos tipos de Microcontroladores .....	26
Figura 27 – Bits del registro INTCON.....	29
Figura 28 – Distribución de Zonas.....	32
Figura 29 – Diagrama de bloques del sistema detector de incendios con PIC 16F877A.....	33
Figura 30 – Circuito del sensor de humo y calor .....	34
Figura 31- Diagrama de flujo de subrutina de interrupción .....	37
Figura 32 – Diagrama de flujo de subrutina de almacenamiento por teclado.....	38

Figura 33 - Diagrama de flujo de subrutina para almacenar combinación .....	39
Figura 34 - Diagrama de flujo de subrutina para comparación de código .....	40
Figura 35 - Diagrama de flujo de subrutina para control de zonas y sirena.....	41
Figura 36 – Circuito de prueba de la central detector de incendios. ....	42
Figura 37 – Circuito listo para iniciar pruebas .....	43
Figura 38 – Circuito en funcionamiento.....	44

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 – Voltajes de los LEDS .....13  
Tabla 2 – Costo del sistema detector de incendio .....46

**Dedicatoria:**

Este trabajo lo dedico a mis padres Julio Limachi y Luisa Quispe Chura para agradecerles todo el apoyo que me han brindado durante todo el tiempo de mi preparación.

## **RESUMEN**

El presente proyecto de aplicación se desarrolló en los siguientes capítulos.

Capítulo I; hace referencia al planteamiento del problema, formulación del problema, justificación, objetivo general, objetivos específicos y delimitación.

Capítulo II; hace referencia a todo el marco teórico, para las definiciones y descripciones de diferentes materiales, equipos y componentes utilizados para la realización de proyecto de aplicación, como ser transistores, resistores, capacitores, sensores de humo y calor, tipo central del sistema detector de incendios y arquitectura del microcontrolador.

Capítulo III; hace referencia al procedimiento del diseño e implementación del circuito para la central del sistema detector de incendios con PIC 16F877A, el siguiente capítulo muestra el circuito del sensor de humo, calor y también el circuito de la central detectora de incendios.

Capítulo IV; hace referencia a las conclusiones y costos del proyecto de aplicación.

## **INTRODUCCIÓN**

En la última década el avance tecnológico fue desarrollándose notablemente, facilitando al ser humano accesos a sistemas electrónicos digitales, ya sea mediante sistemas de seguridad, vigilancia, monitoreo, control de personal y detectores de incendios, para la cual se necesita un sistema electrónico digital que consta de una central y sus respectivos dispositivos externos.

Las instituciones en Bolivia, ya sean públicas o privadas tratan de resguardar la seguridad y bienestar del personal y a si también no tener pérdidas económicas. Proporcionando sistemas electrónicos digitales para reducir pérdidas humanas y económicas, en caso de un incendio inesperado.

Es por eso que es de mucha importancia contar con sistemas electrónicos digitales como sistema detector de incendios, ya que podría prevenir incendios para evitar pérdidas humanas y económicas.

# **CAPÍTULO I**

## **1.1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

### **1.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En empresas públicas y privadas dependiendo de sus dimensiones, cantidad de oficinas y lugares de almacenamiento, tienen vulnerabilidad a incendios que pueden ser provocados por malas instalaciones eléctrica, avería de equipos electrónicos, colillas de cigarrillo, fósforos y también un incendio provocado, las empresas que tienen muchos lugares de almacenamiento de archivos y objetos inflamables son las más vulnerables a incendios, un incendio ya sea en empresas públicas o privadas, fabricas, domicilios particulares, tiendas o cualquier espacio habitable, un incendio que no es detectado a tiempo puede producir pérdidas humanas y económicas.

### **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Lo anterior lleva a plantear las siguientes interrogantes ¿Cómo puedo informar un acontecimiento producido por un incendio en el menor tiempo posible en la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.) ubicado ciudad de La Paz, zona Sopocachi, calle Luis Crespo N° 2256, Cómo poder detectar y controlar el área afectada por un incendio en la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.), así como también en falsas alarmas?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

### **1.2.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA**

Para la implementación de un sistema detector de incendio se emplea conocimientos de las siguientes materias las cuales son: Electricidad General, Taller de Electricidad General, Electrónica I, laboratorio de Electrónica I, Electrónica II, laboratorio de Electrónica II, Electrónica III, Electrónica digital I, laboratorio de Electrónica digital I, Electrónica digital II, laboratorio de Electrónica digital II, Microprocesadores I, laboratorio de Microprocesadores I, Microprocesadores II, laboratorio de Microprocesadores II, Procesamiento digital de señales y laboratorio de Procesamiento digital de señales.

### **1.2.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

La investigación previa del material, componentes y funcionamiento del sistema detector de incendio dará uso al método científico y así prevenir un incendio, el sistema detector de incendio beneficia al personal tanto técnicos, ingenieros y dueños de la empresa, previniendo gastos económicos y pérdidas de vidas humanas, dado el costo de los equipos y materia que es financiado por la misma empresa.

### **1.2.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

En la actualidad dado el avance tecnológico en la utilización de microprocesadores en los sistemas electrónicos digitales, con esta tecnología se benefician empresas públicas, privadas, fábricas industriales y edificios del departamento de La Paz.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un sistema detector de incendios, por medio de componentes electrónicos analógicos y digitales para la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.).

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar la infraestructura de la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.), en la cual se desarrollara la implementación del sistema detector de incendios.
- Realizar el diseño de sensores de humo y temperatura para los ambientes de la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.).
- Implementar un programa con el PIC 16F877A, con las características de un sistema detector de incendios básico.

## **1.4. DELIMITACIÓN**

### **1.4.1. DELIMITACIÓN TEMÁTICA**

El sistema detector de incendios tendrá una disponibilidad de cuatro zonas o sectores para los ambientes de la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL

S.R.L.), también tener control de las zonas mediante un código, controlar la sirena en caso de desorden y pánico.

#### **1.4.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Una área determina tendrá ciertas cantidades de ambientes, en las cuales se necesita definir una gran cantidad de zonas o sectores, el sistema detector de incendios está limitada a cubrir cuatro zonas o sectores siendo insuficiente para un requerimiento de gran cantidad de zonas.



## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1.- Descripción de los Componentes utilizados en la implementación**

##### **2.1.1.- Sensores electrónicos**

###### **2.1.1.1.- Que es un sensor**

Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, VDR y todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

###### **2.1.1.2.- Resistiros variables (LDR, NTC, PTC, VDR)**

###### **LDR**

La resistencia de este tipo de componentes varía en función de la luz que recibe en su superficie. Así cuando están en oscuridad su resistencia es alta y cuando reciben luz su resistencia disminuye considerablemente. Los materiales que intervienen en su construcción son Sulfuro de Cadmio, utilizado como elemento sensible a las radiaciones visibles y sulfuro de plomo se emplean en los LDR que trabajan en el margen de las radiaciones infrarrojas. Estos materiales se colocan en encapsulados de vidrio o resina. Su uso más común se encuentra en apertura y cierre de puertas, movimiento y paro de cintas trasportadoras, ascensores, contadores, alarmas, control de iluminación.

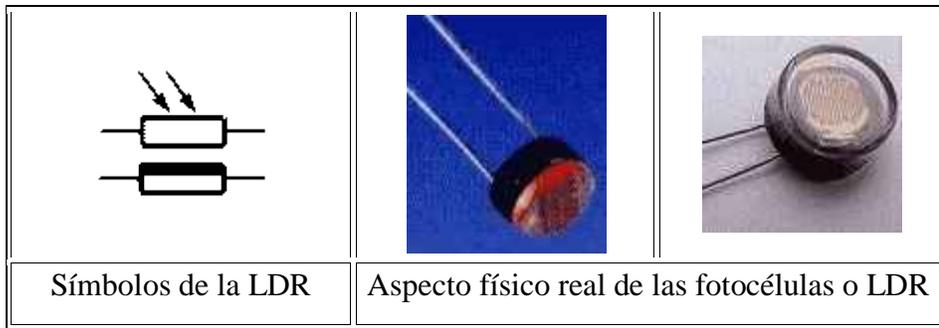


Figura 1- Símbolo y tipos de LDR

Fuente: <http://html.rincondelvago.com/tipos-de-sensores.html>

Las características técnicas se estudian teniendo en cuenta la variación de su resistencia en función de la luz que reciben en su superficie en lux.

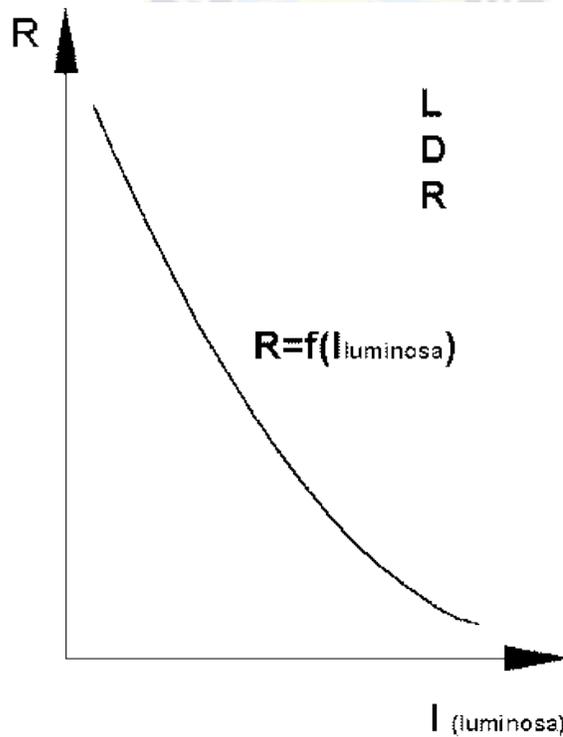


Figura 2 - Curva característica de la LDR

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/circuitos/celsolar/ldr.htm>

## NTC

Es un componente al igual que la PTC, que varía su resistencia en función de la temperatura. Así, cuando reciben una temperatura mayor que la de ambiente disminuye su valor óhmico y cuando es baja o de ambiente aumenta.

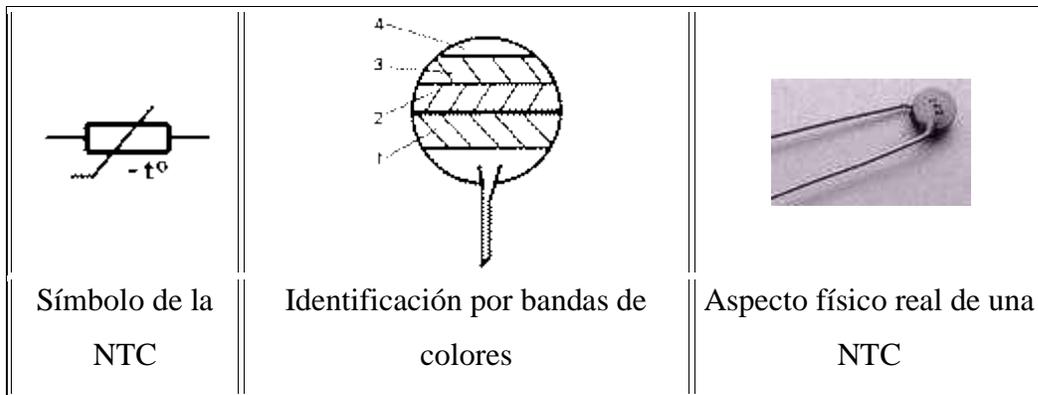


Figura 3- Símbolo y tipos de NTC

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/circuitos/celsolar/ldr.htm>

Suelen construirse con óxido de hierro de cromo, de manganeso, de cobalto o de níquel. El encapsulado de este tipo de resistencia dependerá de la aplicación que se le vaya a dar. Por ello nos encontramos NTC de disco, de varilla, moldeado, lenteja, con rosca para chasis. Los fabricantes identifican los valores de las NTC mediante dos procedimientos: serigrafiado directo en el cuerpo de la resistencia y mediante bandas de colores, semejante a las resistencias y siguiendo su mismo código, teniendo en cuenta que el primer color es el que está más cercano a las patillas del componente según se observa en la figura. Su curva característica se realiza entre dos parámetros, la resistencia y la temperatura. Sus aplicaciones más importantes están: medidas, regulación y alarmas de temperatura, regulación de la temperatura en procesos de elaboración, termostatos, compensación de parámetros de funcionamiento en aparatos electrónicos (radio, TV...).

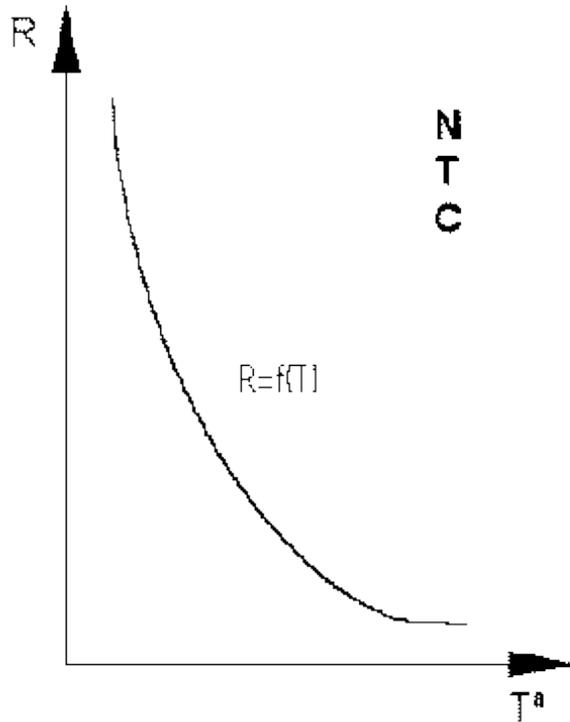


Figura 4 - Curva característica NTC

Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/circuitos/celsolar/ldr.htm>

## PTC

En este componente un aumento de temperatura se corresponde con un aumento de resistencia. Se fabrican con titanato de bario. Sus aplicaciones más importantes son: en motores para evitar que se quemen sus bobinas, en alarmas, en TV y en automóviles (temperatura del agua). El concepto de los encapsulados de las PTC se rige por los mismos criterios que una NTC, siendo sus aspectos muy parecidos a los mismos. Su curva característica se realiza entre dos parámetros, la resistencia y la temperatura. La identificación de los valores de estos dispositivos se realiza mediante franjas de colores en el cuerpo de los mismos que hacen referencia a un determinado tipo. Para deducir sus características se recurre a los catálogos de los fabricantes. Los márgenes de utilización de las NTC y PTC están limitados a valores de temperatura que no sobrepasan los 400°C.

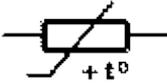
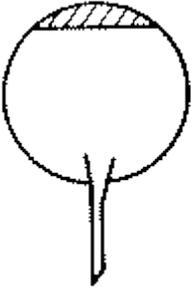
		
<p>Símbolo de la PTC</p>	<p>Identificación por banda de colores</p>	<p>Aspecto físico real de una PTC</p>

Figura 5 – Símbolo y tipos de PTC

Fuente: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Resistencias-no-lineales.php>

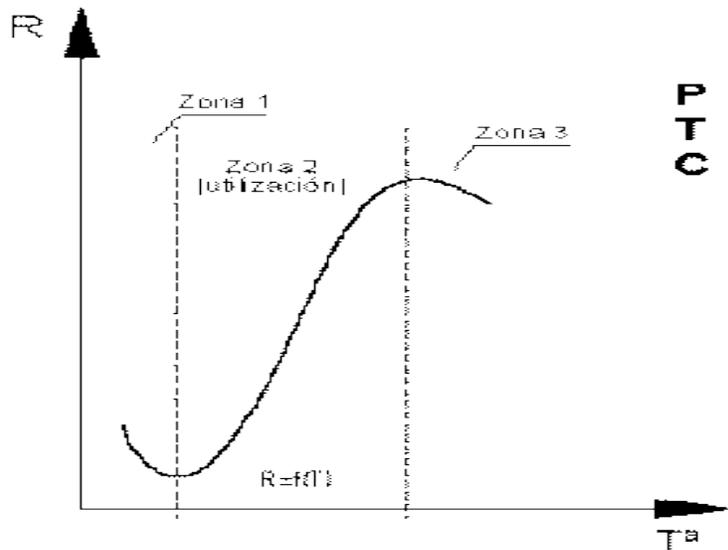


Figura 6 - Curva característica PTC

Fuente <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Resistencias-no-lineales.php>

### VDR

La propiedad que caracteriza esta resistencia consiste en que disminuye su valor óhmico cuando aumenta bruscamente la tensión. De esta forma bajo impulsos de tensión se comporta casi como un cortocircuito y cuando cesa el impulso posee una alta resistividad. Sus aplicaciones aprovechan esta propiedad y se usan básicamente para proteger contactos móviles de contactores, relés, interruptores, ya que la sobre intensidad que se produce en

los accionamientos disipa su energía en el varistor que se encuentra en paralelo con ellos, evitando así el deterioro de los mismos, además, como protección contra sobre tensiones y estabilización de tensiones, adaptación a aparatos de medida.



Figura 7 – Símbolo y tipos de VDR

Fuente <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Resistencias-no-lineales.php>

Se utilizan en su construcción carburo de silicio, óxido de zinc, y óxido de titanio.

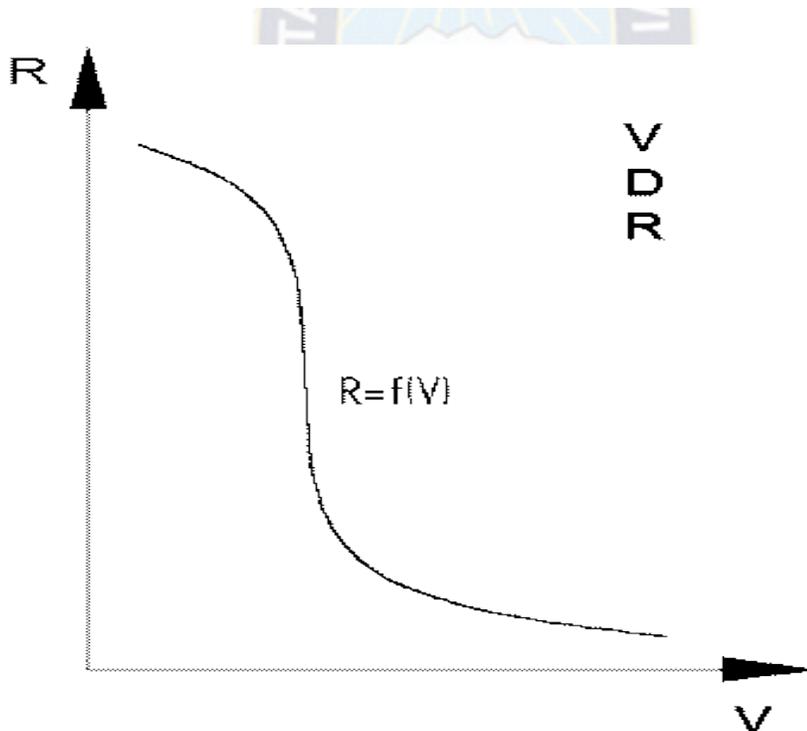


Figura 8 - Curva característica de la VDR

Fuente <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Resistencias-no-lineales.php>

### 2.1.1.3.- Diodos emisores y receptores de luz

Diodo emisor de luz

**LED** (Light-Emitting Diode: Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia, el LED es un tipo especial de diodo que trabaja como un diodo común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz. Este dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida. Usualmente un LED es una fuente de luz compuesta con diferentes partes, razón por la cual el patrón de intensidad de la luz emitida puede ser bastante complejo.

Para obtener una buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el LED y evitar que este se pueda dañar; para ello, hay que tener en cuenta que el voltaje de operación va desde 1,8 hasta 3,8 voltios aproximadamente (lo que está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emite) y la gama de intensidades que debe circular por él varía según su aplicación. Los Valores típicos de corriente directa de polarización de un LED están comprendidos entre los 10 y 20 miliamperios (mA) en los diodos de color rojo y de entre los 20 y 40 miliamperios (mA) para los otros **LED**. Los **diodos LED** tienen enormes ventajas sobre las lámparas indicadoras comunes, como su bajo consumo de energía, su mantenimiento casi nulo y con una vida aproximada de 100,000 horas. Para la protección del LED en caso haya picos inesperados que puedan dañarlo. Se coloca en paralelo y en sentido opuesto un diodo de silicio común. En general, los LED suelen tener mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, con lo cual, en su operación de forma optimizada, se suele buscar un compromiso entre la intensidad luminosa que

producen (mayor cuanto más grande es la intensidad que circula por ellos) y la eficiencia (mayor cuanto menor es la intensidad que circula por ellos).



Figura 9 - Símbolo del LED

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

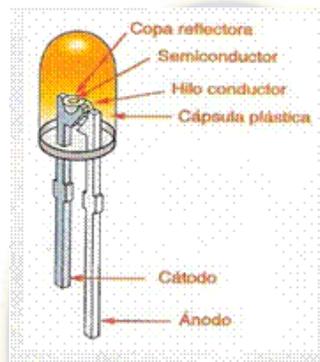


Figura 10 - ESTRUCTURA DEL LED

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

#### COMPOSICION DE LOS LED

Existen **diodos LED** de varios colores que dependen del material con el cual fueron construidos. Hay de color rojo, verde, amarillo, ámbar, infrarrojo, entre otros.

LED rojo: Formado por GaP consiste en una unión p-n obtenida por el método de crecimiento epitaxial del cristal en su fase líquida, en un substrato.

La fuente luminosa está formada por una capa de cristal p junto con un complejo de ZnO, cuya máxima concentración está limitada, por lo que su luminosidad se satura a altas densidades de corriente. Este tipo de LED funciona con baja densidades de corriente ofreciendo una buena luminosidad, utilizándose como dispositivo de visualización en equipos portátiles. El constituido por GaAsP consiste en una capa p obtenida por difusión de Zn durante el crecimiento de un cristal n de GaAsP, formado en un substrato de GaAs, por el método de crecimiento epitaxial en fase gaseosa.

Actualmente se emplea los LED de GaAlAs debido a su mayor luminosidad. El máximo de radiación se halla en la longitud de onda 660 nm.

#### FUNCIONAMIENTO FISICO DEL LED

El funcionamiento físico del diodo LED consiste en que los materiales semiconductores, un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se puede manifestar en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria. El que esa energía se manifieste en (calor por ejemplo) va a depender principalmente del tipo de material semiconductor. Cuando al polarizar directamente un diodo LED conseguimos que por la unión PN sean inyectados huecos en el material tipo N y electrones en el material tipo P; O sea los huecos de la zona p se mueven hacia la zona n y los electrones de la zona n hacia la zona p, produciéndose por consiguiente, una inyección de portadores minoritarios.

Ambos desplazamientos de cargas constituyen la corriente que circula por el diodo. Si los electrones y huecos están en la misma región, pueden recombinarse, es decir, los electrones pueden pasar a "ocupar" los huecos, "cayendo" desde un nivel energético superior a otro inferior más estable

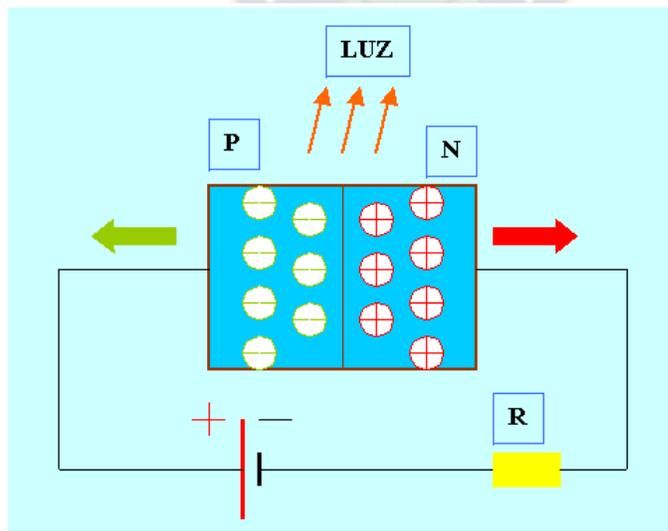


Figura 11 - Diodo emisor de luz con la unión polarizada en sentido directo  
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

Cuando estos portadores se recombinan, se produce la liberación de una cantidad de energía proporcional al salto de banda de energía del material semiconductor. Una parte de esta energía se libera en forma de luz, mientras que la parte restante lo hace en forma de calor, estando determinadas las proporciones por la mezcla de los procesos de recombinación que se producen.

La energía contenida en un fotón de luz es proporcional a su frecuencia, es decir, su color. Cuanto mayor sea el salto de banda de energía del material semiconductor que forma el LED, más elevada será la frecuencia de la luz emitida.

<b>Material</b>	<b>Longitud de Onda</b>	<b>Color</b>	<b>Vd Típica</b>
AsGa	904 nm	IR	1 V
InGaAsP	1300 nm	IR	1 V
AsGaAl	750-850 nm	Rojo	1,5 V
AsGaP	590 nm	Amarillo	1,6 V
InGaAlP	560 nm	Verde	2,7 V
CSi	480 nm	Azul	3 V

Tabla 1 – Voltajes de los LEDS

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

## FOTODIODOS

Los fotodiodos. Son diodos sensibles a la luz. Generan un voltaje de corriente continua proporcional a la cantidad de luz que incide sobre su superficie, es decir, son diodos de unión PN cuyas características eléctricas dependen de la

cantidad de luz que incide sobre la unión. Se utilizan como medidores y sensores de luz y en receptores ópticos de comunicaciones.

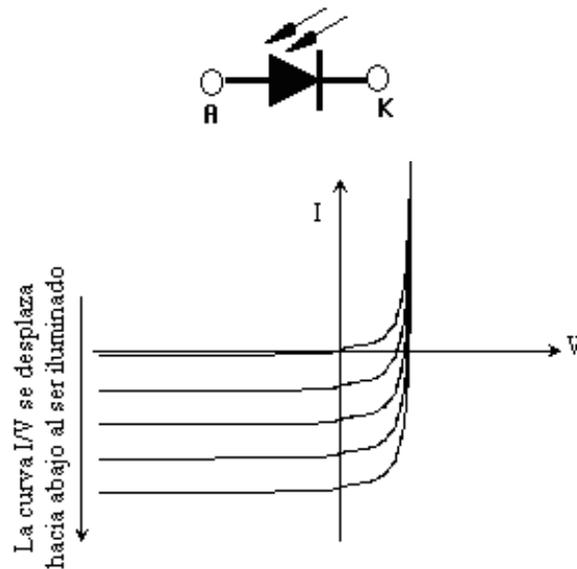


Figura 12 - Representación gráfica de un Fotodiodo y sus correspondientes curvas características

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

El efecto fundamental bajo el cual opera un fotodiodo es la generación de pares electrón - hueco debido a la energía luminosa. Este hecho es lo que le diferencia del diodo rectificador de silicio en el que, solamente existe generación térmica de portadores de carga. La generación luminosa, tiene una mayor incidencia en los portadores minoritarios, que son los responsables de que el diodo conduzca ligeramente en inversa.

El comportamiento del fotodiodo en inversa se ve claramente influenciado por la incidencia de luz. Conviene recordar que el diodo real presenta unas pequeñas corrientes de fugas de valor  $I_S$ . Las corrientes de fugas son debidas a los portadores minoritarios, electrones en la zona P y huecos en la zona N. La generación de portadores debido a la luz provoca un aumento sustancial de portadores minoritarios, lo que se traduce en un aumento de la corriente de fuga en inversa tal y como se ve en la figura anterior.

El comportamiento del fotodiodo en directa apenas se ve alterado por la generación luminosa de portadores. Esto es debido a que los portadores

provenientes del dopado (portadores mayoritarios) son mucho más numerosos que los portadores de generación luminosa.

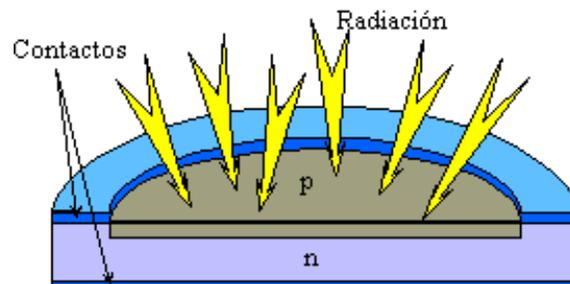


Figura 13 - Corte transversal de un fotodiodo comercial  
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

## 2.2.- Central Detectora de Incendios

Una central de detección y alarma de incendios consiste en tableros de control diseñados exclusivamente para el control de incendios.

Estas centrales supervisan los detectores de humo, temperatura, gas y otros. Cuentan con pulsadores manuales, realizan maniobras con módulos de la central de incendios y activan las sirenas siguiendo el plan de evacuación.



Figura 14 - Central Direccional de 2 bucles COFEM con certificado EN 54-2 y EN 54-4.

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_de\\_detecci%C3%B3n\\_de\\_incendios](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_de_detecci%C3%B3n_de_incendios)

La alimentación es a 220V/110V dependiendo del país, además deben tener baterías para que la central siga trabajando en caso de una falla en la alimentación principal.

Estas centrales son exclusivas para incendio por que están diseñadas para actuar siguiendo la normativa de incendios en Europa con la normativa EN 54 y la normativa de Estados Unidos NFPA. Están diseñadas para monitorear con la máxima seguridad todos los elementos del sistema, activa las sirenas y maniobras en caso de incendio o emergencia, siguiendo el plan de evacuación de la edificación.

Tipos de Centrales de detección y alarma de incendios

### 2.2.1.- Sistema Convencional

Estas centrales tienen ZONAS que conectan por cable desde 1mm a 2,5 mm a los detectores y pulsadores. Generalmente el cableado puede extenderse hasta 800 o 1200 m dependiendo del tipo de cable y tienen un resistencia al final de la ZONA.

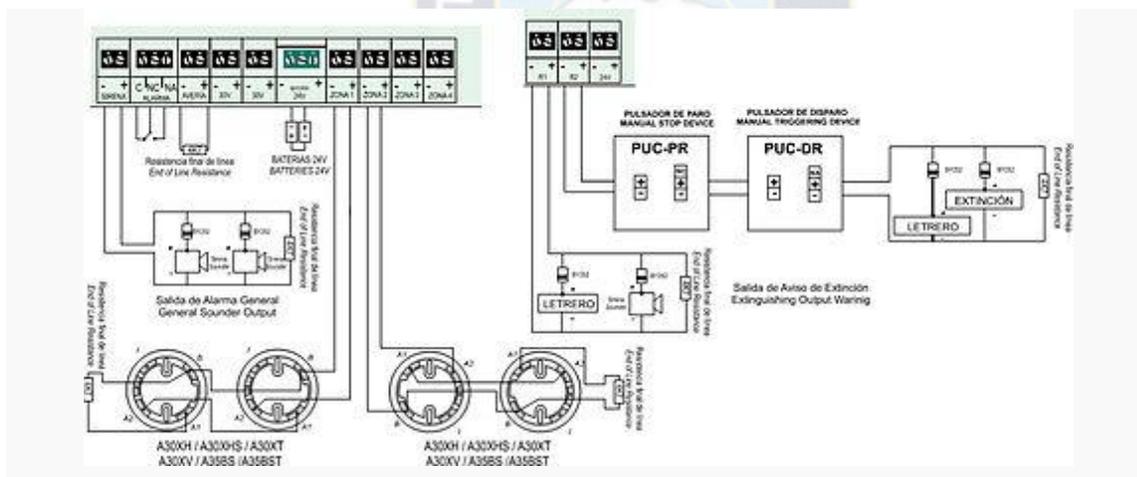


Figura 15 - Esquema de Conexión desde una central convencional con Relé de salida para Extinción.

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_de\\_detecci%C3%B3n\\_de\\_incendios](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_de_detecci%C3%B3n_de_incendios)

Las centrales más usadas son de 1, 2, 4, 8, 12, 16, 32 zonas. En la actualidad hay centrales hasta de 128 zonas o incluso más dependiendo del fabricante. Cada ZONA tiene una capacidad entre 15 y 35 puntos entre detectores y pulsadores (dependiendo el fabricante). Usualmente las ZONAS trabajan a 24 V, pero puede encontrarse algunas marcas que trabajan las ZONAS a 12 V.

Cuando una ZONA es activada por un detector o un pulsador, toda la ZONA se activa y queda en ALARMA. Esta información se puede ver en la Central de Incendios pero no se puede saber exactamente cual detector o pulsador fue activado.

Hay centrales CONVENCIONALES que pueden etiquetar digitalmente las zonas pero siguen siendo un sistema CONVENCIONAL porque la comunicación entre los accesorios (detectores pulsadores), se hace por el cambio del voltaje y la central está diseñada para entender estos valores e informar con SIRENAS o buzer indicando fallas en el sistema.

### **2.2.2.- Sistema Direccional o Digital**

Son las más avanzadas en la actualidad. Igualmente son centrales diseñadas exclusivamente para el control de incendios y siguen normativas internacionales para su funcionamiento.

Estas centrales tienen BUCLES. En el mercado se encuentran Centrales Direccionables o digitales de 2, 4, 8 y expandibles hasta 20 BUCLES o más dependiendo del fabricante.

Los BUCLES tienen mayor capacidad de puntos que las ZONAS en los sistemas convencionales. Un BUCLE puede tener entre 99 y 250 puntos, dependiendo del fabricante.

Usualmente los BUCLES utilizan cable de 1,5 mm o 2,5 mm a 24 V con los que pueden extender el cable 700 o 1200 m dependiendo del tipo de cable escogido.

Se dice BUCLE porque los cables salen de la Central de incendios y vuelven a la central de incendios. No tienen final de línea como ocurre con el sistema Convencional.

### **2.2.3.- Diferencia entre Sistema Direccional y Convencional**

Aunque los BUCLES tienen una mayor capacidad de puntos. También tienen mayor control sobre cada punto (detector, pulsador, modulo o sirena). Esta es la gran diferencia entre el sistema Convencional y Direccional. El sistema Direccional o Digital se comunica por sistema binario con cada punto. En caso de activación. La central sabe exactamente cuál es el punto (detector, pulsador, modulo, sirena) que se ha activado.

Los detectores, pulsadores, módulos y sirenas tienen un número de programación único que los diferencia de los demás elementos.

#### **2.2.4.- Sistemas en Red**

- SOFTWARE, los sistemas Direccionables se pueden programar con ayuda de un software que facilita la configuración del sistema y permiten monitorear en tiempo real cada punto del sistema de manera gráfica con ayuda de los planos.
- REDES, Con los sistemas Direccionables o Digitales se puede monitorear el software en tiempo real por medio de un convertidor RS 232/ RS 485 y un cable de 1,5mm con un ordenador a más de 1000 m del lugar donde se encuentra ubicada la central.
- IP, por medio de un módulo IP, Una Central Direccionable se puede conectar a través de la red de intranet de la empresa y a través de Internet para hacer monitoreo remoto. En edificaciones diferentes o en una ciudad distinta en donde se encuentra ubicada la central.

#### **2.2.5.- Sensor detector de humo**

##### **2.2.5.1.-Principio de funcionamiento de los detectores de humo**

Existen dos tipos básicos de detectores de humo en uso actualmente: los detectores por ionización y los detectores fotoeléctricos. Las cámaras de los sensores tienen diferentes principios de funcionamiento para detectar las partículas de combustión visibles o invisibles liberadas en un incendio.

##### **2.2.5.2.- Funcionamiento de detectores de humo por ionización**

Típicamente, una cámara de ionización consiste en dos placas cargadas eléctricamente y un material radioactivo (que generalmente es Americio 241) para ionizar el aire entre las placas (véase figura N° 16). El material radioactivo emite partículas que entran en colisión con las moléculas en el aire, desalojando los electrones de su órbita. Esto causa que esas moléculas se conviertan en iones

cargados positivamente, y las moléculas que ganaron electrones se conviertan en iones negativos. Los iones positivos son atraídos a la placa de polaridad negativa, y los iones negativos a la placa de polaridad positiva (véase Figura N° 17). De esta manera, la ionización genera una pequeña corriente que es medida por un circuito electrónico conectado a las placas (esta es la condición “normal” del detector).

Las partículas liberadas en la combustión son mucho más grandes que las moléculas de aire ionizadas. Cuando ingresan a la cámara de ionización, entran en colisión con las moléculas de aire ionizadas y se combinan con ellas (véase figura N° 18), como resultado de lo cual algunas partículas se cargan positivamente y otras negativamente. A medida que continúan combinándose, cada partícula grande se convierte en un punto de recombinación y así la cantidad total de iones en la cámara será menor. Al mismo tiempo, la corriente medida por el circuito también disminuirá y cuando sea inferior a un valor predeterminado, se generará una condición de alarma. La humedad ambiente y la presión atmosférica influyen en el valor de la corriente de la cámara y crean un efecto similar al causado por el ingreso de las partículas de combustión. Para compensar la influencia de la humedad y la presión atmosférica, se creó la cámara doble de ionización.

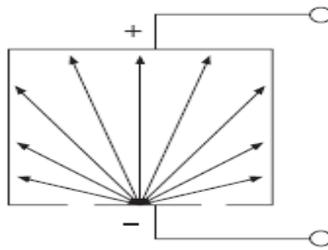


Figura 16 - Forma de emisión de partículas  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

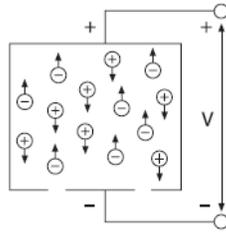


Figura 17 – Distribución de iones  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

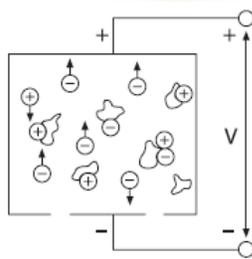


Figura 18 – Distribución de iones y partículas de combustión  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

En un detector de cámara doble, una cámara es utilizada para detección y está abierta al aire externo (véase figura N° 19), por lo cual en ella hay presencia de humedad ambiente, presión atmosférica y partículas liberadas por combustión. La otra cámara suministra un valor de referencia o comparación, ya que es afectada solamente por la humedad y la presión, ya que las partículas de combustión no pueden ingresar por los orificios de pequeño tamaño de esta cámara.

El circuito electrónico mide y compara la corriente de ambas cámaras. Como los cambios de humedad y presión atmosférica afectan por igual a ambas cámaras, la variación en una se compensa con la variación en la otra. Cuando las partículas de la combustión ingresan a la cámara de detección, la corriente disminuye y se produce un desfase de valores de corriente entre las dos cámaras, que es captado por el circuito de medición (véase figura N° 20). Hay varios factores que pueden influir en la detección de una cámara ionizada: polvo, condensación

de humedad, corrientes fuertes de aire e incluso insectos minúsculos, que podrían variar la medición del circuito como si fueran partículas de combustión.

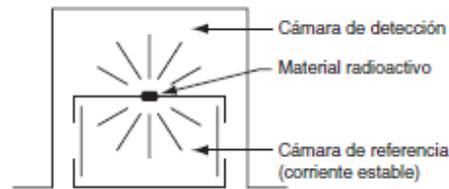


Figura 19 – Cámara Doble  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

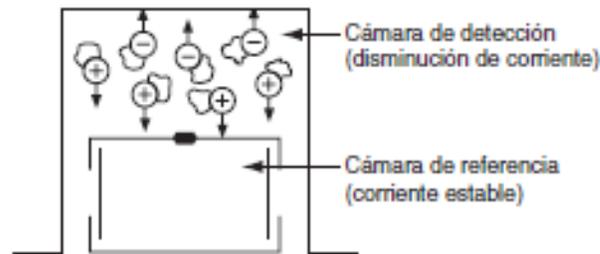


Figura 20 – Cámara Doble con partículas de Combustión  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

### 2.2.5.3.- Funcionamiento de detectores de humo fotoeléctricos

El humo generado en un incendio bloquea u oscurece el medio en el que se propaga un haz de luz. También puede dispersar la luz cuando ésta se refleja y refracta en las partículas humo. Los detectores fotoeléctricos están diseñados para utilizar estos efectos a fin de detectar la presencia de humo.

#### 2.2.5.3.1.- Detector de humo fotoeléctrico por dispersión de luz

La mayoría de los detectores de humo fotoeléctricos tienen cobertura localizada (puntual) y funcionan con el principio de dispersión de luz. El haz de un diodo emisor de luz (LED) incide en un área adonde no puede ser captado bajo condiciones normales por un fotosensor, que generalmente es un fotodiodo (véase Figura N° 21). Cuando hay

presencia de humo en la trayectoria del haz, la luz incide sobre las partículas de humo (Figura N° 22) y se refleja sobre el fotosensor, que al recibir la luz genera una señal.

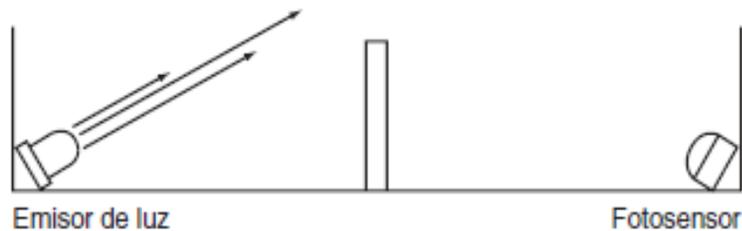


Figura 21 – Detector por dispersión de luz  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

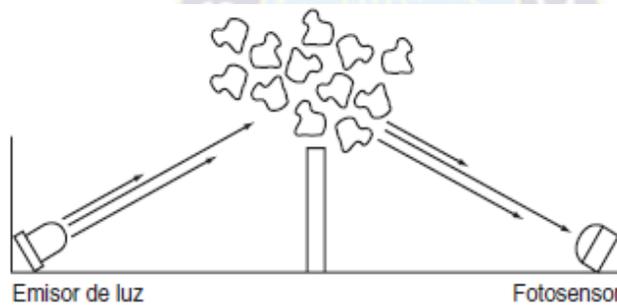


Figura 22 – Detector por dispersión de luz, con humo  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

#### 2.2.5.3.2.- Detector de humo fotoeléctrico por oscurecimiento

Este tipo de detector también utiliza un emisor de luz y un elemento fotosensor, tal como sería un fotodiodo (véase Figura N° 23). Cuando las partículas de humo bloquean parcialmente la trayectoria del haz de luz (Figura N° 24), se reduce la intensidad de luz recibida por el fotosensor. Esta variación es captada por un circuito electrónico que, al llegar al valor pre calibrado genera una señal de iniciación de alarma. Generalmente, los detectores por oscurecimiento utilizan un haz de luz que barre el área a proteger.

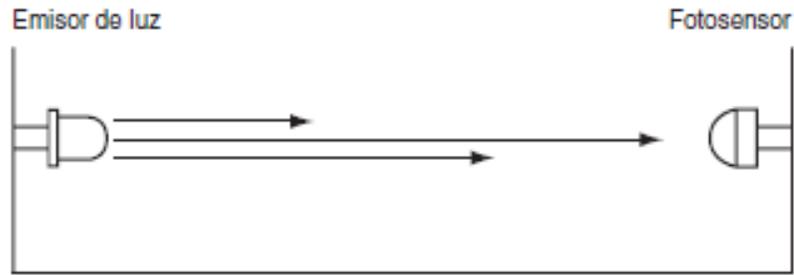


Figura 23 – Detector por oscuridad  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

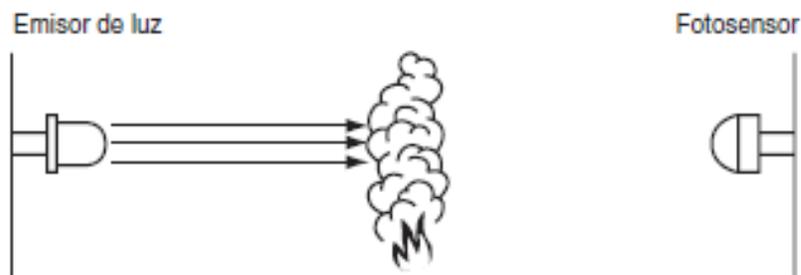


Figura 24 – Detector por oscuridad  
Fuente: Guía de Aplicaciones – SYSTEM SENSOR

### 2.3.- Arquitectura del Microcontrolador.

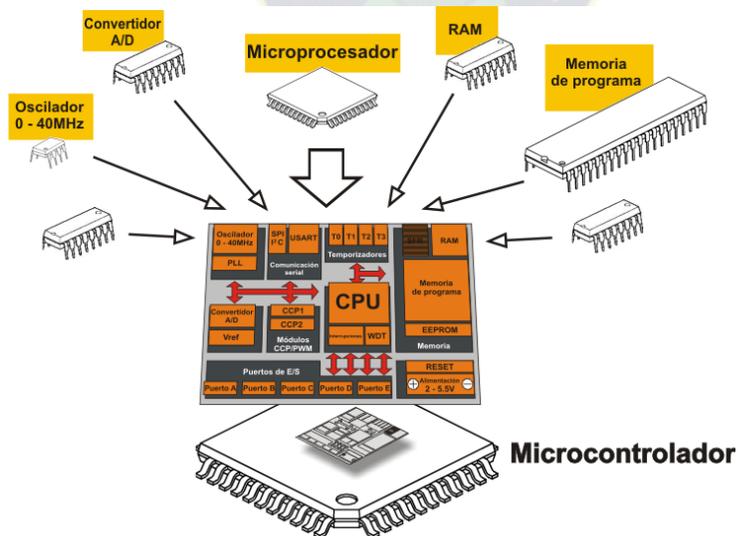


Figura 25 – Arquitectura del Microcontrolador  
Fuente: <http://computointegradoits.blogspot.com/2012/03/recursos-de-microcontroladores-y.html>

Los fabricantes de microcontroladores tienen diferentes versiones de una arquitectura básica de microcontrolador. En algunas versiones se tiene más memoria, en otras se añaden nuevos recursos, etc. El diseñador tiene que encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. Con esto minimizar el costo, el hardware y el software. Aquí mencionaré los principales recursos que tienen los microcontroladores:

### **2.3.1.- Temporizadores o Timers**

Se utilizan para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de los sucesos que se llevan a cabo en el exterior (contadores).

Para medir los tiempos se carga un registro con el valor adecuado y después este valor se incrementa o desciende al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0. Cuando se quieren contar sucesos que se materializan por cambios de nivel en alguna de las patitas del microcontrolador, el registro se va incrementando o descendiendo al ritmo de estos impulsos. El registro es un valor numérico en una posición fija de memoria.

### **2.3.2.- Perro guardián o Watchdog**

Cuando tenemos una falla con algún aparato por ejemplo el módem puedes pulsar el botón de reset y se reinicia el sistema. Pero en el caso de los microcontroladores, funcionan sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El perro guardián consiste en un contador que al llegar al máximo provoca un reset automáticamente en el sistema.

### **2.3.3.- Protección ante fallo de alimentación o Brownout**

Se trata de un circuito que resetea al microprocesador cuando el voltaje de alimentación (VDD) es inferior a un voltaje mínimo (brownout). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de brownout el dispositivo se mantendrá reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando se sobrepase el valor.

#### **2.3.4.- Estado de reposo o de bajo consumo**

Son muchas las situaciones reales de trabajo en las que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca un evento externo que lo ponga otra vez en funcionamiento. Para ahorrar energía, los microcontroladores tienen una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que los pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el que los requerimientos de potencia son mínimos. Cuando se encuentran en ese estado, el reloj principal se detiene y se congelan sus circuitos asociados.

#### **2.3.5.- Conversor A/D (CAD)**

Los microcontroladores que tienen un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas. La mayoría tienen un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diferentes señales analógicas desde las pines del circuito integrado.

#### **2.3.6.- Conversor D/A (CDA)**

Transforma los datos digitales que se obtienen del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las pines del chip.

#### **2.3.7.- Comparador analógico**

Algunos microcontroladores tienen internamente un amplificador operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las pines de la cápsula. La salida del comparador brinda un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

#### **2.3.8.- Modulador de ancho de impulsos o PWM**

Son circuitos que brindan en su salida impulsos de ancho variable, que se ofrecen al exterior mediante las pines del encapsulado.

#### **2.3.9.- Puertos digitales E/S**

Los microcontroladores destinan algunas de sus patillas para soportar líneas de E/S digitales. Normalmente, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando puertos. Las líneas digitales de los puertos se pueden configurar como entrada o salida cargando un 1 ó 0 en el bit que corresponde a un registro.

### 2.3.10.- Puertos de comunicación

Con el fin de hacer posible que el microcontrolador se pueda comunicar con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes se pueden adaptar con otros elementos bajo ciertas normas y protocolos, existen algunos modelos que tienen recursos que permiten realizar esa comunicación. Entre ellos destacan:

UART, adaptador de comunicación serie asíncrona (Ej. Puerto Serie)

USART, adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona

USB (Universal Serial Bus), moderno bus serie para los PC

Bus I2C, interfaz serie de dos hilos

CAN (Controller Area Network), permite la adaptación con redes de conexionado multiplexado.

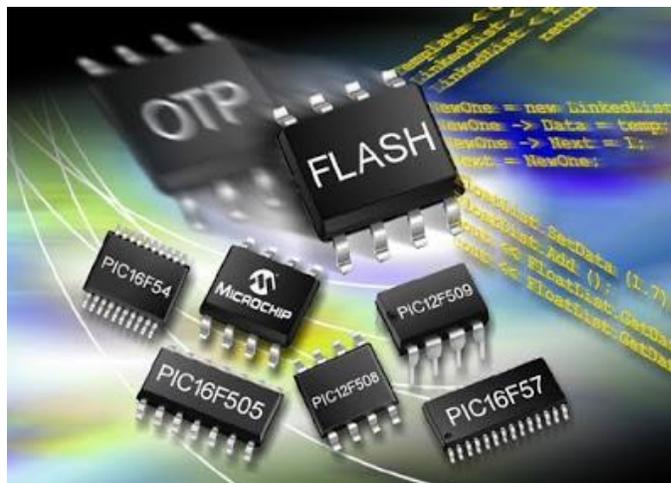


Figura 26 – Distintos tipos de Microcontroladores

Fuente: <http://computointegradoits.blogspot.com/2012/03/recursos-de-microcontroladores-y.html>

### 2.4.- Familia de los PIC

La familia PIC fue desarrollada por la casa Microchip, está dividida en cuatro gamas: enana, baja, media y alta. Las principales diferencias en estas gamas están en el número de instrucciones y su longitud, el número de puertos y funciones, la complejidad interna y de programación y en el número de aplicaciones.

La gama baja o gama enana es de 8 pines. Es un grupo de PIC que tiene como principal característica que es pequeño, ya que solo tiene 8 pines. Se alimentan con un voltaje de corriente mínima de entre 2,5 V y 5,5 V y consumen menos de 2 mA cuando trabajan a 5 V y 4 MHz. El formato de instrucciones puede ser de 12 o 14 bits y su repertorio es de 33 o 35 instrucciones.

La gama enana a pesar de que sólo tienen 8 patitas, se pueden destinar hasta 6 como líneas de E/S para los periféricos ya que disponen de un oscilador interno R-C. Los modelos 12C5xx pertenecen a la gama baja y su tamaño de instrucciones es de 12 bits, los 12C6xx son de gama media y sus instrucciones son de 14 bits, los 12F6xx tienen memoria Flash para el programa y EEPROM para los datos. Estos últimos son una serie de PIC de recursos limitados, sus versiones tienen 18 y 28 patitas y se alimentan de una tensión de 2,5 V, tienen un consumo de menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz. Tienen un repertorio de 33 instrucciones de 12 bits.

Al igual que todos los miembros de la familia PIC16/17, los de gama baja se caracterizan por tener los siguientes recursos: Sistema Power On Reset, Perro guardián (Watchdog o WDT), código de protección, etc. Sus principales desventajas son que la pila solo tiene dos niveles y que no admiten interrupciones.

#### **2.4.1.- Gama media. PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits**

Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarcan modelos desde 18 hasta 68 pines, dentro de esta gama se encuentra el PIC16X84 y sus variantes.

En esta gama se agregan más cosas de las que tienen los de gama baja, admiten interrupciones, tienen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores A/D, puertos serie y temporizadores. El repertorio de instrucciones es de 35 de 14 bits cada una y compatible con el de la gama baja. Dentro de esta gama también se encuentra el PIC14C000 que soporta el diseño de controladores inteligentes para cargadores de baterías, pilas pequeñas, fuentes de alimentación no interrumpida, etc.

#### **2.4.1.- Gama alta. PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits**

En esta gama tiene un repertorio de instrucciones de 58 con 16 bits y sus modelos tienen un sistema de gestión de interrupciones vectorizadas muy potente. Tienen también

diferentes controladores de periféricos, puertos de comunicación serie y paralelo con elementos externos, multiplicador hardware de gran velocidad y mayores capacidades de memoria.

La principal característica de los elementos de esta gama es que su arquitectura es abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador con elementos externos. Para lograr esto, los pines sacan al exterior las líneas de los buses de datos, direcciones y control, a las que se conectan memorias o controladores de periféricos.

## **2.5.- Interrupciones del microcontrolador PIC en mikroC PRO**

Las interrupciones, como el nombre lo sugiere, son eventos que hacen que el microcontrolador PIC deje de realizar lo que está haciendo y pase a ejecutar otra tarea. Al finalizar retorna a su actividad anterior.

El microcontrolador PIC16F88 tiene hasta 12 fuentes de interrupciones, el microcontrolador PIC16F628A tiene 10 y el microcontrolador PIC16F877A tiene 15.

El registro INTCON (figura 27) contiene las banderas de interrupciones generadas por diferentes eventos. También contiene los bits de habilitación global y particular de las distintas fuentes de interrupciones (observar las diferencias en algunos bits de este registro a lo largo de los siguientes temas).



**REGISTER 2-3: INTCON: INTERRUPT CONTROL REGISTER (ADDRESS 0Bh, 8Bh, 10Bh, 18Bh)**

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF
bit 7						bit 0	

- bit 7 **GIE:** Global Interrupt Enable bit  
1 = Enables all unmasked interrupts  
0 = Disables all interrupts
- bit 6 **PEIE:** Peripheral Interrupt Enable bit  
1 = Enables all unmasked peripheral interrupts  
0 = Disables all peripheral interrupts
- bit 5 **TMR0IE:** TMR0 Overflow Interrupt Enable bit  
1 = Enables the TMR0 interrupt  
0 = Disables the TMR0 interrupt
- bit 4 **INT0IE:** RB0/INT External Interrupt Enable bit  
1 = Enables the RB0/INT external interrupt  
0 = Disables the RB0/INT external interrupt
- bit 3 **RBIE:** RB Port Change Interrupt Enable bit  
1 = Enables the RB port change interrupt  
0 = Disables the RB port change interrupt
- bit 2 **TMR0IF:** TMR0 Overflow Interrupt Flag bit  
1 = TMR0 register has overflowed (must be cleared in software)  
0 = TMR0 register did not overflow
- bit 1 **INT0IF:** RB0/INT External Interrupt Flag bit  
1 = The RB0/INT external interrupt occurred (must be cleared in software)  
0 = The RB0/INT external interrupt did not occur
- bit 0 **RBIF:** RB Port Change Interrupt Flag bit  
A mismatch condition will continue to set flag bit RBIF. Reading PORTB will end the mismatch condition and allow flag bit RBIF to be cleared.  
1 = At least one of the RB7:RB4 pins changed state (must be cleared in software)  
0 = None of the RB7:RB4 pins have changed state

Figura 27 – Bits del registro INTCON

Fuente: <http://programarpicenc.com/articulos/interrupciones-del-microcontrolador-pic-en-mikroc-pro/>

Las banderas de interrupciones se activan independientemente del estado de sus bits de habilitación o del bit de habilitación global GIE.

El bit GIE del registro INTCON permite habilitar o deshabilitar la generación de interrupciones. Cuando están habilitadas (GIE=1) y el bit de habilitación particular y la bandera correspondiente se activan, se produce un salto al vector de interrupción (dirección 0x0004). Las interrupciones individuales pueden habilitarse/deshabilitarse a través de sus bits de habilitación en diferentes registros. El bit GIE se borra al producirse un reset, por lo tanto la generación de interrupciones está deshabilitada normalmente.

La instrucción RETFIE se emplea para salir de la rutina de servicio a la interrupción (ISR), así como rehabilitar la generación de interrupciones.

Las banderas de las interrupciones INT, RB y del Timer0 se encuentran en el registro INTCON. Las banderas de interrupción de los periféricos están contenidas en los registros PIR1 y PIR2 (microcontrolador PIC16F877A), mientras que los bits de habilitación correspondientes se encuentran en los registros PIE1 y PIE2 (16F877A). El bit de habilitación de interrupciones de periféricos (PEIE) está en el registro INTCON.

Cuando se brinda atención a una interrupción, el bit GIE es borrado para deshabilitar cualquier interrupción adicional, la dirección de retorno es guardada (pushed) en la pila (stack) y el contador de programa (PC) es cargado con el valor 0x0004. Una vez dentro de la ISR, la fuente de la interrupción se puede determinar analizando las banderas de interrupción. Las banderas tienen que ser borradas por software antes de rehabilitar las interrupciones, para evitar interrupciones repetitivas.

Las interrupciones externas INT o RB4 RB7 pueden generarse cada cierto tiempo como mínimo, que va desde los tres a cuatro ciclos de instrucción, esto depende del instante en que se genera la interrupción. Las banderas de interrupción se activan independientemente del bit de habilitación particular, del bit PEIE o del bit GIE.

### **2.5.1.- Interrupciones INT del microcontrolador PIC**

La interrupción externa en el pin RB0/INT se activa por flanco ascendente o descendente, dependiendo del bit INTEDG del registro OPTION\_REG. Cuando aparece una transición válida en el pin RB0/INT, la bandera INTOIF del registro INTCON toma un valor de 1. Esta interrupción puede ser habilitada/deshabilitada con el bit INTOIE del registro INTCON. La bandera INTOIF tiene que ser borrada por software dentro de la ISR antes de rehabilitar esta interrupción. La interrupción INT puede despertar al PIC, si el bit INTOIE se programó en 1 antes de ingresar al modo Sleep. El estado del bit GIE determina si se produce o no el salto al vector de interrupción después del despertar (los detalles aparecen en las secciones 6.11 MODO DE BAJO CONSUMO (Sleep) PIC16F88 o 6.19 MODO DE BAJO CONSUMO (Sleep) PIC16F628A y PIC16F877A del libro).

### **2.5.2.- Interrupciones del Timer 0**

El desbordamiento del registro TMR0 (desde 0xFF a 0x00) genera una interrupción, lo cual hace que el bit TMR0IF del registro INTCON sea igual a 1. La generación de esta interrupción se puede habilitar/deshabilitar con el bit TMR0IE del registro INTCON. El bit TMR0IF tiene que ser borrado por software dentro de la ISR antes de rehabilitar esta interrupción. Esta interrupción no puede despertar al microcontrolador PIC, ya que el temporizador está apagado durante el modo Sleep.

### **2.5.3.- Interrupciones RB4 RB7**

Un cambio de estado en cualquiera de los pines RB<7:4> genera una interrupción y hace que la bandera RBIF del registro INTCON tome un valor de 1. Esta interrupción puede habilitarse/deshabilitarse con el bit RBIE del registro INTCON. Únicamente los pines configurados como entradas pueden producir esta interrupción. Los pines de entrada RB<7:4> se comparan con el estado anterior que tenían en la última lectura del puerto B. Si no hay coincidencia en todos los pines, se genera la interrupción.

Esta interrupción puede despertar al microcontrolador PIC. El usuario, dentro de la ISR, puede borrar la bandera de interrupción con cualquiera de los métodos siguientes:

- Lectura o escritura del registro PORTB. Esto concluye la condición de falta de coincidencia.
- Borrar la bandera RBIF.

Esta interrupción se recomienda para despertar al PIC en caso de presionar una tecla o en el caso de que el puerto B se emplee únicamente para la interrupción RB4 RB7. La lectura continua (Polling) del puerto B no se recomienda mientras se usa la función de interrupción RB.

## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO.

#### 3.1.- Determinaciones zonas

La Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L), ubicado ciudad de La Paz, zona Sopocachi, calle Luis Crespo N° 2256, la cual no cuenta con un sistema electrónico en caso de incendios, se realizó el sistema detector de incendios con PIC 16F877A, se realizó el estudio de los ambientes de la empresa y así poder implantar el sistema detector de incendios con PIC 16F877A.

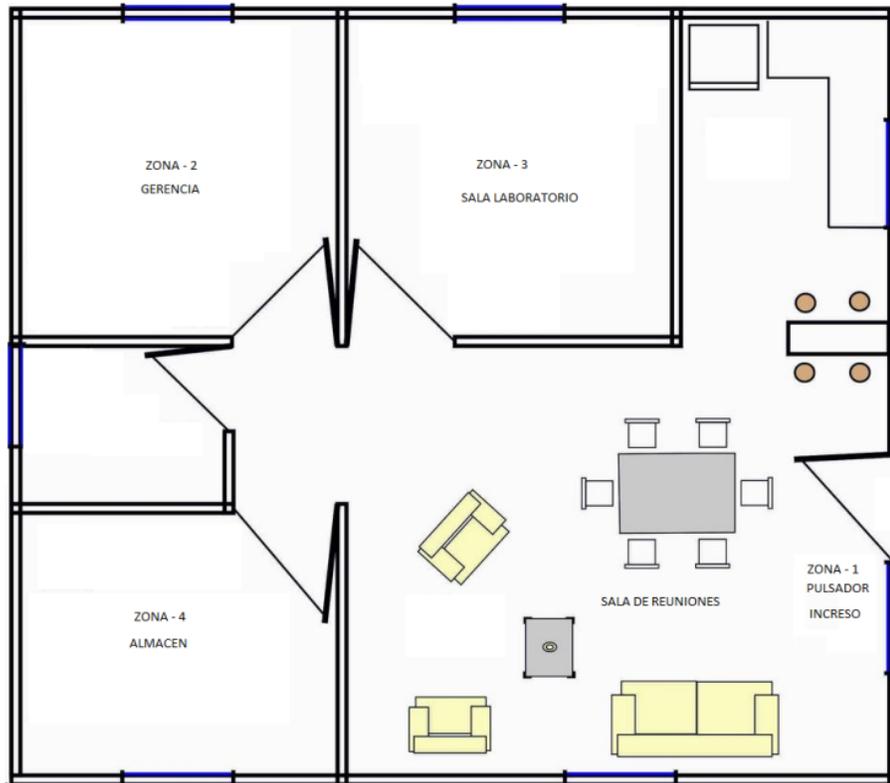


Figura 28 – Distribución de Zonas  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.- Diagrama de bloques del sistema detector de incendio con PIC 16F877A.

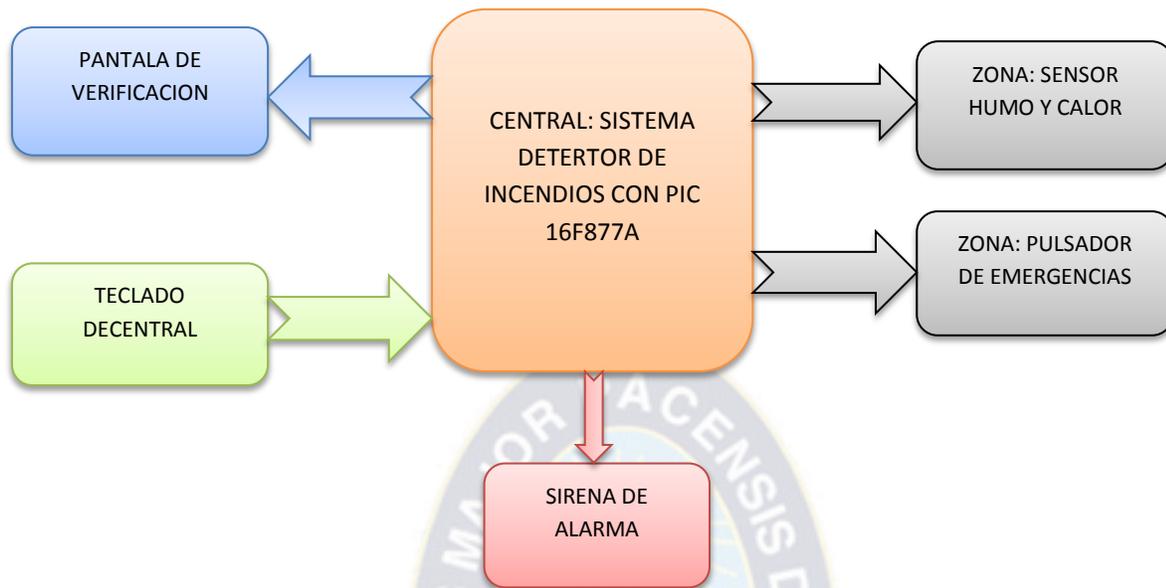


Figura 29 – Diagrama de bloques del sistema detector de incendios con PIC 16F877A

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.- Sensores de calor y humo.

Un sensor electrónico realiza diferentes funciones tales como calor, humo, movimiento, ruido y sonido, un sensor de humo detecta la acumulación de humo en un habiente determinado, el sensor de calor detecta la elevación de la temperatura en un habiente determinado.

#### 3.3.1.- Diseño del sensor de calor y humo.

Los sensores de calor y humo tendrán como componente principal los transistores BJT en los estados de corte y saturación.

Los cálculos se efectuar con las siguientes formulas:

- 1)  $V_{cc} = I_c * R_c + 0.3$
- 2)  $V_{cc} = (I_2 + I_b) * R + 0.8$
- 3)  $0.8 = I_2 * R_2$

- 4)  $I_b = \frac{2 \cdot I_c}{\beta}$
- 5)  $V_{cc} = I(R + R_1)$
- 6)  $0.2 = IR_1$

Se realizó los cálculos y obteniendo los valores de las resistencias con un beta igual a 50: R1=330K ohm, R2=47K ohm, RV2=500K ohm y RV1= Termistor NTC, R4=470K.

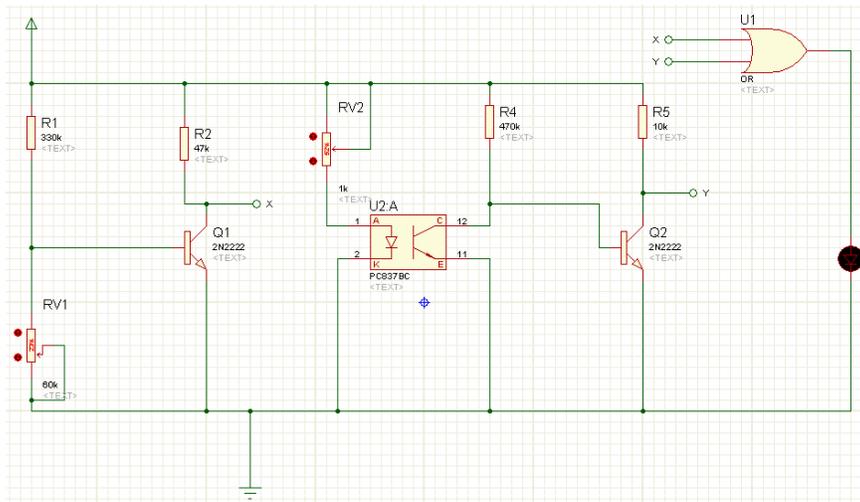


Figura 30 – Circuito del sensor de humo y calor  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.- Microcontroladores.

Un microcontrolador es un circuito integrado (C.I.) capaz de realizar diferentes funciones en base de microprocesador y memorias, un microcontrolador realiza determinadas instrucciones mediante un programa la cual se realiza por medio de compiladores.

#### 3.4.1.- Compiladores.

Proceso de compilación, es el proceso por el cual se traducen las instrucciones escritas en un determinado lenguaje de programación a lenguaje máquina, un compilador para los microcontroladores dependiendo al fabricante del circuito integrado puede estar

basado en lenguaje de alto nivel así como bajo nivel, el compilador para el microcontrolador PIC 16F877A será el mikroC PRO for PIC.

### **3.4.2.- Compilador mikroC PRO for PIC.**

El compilador mikroC PRO for PIC tiene librerías para realizar programa basada en lenguaje C la cual es un lenguaje de alto nivel para microcontrolador de fabricación microchip, las librerías empleadas serán; pantalla de cristal líquido (LCD), teclado matricial (keypad), conversión de variables numérica a cadena de caracteres.

### **3.4.3.- Interrupciones de microcontrolador PIC 16F877A.**

Se llama interrupción a un salto especial a una subrutina que no está contemplada en un punto específico del programa principal, sino que pueda ocurrir en cualquier punto de este y no es por una interrupción en el programa, sino por un evento interno o externo al sistema del microcontrolador, el microcontrolador PIC 16F877A cuenta con 14 fuentes de interrupciones.

### **3.5.- Diseño y desarrollo del programa principal para la central detectora de incendios.**

La central detectora de incendio se realizó con el microcontrolador PIC 16F877A y en lenguaje C con el compilador mikroC PRO for PIC.

#### **3.5.1.- Elaboración del programa principal.**

El programa principal costa en definir las variables globales, para así desarrollar el programa y las funciones necesarias, el programa principal se desarrolló en base a funciones y procedimientos para así tener más eficiencia del microcontrolador en la cual se muestra a continuación.

Definición de Variable globales

```
sbit LCD_RS at RC4_bit;
```

```
sbit LCD_EN at RC5_bit;
```

```
sbit LCD_D7 at RC0_bit;
```

```
sbit LCD_D6 at RC1_bit;
```

```
sbit LCD_D5 at RC2_bit;
```

```
sbit LCD_D4 at RC3_bit;
```

```

sbit LCD_RS_Direction at TRISC4_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISC5_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISC0_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISC1_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISC2_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISC3_bit;
char keypadPort at PORTD;
int j,aa=0;
const unsigned short AZ0[]={9,10,9,10};
const unsigned short AT0[]={11,12,11,12};
unsigned short COM[]={0,0,0,0};
int contT=0;
int contZ=0;
int a=0;
int x1,x2,x3,x4=0;
int aaa=0;
void main()
{
    Keypad_Init();           // Initialize Keypad
    TRISB=0xF0;
    TRISA=0xF0;
    intcon.RBIF=0;           //apagar bandera de interrupciones
    intcon.RBIE=1;           // Habilitar interrupcion por cambio en RB$.RB7
    intcon.GIE=1;           //Habilitar interrupcion
    Lcd_Init();              // inicializa LCD
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);    // Limpia Pantalla
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Cursor del LCD apagado
    PORTB=0;
    porta=0x00;
    bucle:

    Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
    a=teclado(aa);

```

```

convinacion(COM,a);
contZ=comparacion(COM,AZ0);
contT=comparacion(COM,AT0);
funcion(ret,a,contZ,contT);
goto bucle
}

```

### 3.5.2.- Desarrollo de interrupción en el microcontrolador.

Se realizó la subrutina de interrupción externas del microcontrolador PIC 16F877A en al cual el programa principal se ejecutó el comando (INTCON=0X88), la cual define que los puertos B4 a B7 estén habilitados por cambio de estado y así activar la sirena que se encuentra en el pin 0 del puerto B.

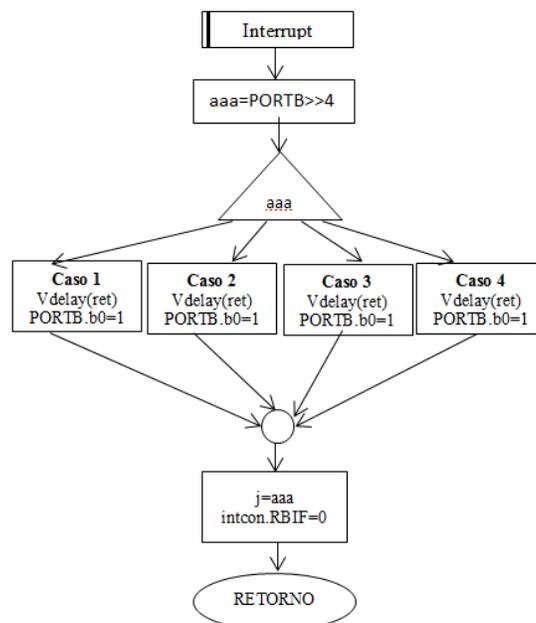


Figura 31- Diagrama de flujo de subrutina de interrupción

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3.- Subrutinas adicionales.

Las subrutinas se realizaron de acuerdo a las características que tiene una central detectora de incendios, se tomaron aspectos como ser habilitar y deshabilitar de zonas, habilitar y deshabilitar de la sirena, comparación de una serie de números

para ejecutar lo anterior, se realizó un control de tiempo de activación de la sirena.

### 3.5.3.1.- Subrutina de inserción de código.

Esta subrutina consta de almacenar el código de ingreso en un vector, el teclado matricial (keypad) es el encargado de realizar dicho código.

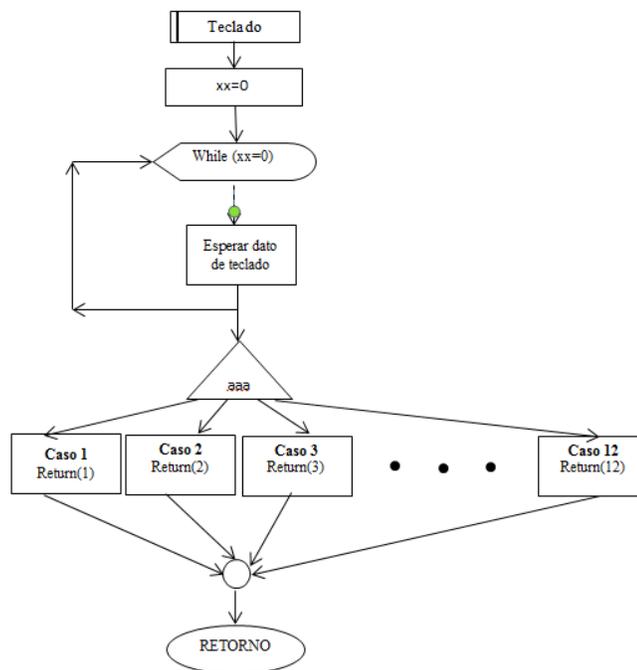


Figura 32 – Diagrama de flujo de subrutina de almacenamiento por teclado  
Fuente: Elaboración Propia

La siguiente subrutina consta de insertar un código de números mediante el teclado matricial (keypad), para realizar el almacenamiento de datos en un vector.

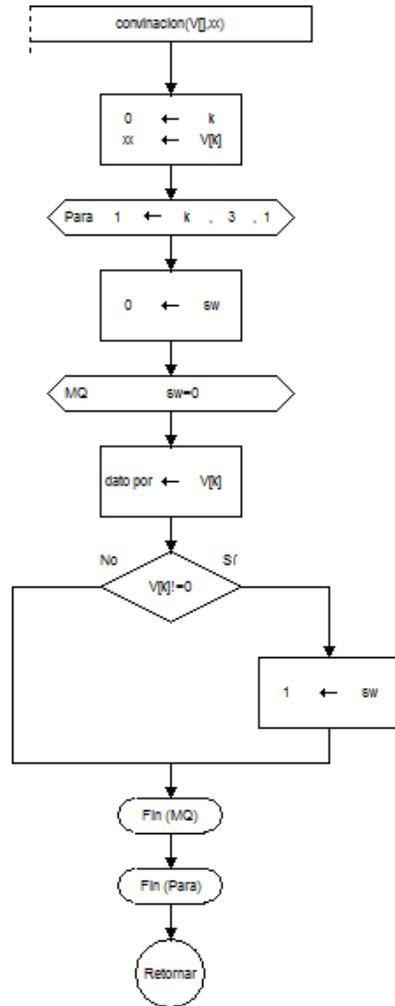


Figura 33 - Diagrama de flujo de subrutina para almacenar combinación  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3.2.- Subrutina de comparación de código

Se realizó el desarrollo de una subrutina que pueda comparar el código ingresado por el teclado matricial con un código determinado inicialmente, así almacenar en una variable para luego ejecutar una instrucción en específico.

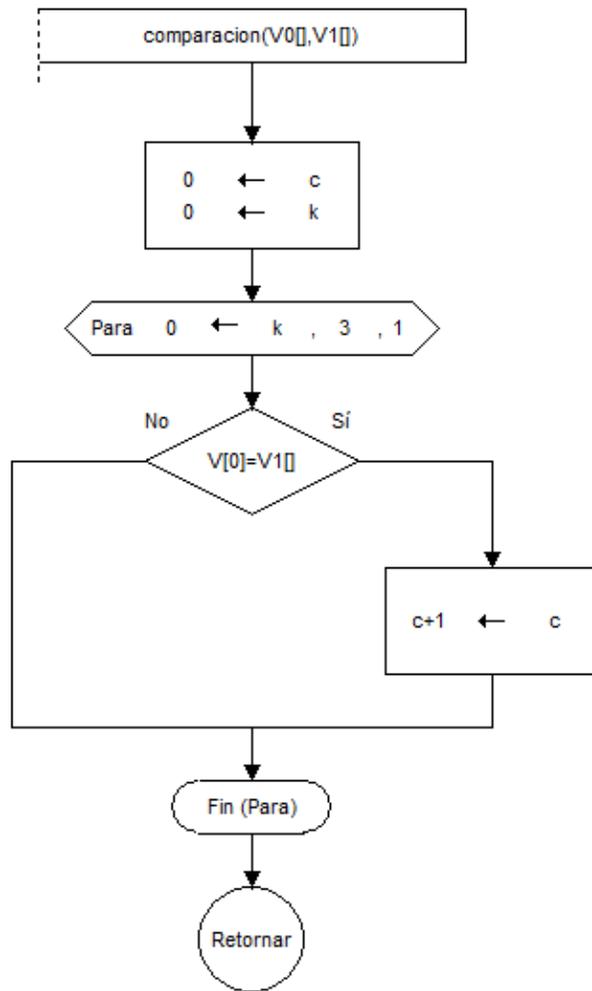


Figura 34 - Diagrama de flujo de subrutina para comparación de código  
 Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3.3.- Subrutina de selección instrucción

Se realizó el desarrollo de la subrutina la cual consta de la ejecución de una instrucción determinada, las cuales son las siguientes; habilitar y deshabilitar zonas, habilitar y deshabilitar sirena y selección del retardo de la activación de la sirena.

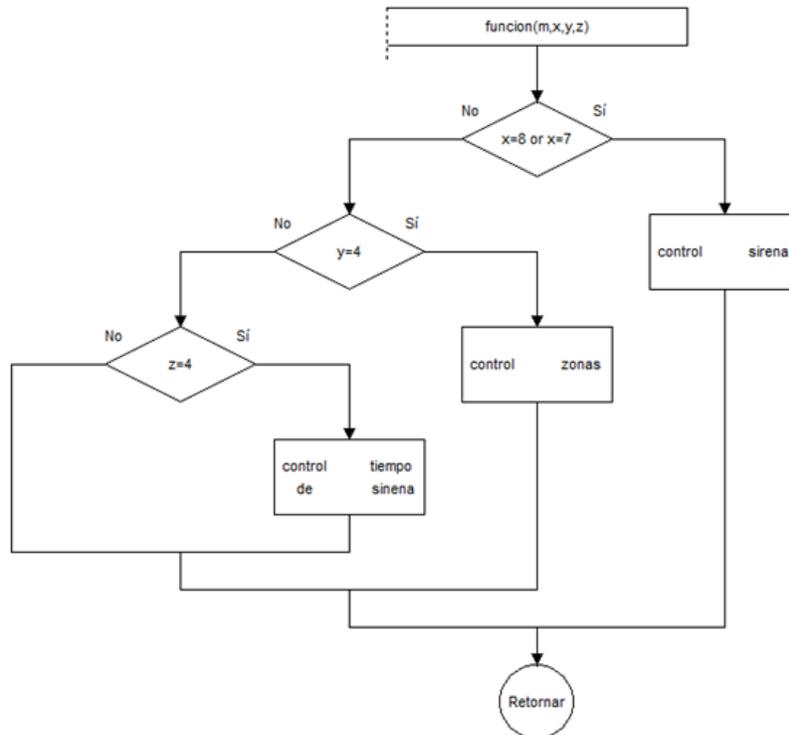


Figura 35 - Diagrama de flujo de subrutina para control de zonas y sirena  
 Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.- Montaje del circuito de central detectora de incendios

Una vez realizó el programa del sistema detector de incendio con PIC 16F877A, se procedió al montaje del circuito. El circuito de la central detectora de incendio con PIC 16F877A que muestra en la figura 31, pantalla líquida (LCD16x2) para ver la activación o desactivación de zona, teclado matricial (keypack) para realizar las operaciones en el microcontrolador, diodo led D1 en lugar se la sirena., los pulsadores por medio de interrupciones muestran las zonas determinadas por la central detectora de incendios.

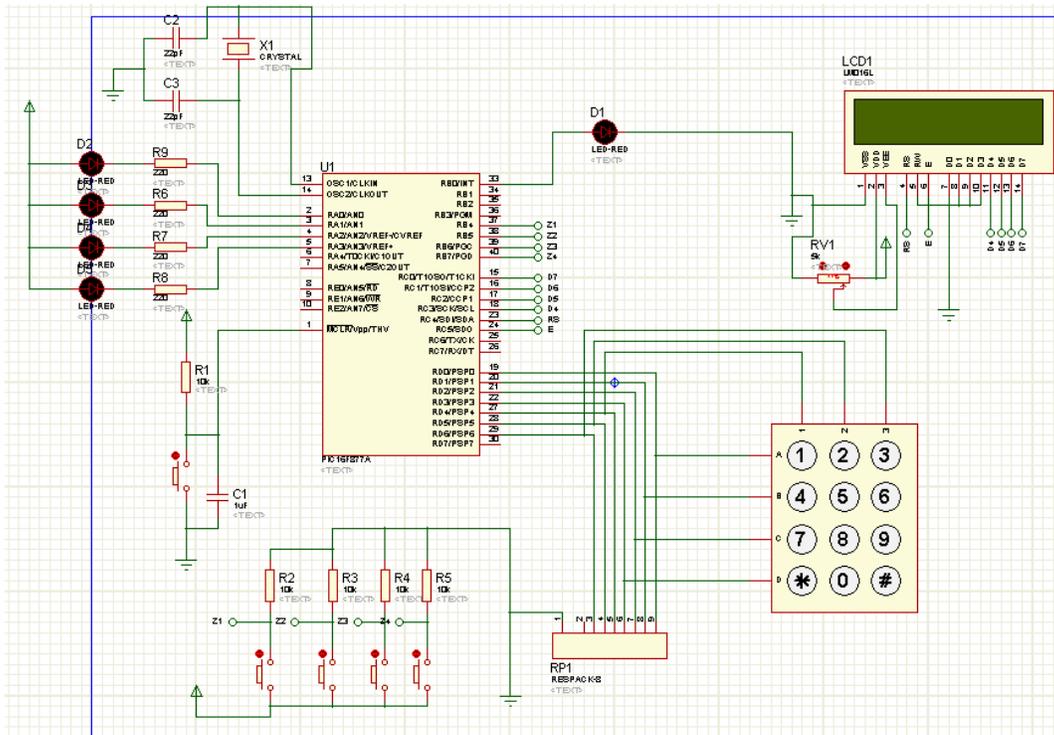


Figura 36 – Circuito de prueba de la central detector de incendios.  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.- Pruebas de operatividad.

El sistema detector de incendios con PIC 16F877A, se realizó las pruebas respectivas tanto con la central y sus respectivos dispositivos externos. La central detectora de incendios ya en funcionamiento con circuito de prueba como se muestra en la figura 30.

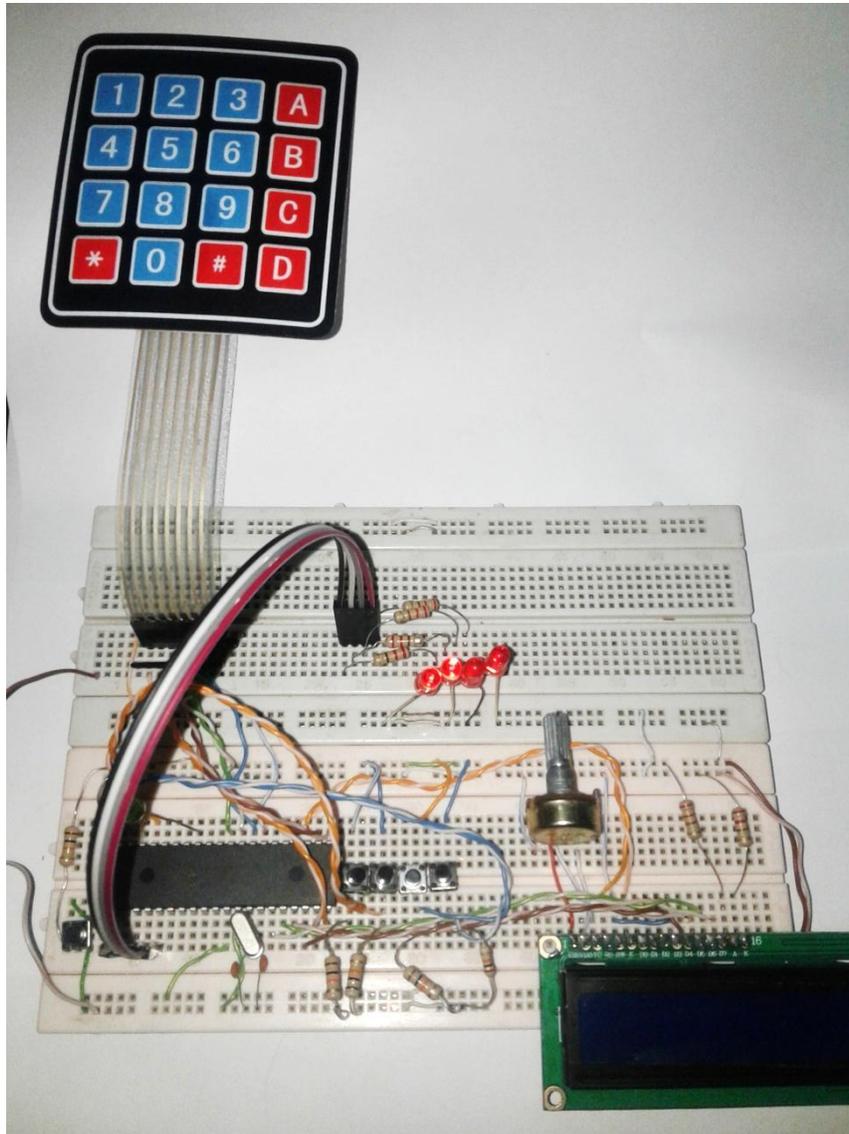


Figura 37 – Circuito listo para iniciar pruebas  
Fuente: Elaboración Propia

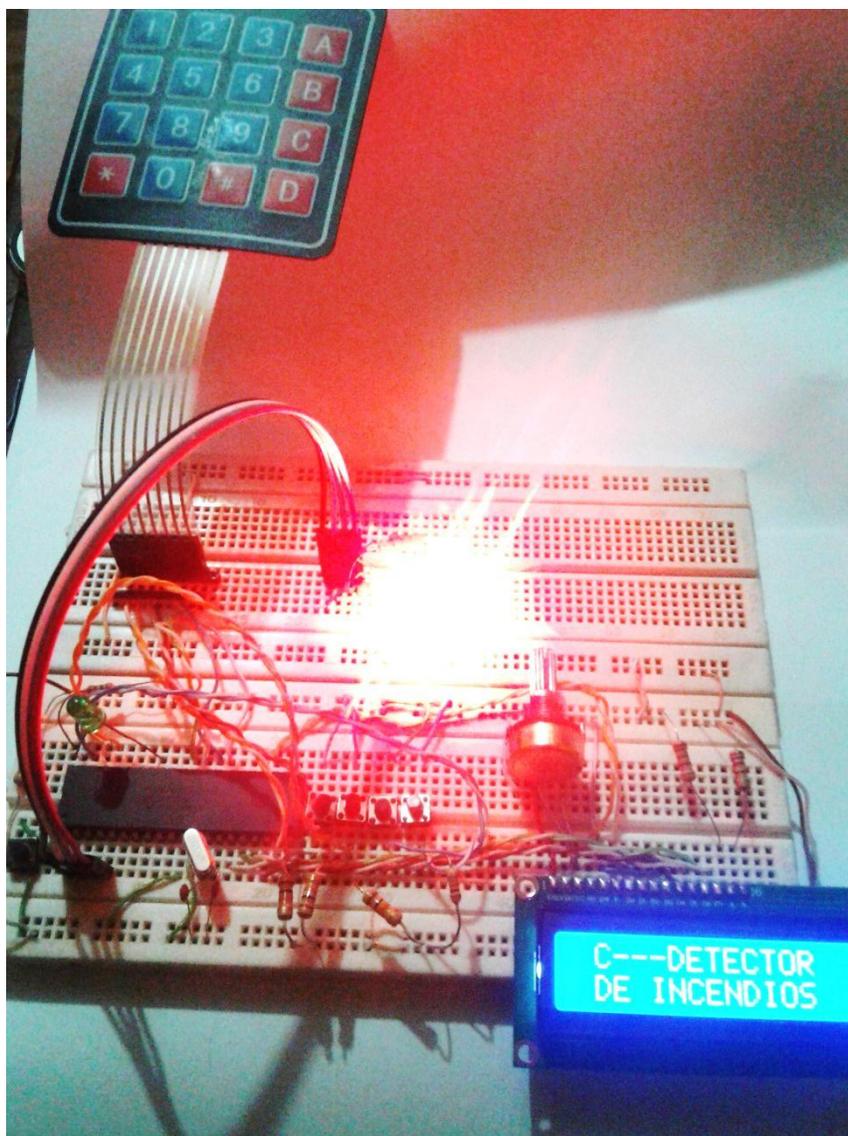


Figura 38 – Circuito en funcionamiento.  
Fuente: Elaboración Propia

La figura N°33, muestra el circuito de prueba para la central detectora de incendios con PIC 16F877A en pleno funcionamiento y así poder implementar el sistema detector de incendios en la Empresa en Ingeniería de Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.).

## CAPITULO IV

### 4.1.- COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DETECTOR DE INCENDIOS

La siguiente tabla muestra el enfoque del costo tomarse en la implantación del sistema detector de incendios.

DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
<b>MATERIALES</b>	<b>UNID, HORAS</b>	<b>Bs.</b>	<b>Bs.</b>
PIC 16F877A MICROCHIP	1	35	35
LCD 16x2 (pantalla de cristal líquido)	1	50	50
PULSADOR RESET	5	1,5	7,5
Resistores de diferentes valores	20	0,5	10
Capacitores de diferentes valor	10	0,6	6
Teclado matricial (keypad)	1	15	15
Cristal oscilador	1	4	4
Paquete de resistencias	1	4	4
Transistores 2N222	10	1,5	15
Diodos led	10	1,5	15
diodos infrarrojos Tx y RX	10	2,5	25
fuelle de alimentación	1	50	50
Placa de cobre	2	20	40
			0
<b>Total</b>			<b>276,5</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>	<b>TOTAL</b>
DISEÑO DE PISTAS	4	15	60
SOLDADO DE TARJETAS	4	25	100
Costos de Instalación Central	1	40	40

Costo de Instalación sensores	4	50	200
Costos adicionales		50	50
<b>Total</b>			<b>450</b>
			0
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>726,5</b>

Tabla 2 – Costo del sistema detector de incendio  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.- CONCLUSIONES

- Mediante el proceso de estudio en empresa en ingeniería de telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.) se logró determinar zonas en las cuales se instalaran los sensores y la central detectora de incendios con PIC 16F877A.
- Se desarrolló e implemento un circuito que tenga la capacidad de detectar humo y altas temperatura para las diferentes zonas requeridas por Empresa en Ingeniería y Telecomunicaciones (EMINTEL S.R.L.).
- Se implementó el programa que cuente con parámetros del sistema detectora de incendios con PIC 16F877A, el programa serializado se compilador mikroC PRO for PIC.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Joa. (2015). Tipos de sensores. Recuperado de: <http://html.rincondelvago.com/tipos-de-sensores.html>

(2009, Noviembre 20). Idr. Recuperado de:  
<http://platea.pntic.mec.es/~lmarti2/circuitos/celsolar/ldr.htm>

(2004). Resistencias-no-lineales Recuperado de:  
<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Resistencias-no-lineales.php>

Alexander. V. (2008, Mayo 9). Diodo LED. Recuperado de:  
<http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>

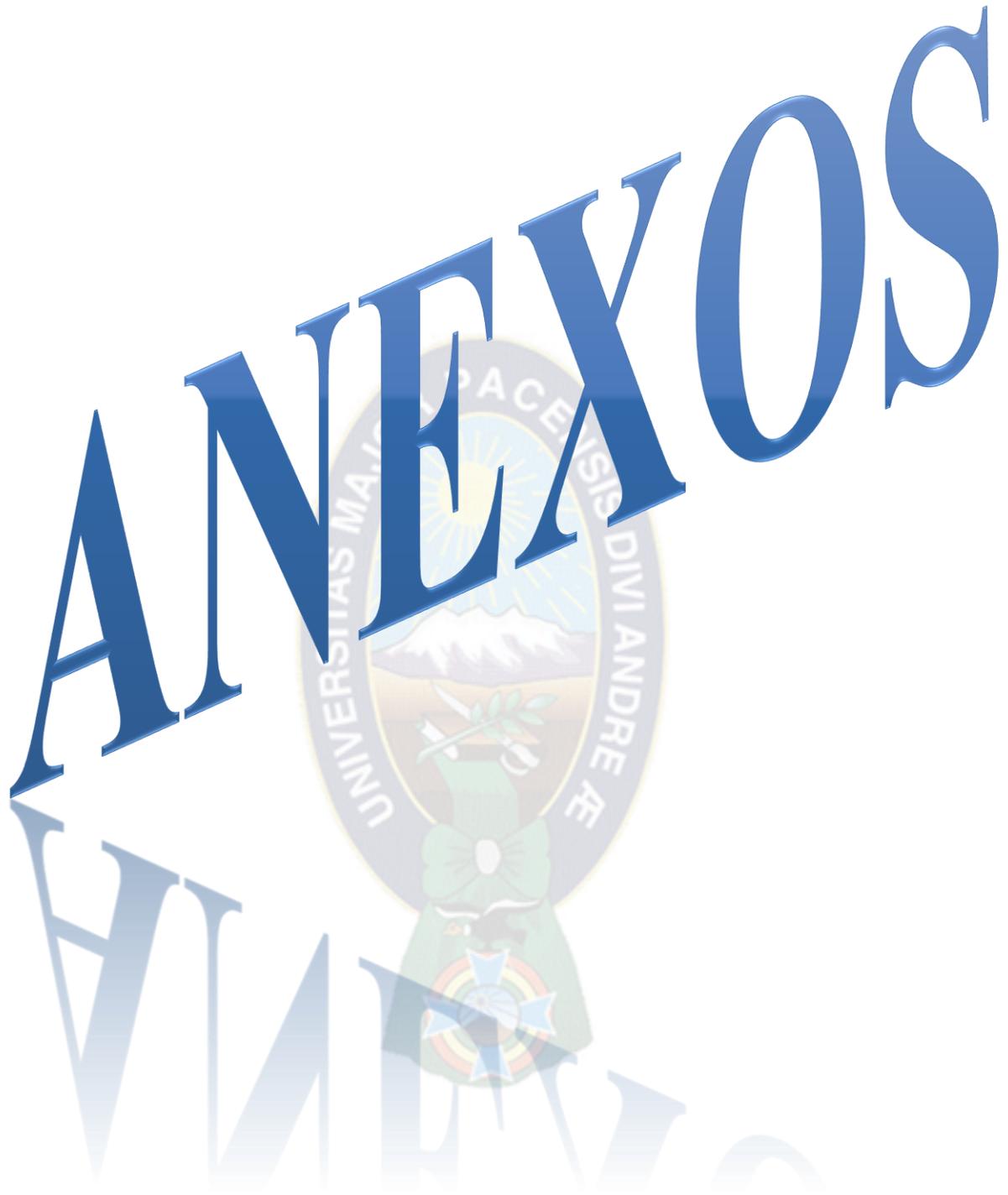
InternetArchiveBot. (2017, Septiembre 18). Central de detección Convencional.  
Recuperado de:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Central\\_de\\_detecci%C3%B3n\\_de\\_incendios](http://es.wikipedia.org/wiki/Central_de_detecci%C3%B3n_de_incendios)

Tecmikro. (2009). interrupciones del microcontrolador pic en mikroc pro. Recopilado de: <http://programarpicenc.com/articulos/interrupciones-del-microcontrolador-pic-en-mikroc-pro/>

Suares. C. (2012, Marzo 1.9). Recursos de Microcontroladores y Familia de los PIC.  
Recopilado de: <http://computointegradoits.blogspot.com/2012/03/recursos-de-microcontroladores-y.html>



# ANEXOS

The image features a large, dark blue, serif font title 'ANEXOS' slanted upwards from left to right. Behind it is a faint watermark of the seal of the University of Malinao. The seal is circular and contains a sun, mountains, a tree, and a cross. The text 'UNIVERSITAS MALINAO PACENSIS DIVI ANDREAE' is visible around the perimeter of the seal. Below the seal, the word 'ANEXOS' is repeated in a very light blue, semi-transparent font.

## Anexo I

### Código del sistema detector de incendios

```
int ret=500;
int tec()
{
  int xx=0;
  while (xx==0)
  {
    xx=Keypad_Key_Click();
  }
  return xx;
}

unsigned teclado(unsigned xx)
{
  Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
  Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
  Lcd_Out(1,2,"C---DETECTOR");
  Lcd_Out(2,2,"DE INCENDIOS");
  xx=0;
  while (xx==0)
  {
    xx=Keypad_Key_Click();
  }
  switch (xx)
  {
    case 1: return (0);
             break;
    case 2: return (0);
             break;
    case 3: return (0);
             break;
    case 4: return (0);
             break;
    case 5: return (0);
             break;
    case 6: return (0);
             break;
    case 7: return (7);
             break;
    case 8: return (8);
             break;
    case 9: return (9);
             break;
    case 10: return (10);
              break;
    case 11: return (11);
              break;
    case 12: return (12);
              break;
  }
}
```



```

const unsigned short  convinacion(unsigned short V[], unsigned xx)
{
  int k=0;
  V[k]=xx;
  for(k=1;k<4;k++)
  {
    int sw=0;
    while (sw==0)
    {
      V[k]=Keypad_Key_Click();
      if(V[k]!=0)
      {
        sw=1;
        delay_ms(100);
      }
    }
  }
}

```

```

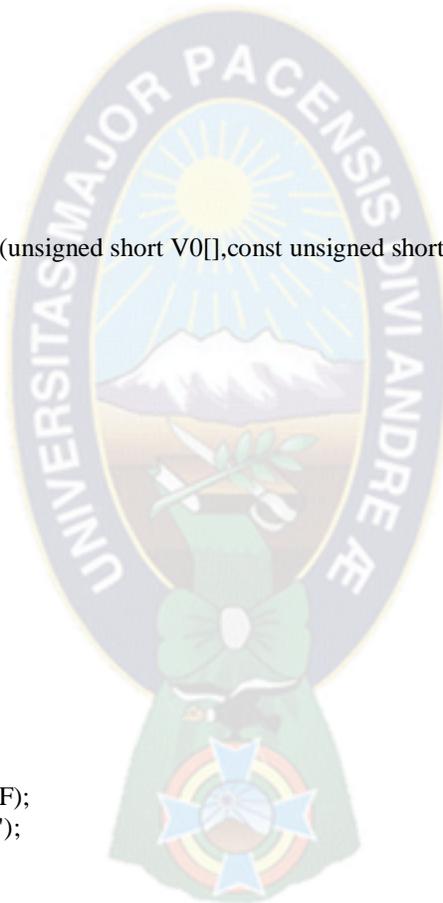
const unsigned short  comparacion(unsigned short V0[],const unsigned short V1[])
{
  int c=0;
  int k=0;
  for (k=0;k<4;k++)
  {
    if (V0[k]==V1[k])
    {
      c++;
    }
  }
  return c;
}

```

```

funcion(int m,int x,int y,int z)
{
  char tex0[16];
  Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
  Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
  Lcd_Out(1,2,"COMPARANDO");
  Lcd_Out(2,2,"CODIGO");
  delay_ms(1500);
  switch (x)
  {
    case 7: TRISB.b0=0;
            PORTB.b0=0;
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_Out(1,2,"S-Act");
            delay_ms(1500);
            break;
    case 8: TRISB.b0=1;
            PORTB.b0=0;
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);

```



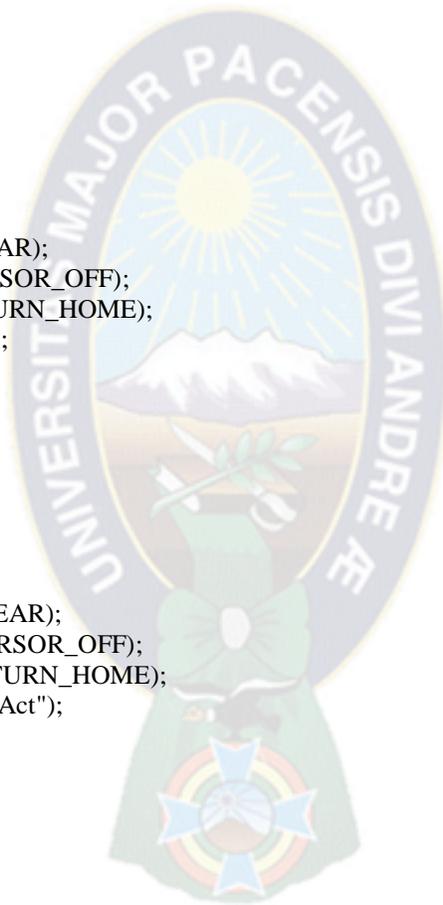
```

    Lcd_Out(1,2,"S-DesAct");
    delay_ms(1500);
    break;
}

if (y==4)
{
    int zona,w=0;
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Out(1,2,"SELECCIONAR");
    Lcd_Out(2,2,"ZONA :");
    zona=tec();
    switch (zona)
    {
    case 1: w=tec();
        if(w==5)
        {
            trisb.f4=1;
            portb.f4=0;
            porta.F0=0;
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
            Lcd_Out(1,2,"Z1-Act");
            delay_ms(1500);
        }else
        {
            if(w==6)
            {
                trisb.f4=0;
                portb.f4=0;
                portA.f0=1;
                Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
                Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
                Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
                Lcd_Out(1,2,"Z1-DesAct");
                delay_ms(1500);
            }
        }

        break;
    case 2: w=tec();
        if(w==5)
        {
            trisb.f5=1;
            portb.f5=0;
            portA.b1=0;
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
            Lcd_Out(1,2,"Z2-Act");
            delay_ms(1500);
        }else
        {
            if(w==6)

```

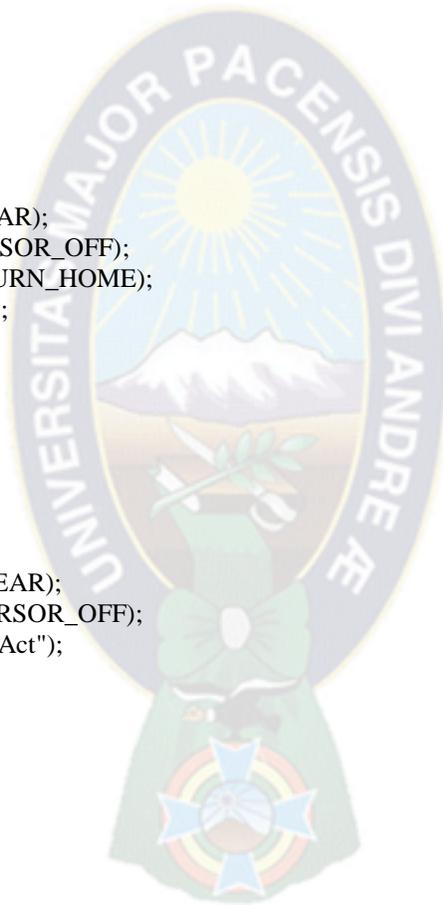


```

    {
    trisb.f5=0;
    portb.f5=0;
    portA.f1=1;
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
    Lcd_Out(1,2,"Z2-DesAct");
    delay_ms(1500);
    }
}

break;
case 3: w=tec();
if(w==5)
{
    trisb.f6=1;
    portb.f6=0;
    portA.f2=0;
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
    Lcd_Out(1,2,"Z3-Act");
    delay_ms(1500);
}else
{
    if(w==6)
    {
        trisb.f6=0;
        portb.f6=0;
        portA.f2=1;
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
        Lcd_Out(1,2,"Z3-DesAct");
        delay_ms(1500);
    }
}
break;
case 4: w=tec();
if(w==5)
{
    trisb.f7=1;
    portb.f7=0;
    portA.f3=0;
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
    Lcd_Out(1,2,"Z4-Act");
    delay_ms(1500);
}else
{
    if(w==6)
    {
        trisb.f7=0;
        portb.f7=0;
    }
}

```



```

        portA.f3=1;
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
        Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
        Lcd_Out(1,2,"Z4-DesAct");
        delay_ms(1500);
    }
}
break;
}
}
else
{
if(z==4)
{ int t=0;
  t=tec();
  switch (t)
  {
  case 1:
    m=6000;
    break;
  case 2: m=9000;
    break;
  case 3: m=12000;
    break;
  case 4: m=15000;
    break;
  }
  ret=m;
}
}
}
}

```

```

sbit LCD_RS at RC4_bit;
sbit LCD_EN at RC5_bit;
sbit LCD_D7 at RC0_bit;
sbit LCD_D6 at RC1_bit;
sbit LCD_D5 at RC2_bit;
sbit LCD_D4 at RC3_bit;

```

```

sbit LCD_RS_Direction at TRISC4_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISC5_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISC0_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISC1_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISC2_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISC3_bit;

```

```

char keypadPort at PORTD;
int j,aa=0;
const unsigned short AZ0[]={9,10,9,10};
const unsigned short AT0[]={11,12,11,12};
unsigned short COM[]={0,0,0,0};
int contT=0;
int contZ=0;

```



```

int a=0;
int x1,x2,x3,x4=0;
int aaa=0;

void interrupt()
{

aaa=portB >>4;
switch (aaa)
{
case 1: vdelay_ms(ret);
portb.f0=1;
break;
case 2: vdelay_ms(ret);
portb.b0=1;
break;
case 4: vdelay_ms(ret);
portb.b0=1;
break;
case 8: vdelay_ms(ret);
portb.b0=1;
break;
}
j=aaa;

intcon.RBIF=0;

}

void main()
{
Keypad_Init();           // Initialize Keypad
TRISB=0xF0;
TRISA=0xF0;

intcon.RBIF=0;           //apagar bandera de interupciones
intcon.RBIE=1;           // Habilitar interrupcion por cambio en RB$.RB7
intcon.GIE=1;           //Habilitar interrupcion

Lcd_Init();              // inicializa LCD
Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);    // Limpia Pantalla
Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Cursor del LCD apagado
PORTB=0;
porta=0x00;
bucle:

Lcd_cmd(_LCD_RETURN_HOME);
a=teclado(aa);
convinacion(COM,a);
contZ=comparacion(COM,AZ0);
contT=comparacion(COM,AT0);
funcion(ret,a,contZ,contT);

goto bucle

}

```