

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS**

### **CONSTRUCCIÓN DE UN DETECTOR DE ROBOS E INCENDIOS QUE ACTIVA UNA ALARMA SONORA Y REALIZA UN LLAMADO A UN TELÉFONO CELULAR DESDE UN CONVENCIONAL**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**QUELAL MAFLA CLARA ANDREA**

andrita\_quelal25@yahoo.com

**QUINGA NIATO ELBA MARISOL**

marisol\_equin@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. ALCIVAR COSTALES**

eduardocostales@epn.ec.com

**Quito, Octubre del 2008**

## **DECLARACIÓN**

Nosotras, QUELAL MAFLA CLARA ANDREA y QUINGA NIATO ELBA MARISOL, 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.

---

**QUELAL MAFLA CLARA  
ANDREA**

---

**QUINGA NIATO ELBA  
MARISOL**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por QUELAL MAFLA CLARA ANDREA y QUINGA NIATO ELBA MARISOL, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Alcivar Costales**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida que me ha dado llena de salud y fuerza para a culminar una meta mas en mi vida

A mis padres Guillermo Quelal y Ethelvina Mafla por apoyarme día a día con su palabra de aliento y su guía, fue su ejemplo el cual dio frutos en mi vida para ser una persona productiva y emprendedora.

A Daniel y mis hermanos por tenderme la mano en momentos de desesperanza, sin dejarme decaer en la lucha diaria.

A mis profesores que con su enseñanza y paciencia diaria sembraron en mí el espíritu del deseo de adquirir más conocimientos con el pasar del tiempo.

Andrea Quelal

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme vida, salud y la fuerza suficiente para levantarme de cada tropiezo, seguir adelante y cumplir con mis objetivos.

A mis padres Feliciano Quinga y María Alegría Niato por su apoyo incondicional, quienes siempre me guiaron por el buen camino.

A mis hermanos que con sus palabras y motivaciones me ayudaban a seguir luchando para cumplir mi meta

A mis maestros, por brindarme su confianza, sus conocimientos, por compartir con nosotros su sabiduría y paciencia.

También agradezco a las instituciones, en donde se desarrollo mi educación, por abrirme sus puertas y regalarme la oportunidad de formarme e instruirme.

Elba Quinga

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que han compartido días de mi vida en especial al mi padre Guillermo Quelal hombre de coraje y valentía incansable en el largo camino de la vida cuya fuerza abrumadora no permitió que sus pasos se cansen por sacar adelante a su familia, Ethelvina Mafla mi madre, mujer constante e inteligente que con su ejemplo y su amor supo sembrar en mi, tenacidad y obsesión por alcanzar mis sueños.

También dedico este trabajo a Daniel Albuja quien tiene un rol muy importante en mi vida que con su paciencia y su apoyo hizo que mi camino sea más fácil y llevadero.

A mis dos hermanos, por guiarme, ser la felicidad y la razón de mi lucha.

Y por ultimo y no menos importantes a mis maestros y amigos por compartir conmigo sus conocimientos, enseñanzas y alegrías,

Andrea Quelal

## DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a DIOS por darme la vida llena de oportunidades y la fuerza suficiente para aprovecharla y de esta manera llegar hacer una persona de bien.

A mis padres Feliciano Quinga y María Niato por quienes siento una gran admiración por que lucharon constantemente siempre sin decaer para darnos a mis 6 hermanos y a mí, un hogar estable, una buena educación y lo mejor de ellos,

A mis hermanos quienes de una u otra manera siempre estuvieron a mi lado apoyándome y con quienes comparto inquietudes y alegrías.

Elba Quinga

**INDICE**

|   |    |
|---|----|
| CAPITULO I: CONCEPTOS.....                                  | 1  |
| 1.1 ALARMA.....   | 1  |
| 1.1.1 GENERALIDADES.....                                    | 1  |
| 1.1.2 DEFINICIONES FUNDAMENTALES .....                      | 2  |
| 1.1.3 TIPOS DE ALARMAS .....                                | 2  |
| 1.1.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALARMA.....              | 3  |
| 1.2 SENSORES .....  | 8  |
| 1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES.....                  | 8  |
| 1.2.2 TIPOS DE SENSORES:.....                               | 10 |
| 1.3 OTROS ELEMENTOS .....                                   | 14 |
| 1.3.1 SWITCHS Y PULSADORES.....                             | 14 |
| 1.3.2 RESISTENCIAS.....                                     | 15 |
| 1.3.3 CONDENSADOR.....                                      | 16 |
| 1.3.4 CRISTALES DE CUARZO .....                             | 17 |
| 1.3.5 TRANSFORMADOR .....                                   | 18 |
| 1.3.6 TRANSISTOR .....                                      | 19 |
| 1.3.7 RELÉ.....   | 20 |
| 1.3.8 TECLADO .....   | 22 |
| 1.3.9 EL DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD).....              | 23 |
| 1.3.10 REGULADOR DE VOLTAJE EN CIRCUITO INTEGRADO (DC)..... | 25 |
| 1.4 MICROCONTROLADOR.....                                   | 26 |
| 1.4.1 CONCEPTO.....   | 26 |
| 1.4.2 PARTES DEL MICROCONTROLADOR .....                     | 28 |
| 1.4.3 PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES .....              | 33 |



|   |    |
|---|----|
| 1.5 MICROCONTROLADORES DE LA SERIE PIC 16F .....                            | 33 |
| 1.5.1 DEFINICIÓN DEL PIC 16F876 .....                                       | 33 |
| 1.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL PIC16FXX.....                                     | 36 |
| 1.5.3 COMPORTAMIENTO Y MODOS DE USO .....                                   | 36 |
| 1.6 TELEFONIA.....  | 49 |
| 1.6.1 GENERALIDADES.....  | 49 |
| 1.6.2 SEÑALIZACION EN TELEFONÍA FIJA.....                                   | 49 |
| 1.6.3 FUNCIONAMIENTO.....   | 54 |
| 1.6.4 TELEFONÍA MÓVIL .....   | 55 |
| CAPITULO II: CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO .....                                  | 57 |
| 2.1 PROPÓSITO DEL EQUIPO.....   | 57 |
| 2.2 CONSTRUCCIÓN - ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL HARDWARE DEL<br>SISTEMA..... | 57 |
| 2.2.1 ETAPA DE CONTROL.....   | 58 |
| 2.2.2 ETAPA DE ALIMENTACIÓN.....  | 62 |
| 2.2.3 Etapa de Inicialización.....  | 67 |
| 2.2.4 DETECCIÓN .....   | 69 |
| 2.2.5 Alerta telefónica.....  | 76 |
| 2.2.6 Etapa de activación de sirena .....                                   | 78 |
| 2.3 DIAGRAMA CIRCUITAL Y DIAGRAMA DE PISTAS.....                            | 80 |
| 2.3.1 Diagrama circuital.....   | 80 |
| 2.3.2 Diagrama de pistas .....  | 82 |
| 2.4 DISEÑO DEL PROGRAMA .....   | 84 |
| 2.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO.....  | 84 |
| 2.4.2 EDITOR DEL PROGRAMA.....  | 86 |

|  |            |
|--|------------|
| 2.4.3 SET DE INSTRUCCIONES PARA EL LENGUAJE PicBasic PRO ..... | 88         |
| 2.4.4 ELABORACION DE PROGRAMA.....                             | 92         |
| <b>CAPÍTULO III : PRUEBA, AJUSTE Y CALIBRACIÓN .....</b>       | <b>111</b> |
| 3.1 REALIZACIÓN DE PRUEBAS.....                                | 111        |
| 3.2 ERRORES ENCONTRADOS.....                                   | 112        |
| 3.3 AJUSTES .....  | 113        |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>118</b> |
| <b>PARTE INTERNA .....</b>                                     | <b>143</b> |
| <b>PARTE EXTERIOR.....</b>                                     | <b>144</b> |

## RESUMEN

Este tipo de alarma consta de dos sensores uno de presencia y otro de humo, las señales emitidas por estos son detectadas por un microcontrolador el cual como su nombre lo indica controla si se debe o no realizar llamadas, si se debe activar la sirena o si solo permanece chequeando los sensores.

Una vez activado el sistema mediante el teclado, se puede observar en el LCD el proceso que está realizando. Como primer proceso tenemos que revisa los sensores, si fueron activados estos envían una señal al micro y este a su vez activa la sirena e inicializa las llamadas, luego de haber realizado las dos llamadas chequea nuevamente los sensores y si están desactivados se interrumpen las llamadas y se apaga la sirena mientras que si siguen activados las llamadas se realizan sin interrupción.

Además por medio del teclado se pueden hacer cambios tanto de clave como de número de teléfono celular.

Tiene una fuente que se recarga automáticamente en el momento que el circuito es encendido

## PRESENTACION

Este sistema detector de robos e incendios que activa una alarma sonora y realiza un llamado a un teléfono celular desde un convencional puede resolver varios problemas que se presentan en la comunidad. Es una buena alternativa cuando se trata de la seguridad de nuestros hogares.

Este proyecto utiliza el teléfono convencional para emitir la llamada de alerta y para recibirla se utilizan dos teléfonos celulares a los cuales llegan diferentes tonos para diferenciar en caso de cualquiera de las dos contingencias.

El sistema que presentamos es muy seguro y confiable ya que en primera instancia está colocado dentro de una caja con llave para evitar el acceso al reset o al interruptor principal que apaga el circuito, en segunda instancia tenemos que una vez que le hemos activado solo puede ser desactivado con la clave que como opción el usuario mediante el teclado puede cambiar al igual que los números de teléfono celular sin necesidad de un programador.

Además cuenta con una batería recargable que permite mantener energizado el sistema en el caso de cortes de energía eléctrica y funciona normalmente es decir realiza todas sus funciones sin excepción. La batería se recarga mediante el mismo circuito así que hace innecesario tener que extraerla para recargar.

## CAPITULO I: CONCEPTOS

Para la construcción de este sistema de alarma se ha visto necesario realizar una investigación de algunas definiciones que a continuación se detalla:

### 1.1 ALARMA

Los elementos de una alarma están formados generalmente por una sirena (o campana) los detectores y el mando central

Los detectores que envían señales al mando central para que active la sirena que advierte de la ocurrencia de una intrusión detectada por el sistema, mediante una señal sonora de alto nivel.

#### 1.1.1 GENERALIDADES

El objetivo principal de un sistema de alarma, es de detectar la condición dada por una variable y procesar esta información, para realizar una función específica (Central de control) Figura 1.1, de tal forma brindar seguridad física a las personas y a los bienes en una zona preestablecida de manera rápida y confiable.



Figura 1.1 Mando Central (Central de control)

## **1.1.2 DEFINICIONES FUNDAMENTALES**

### **1.1.2.1 Sistema de Seguridad.**

Un sistema de seguridad constituye un conjunto de equipos y componentes diseñados e instalados para indicar, avisar y verificar los intentos de entradas o salidas no autorizadas, así como también verificar diversas situaciones ocasionadas de manera accidental o premeditada que pudiera ser letal u ocasionar lesiones para los habituales residentes de las zonas protegidas; como el caso de fuego, inundación, escape de gases tóxicos, etc.

### **1.1.2.2 Zona de Seguridad**

En sistemas de seguridad, zona es un sector que se protege de manera independiente, es decir, en cada zona se instala un circuito propio o subsistema los cuales están interconectados con el control central para provocar la activación de los elementos de salida.

La zona se define a criterio del diseñador, tomando espacios físicos, número de sensores y actividad que se desarrolla en ese ambiente.

### **1.1.2.3 Subsistema.**

Los subsistemas convencionales usan unidades de control discriminadas para protección de asalto, robo e incendios, es decir un mismo sistema necesitará de varias unidades de control.

## **1.1.3 TIPOS DE ALARMAS**

Existen dos sistemas de alarma:

Básicamente se distinguen en si están conectadas a una Central Receptora de Alarmas o simplemente si tienen una sirena que suena en el momento en el que se dispara la alarma.

### **1.1.3.1 Conectado a una central**

Que tras detectar la intrusión, avisará a la empresa de seguridad contratada que a su vez avisará a la policía o ellos mismos se personarán en la casa. Este sistema de seguridad goza de un gran éxito especialmente en viviendas con jardín, en casas

que se encuentren aisladas o simplemente para aquellas que están deshabitadas frecuentemente.

#### **1.1.3.2 Sin conexión a la central**

Es el más básico y cubre las necesidades de viviendas habitadas de forma continua ubicadas en un centro urbano.

El funcionamiento de este tipo de alarmas es muy simple y consiste principalmente en emitir un sonido cuando se intenta acceder a la vivienda de forma violenta. Con ello se consigue ahuyentar al intruso y atraer la atención de los vecinos y transeúntes para que alerten a la policía.

A partir de esta simple distinción las Alarmas pueden diferenciarse en función de los elementos y tecnología que contengan (tipo de detectores, cámaras, módulos anticorte...etc.).

#### **1.1.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALARMA**

Un sistema de alarma consta básicamente de cuatro partes:

Detectores (sensores).

Actuadores.

Mando Central.

Fuente de alimentación.

##### **1.1.4.1 Detectores (sensores)**

Un detector es un transductor que se utiliza para medir una variable física de interés por ejemplo humo, agua, presencia, temperatura, movimiento, metales, etc. Dicho dispositivo transforma un tipo de variable física (por ejemplo, fuerza, presión, temperatura, velocidad, etc.) en otro. El sensor será estudiado con extensión más adelante.

##### **1.1.4.2 Actuadores**

Son elementos o procesos mediante los que se informa que se ha detectado cierta condición preestablecida, en la variable que se está censando.

Esta señal es de tipo:

Visibles: LED' S, luces, faros, etc.

Audible: sirenas, timbres, tonos, etc.

Procesos a realizarse: marcadores telefónicos, transmisión de mensajes audibles o escritos, etc.

#### *1.1.4.2.1 Led de Luz visible*

Es un elemento electrónico que tiene dos terminales denominados ánodo y cátodo, en su estructura está formado por dos capas de material semiconductor la una de tipo "p" y la otra de tipo "n". Podemos encontrarlos en diferentes colores como podemos observar en la Figura 1.2.



Figura 1.2 Led

#### *Funcionamiento*

El diodo semiconductor funciona de dos maneras diferentes. Dependiendo de la polarización que puede ser inversa o directa.

Un diodo está polarizado directamente cuando el voltaje de ánodo es mayor al voltaje del cátodo en estas condiciones el voltaje positivo del ánodo repele y empuja a las cargas positivas del semiconductor tipo "p" de idéntica forma la polarización negativa del cátodo repele o empuja a las cargas negativas de semiconductor tipo n razón por la cual existe una combinación de huecos y electrones que producen la circulación de corriente eléctrica. Es por eso que un diodo polarizado directamente sí permite la circulación de corriente eléctrica.



Su funcionamiento es muy parecido a un interruptor cerrado pesar de que en la práctica existe una pequeña caída de tensión de 0,2 a 0,3 V si el diodo es de germanio o de 0,5 a 0,7 si el diodo es de silicio.

Un diodo esta polarizado inversamente cuando el voltaje en el ánodo es menor al del cátodo, en estas condiciones el voltaje negativo del ánodo atrae a las cargas positivas del semiconductor tipo p y el voltaje positivo del cátodo atrae a las cargas negativas del semiconductor tipo n de tal manera que en la juntura se forma una zona conocida como zona de agotamiento, zona desértica o zona de alta impedancia que impide la circulación de corriente eléctrica, de tal manera que un diodo polarizado inversamente impide la circulación de corriente.

Su funcionamiento es muy parecido al de un interruptor abierto a pesar de que en la práctica si existe una pequeñísima corriente denominada corriente de fuga que se debe a la presencia de los portadores minoritarios en los semiconductores

Es un dispositivo semiconductor que emite luz poli cromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en directa y es atravesado por la corriente eléctrica.

En corriente continua (DC), todos los diodos emiten una cierta cantidad de radiación cuando los pares electrón-hueco se combinan, es decir, cuando los electrones caen desde la banda de conducción (de mayor energía) a la banda de valencia (de menor energía). Indudablemente, la frecuencia de la radiación emitida y, por ende, su color, dependerá de la altura de la banda prohibida (diferencias de energía entre las bandas de conducción y valencia), es decir, de los materiales empleados.

Los diodos convencionales, de silicio o germanio, emiten radiación infrarroja muy alejada del espectro visible. Sin embargo, con materiales especiales pueden conseguirse longitudes de onda visibles Tabla 1.1

| Compuesto                              | Color                    | Long. de onda |
|--|--------------------------|---------------|
| Arseniuro de galio (GaAs)              | Infrarrojo               | 940nm         |
| Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs) | Rojo e infrarrojo        | 890nm         |
| Arseniuro fosfuro de galio (GaAsP)     | Rojo, naranja y amarillo | 630nm         |
| Fosfuro de galio (GaP)                 | Verde                    | 555nm         |
| Nitruro de galio (GaN)                 | Verde                    | 525nm         |
| Seleniuro de zinc (ZnSe)               | Azul                     |               |
| Nitruro de galio e indio (InGaN)       | Azul                     | 450nm         |
| Carburo de silicio (SiC)               | Azul                     | 480nm         |
| Diamante (C)                           | Ultravioleta             |               |
| Silicio (Si)                           | En desarrollo            |               |

Tabla 1.1 Compuestos empleados en la construcción de LED.

Para obtener una buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el LED; el voltaje de operación va desde 1,5 hasta 2,2 voltios aproximadamente, y la gama de intensidades es de 10 para LEDs de baja luminosidad y 20mA para LEDs de alta luminosidad; un valor superior puede inhabilitar el LED o reducir de manera considerable su tiempo de vida.

Otros LEDs de una mayor capacidad de corriente conocidos como LEDs de potencia (1w, 3w, 5w, etc.), pueden ser usados a 150mA, 350mA, 750mA o incluso a 1,000 mA dependiendo de las características opto-eléctricas dadas por el fabricante.

#### *1.1.4.2.2 Sirenas interiores exteriores*

Produce una señal audible cuyo alcance depende directamente de su potencia en el mercado se encuentran entre 100 w y 40 w. El tipo de sonido que emite depende del oscilador. Existen sirenas para interiores Figura 1.3 y exteriores; en caso de ser para exterior debe encontrarse en una caja de protección con interruptor de seguridad que la protegerá de condiciones ambientales duras y de manipulación indebida.

Las sirenas exteriores, de alto impacto acústico y provistas con dispositivos anti desarme, resultan imprescindibles para una adecuada protección.

La sirena para interiores es el complemento ideal en lo que respecta a la sonorización del sistema.



Figura 1.3 Sirena para interiores

#### *1.1.4.2.3 Parlantes*

Cumplen una función similar a las sirenas, la diferencia es que da tonos hablados en uno o varios idiomas, con un determinado mensaje.

#### **1.1.4.3 Mando central.**

Es el núcleo de todo el sistema de seguridad, es el responsable de su óptimo desempeño, por tanto determina la flexibilidad, facilidad, eficiencia y fiabilidad del sistema.

Entre sus características principales es: procesar toda la información, dar respuestas inmediatas si se presenta alguna anomalía, permitir el acceso y modificaciones al sistema a personas autorizadas.

#### **1.1.4.4 Fuente de alimentación**

Son el soporte esencial para el funcionamiento de todo el sistema.

Principalmente este sistema debe funcionar con la alimentación de la red pública además poseer una fuente de reserva en caso de fallo en la red pública, en esta situación la reserva entra a trabajar de manera automática y no debe provocar cambios en las condiciones de los elementos del sistema o la generación de falsas alarmas y por un periodo de tiempo mínimo de 6 horas.

Las fuentes de energía alternativa pueden ser: baterías, celdas solares, plantas eléctricas, etc.

Generalmente la fuente de alimentación de los sistemas de seguridad es de corriente continua pero como la alimentación de la red comercial es alterna debe ser rectificadora para poder ser utilizada.

Los elementos representativos de una fuente de alimentación lo constituyen:

La red pública, el rectificador, una batería de respaldo y un cargador de batería.

## **1.2 SENSORES**

Un sensor es 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, es decir es un transductor que transforma un tipo de variable física (por ejemplo, fuerza, presión, temperatura, velocidad, etc.) en otro.

### **1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES**

Los sensores constituyen el elemento básico de detección, por tal motivo debe tomarse en cuenta las siguientes características:

Probabilidad de detección.

Proporción de falsas alarmas.

Vulnerabilidad.

Exactitud.

Precisión.

Rango de funcionamiento.

Velocidad de respuesta.

Calibración.

Fiabilidad.

#### **1.2.1.1 Probabilidad de detección**

Señala la eficiencia para la detección en su área de cobertura. Esta probabilidad debe tomar en cuenta los aspectos ambientales del lugar en donde se vaya a instalar.

#### **1.2.1.2 Proporción de falsas alarmas.**

Indica el porcentaje de generación de falsas alarmas, debido a causa desconocidas así también como debido a causas involuntarias.

La proporción de falsas alarmas incide directamente en la confiabilidad del sistema que proporciona la seguridad.

#### **1.2.1.3 Vulnerabilidad.**

Constituye el grado protección de daños que tiene el sensor, ocasionado de manera involuntaria, para realizar su trabajo de manera óptima.

Los sensores son protegidos utilizando circuitos con capacidad de auto comprobación, sensores puntuales para protecciones de las partes vulnerables del sistema o varios sensores de protección mutua. Así como blindaje especial en los cables de alimentación.

#### **1.2.1.4 Exactitud**

La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tendera a ser cero.

#### **1.2.1.5 Precisión**

La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

#### **1.2.1.6 Rango de funcionamiento**

El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

#### **1.2.1.7 Velocidad de respuesta**

El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea pese a que con la tecnología actual se tiene grandes mejoras en el tiempo de respuestas de dichos sensores.

#### **1.2.1.8 Calibración**

El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar una re calibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su re calibración.

#### **1.2.1.9 Fiabilidad**

El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento y debe tener una garantía durante un largo tiempo para no exponernos a fallas.

### **1.2.2 TIPOS DE SENSORES:**

Existe una gran diversidad de sensores pero para efectos de estudio solo mencionaremos 2 tipos que son los sensores de humo y los sensores de movimiento.

### 1.2.2.1 Sensores de humo

Un detector de humo es un sistema sensible a la presencia de las partículas de combustión ("humo") dispersas en el aire.

El detector de humo por ionización Figura 1.4 detecta variaciones en la corriente de iones debida a la presencia del humo. Los incendios producen iones, pero es difícil que las partículas permanezcan ionizadas hasta donde se encuentra un detector. Por lo tanto, el aire se ioniza dentro del detector en lo que se denomina "cámara de ionización".

Cuando el humo entra en la cámara, la interacción entre los iones y las partículas del humo disminuyen notablemente la corriente eléctrica. A pesar que en términos relativos los cambios en la corriente sean importantes, los valores absolutos son bajísimos, del orden de  $10^{-10}$  A. Por lo tanto se requieren dispositivos amplificadores de corriente con una extremadamente alta resistencia de entrada.



Figura 1.4 Sensor de humo por ionización

### 1.2.2.2 Sensores de movimientos:

Los sensores de movimiento son de una amplia variedad y entre ellos se pueden encontrar, sensores de proximidad que usan diferentes técnicas de detección, los de luz infrarroja, los fotoeléctricos, los de campo magnético, los de ultrasonido e incluso los de cargas electroestáticas, los cuales detectan la presencia de personas en base a las cargas de electricidad estática de las misma a través de una antena de

pequeñas dimensiones éste es un método, muy confiable y económico pero fueron desplazados por los detectores por infrarrojo que tienen un excelente rendimiento.

A continuación revisaremos algunos de estos tipos:

#### *1.2.2.2.1 Sensor de movimiento tipo fotoeléctrico.*

La construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser etc.) y una célula receptora de dicha señal, como pueden ser fotodiodos, fototransistores o LDR etc.

Este tipo de sensores, se encuentra basado en la emisión de luz, y en la detección de esta emisión realizada por los fotodetectores.

Según la forma en que se produzca esta emisión y detección de luz, podemos dividir este tipo de captadores en: captadores por barrera, o captadores por reflexión.

-Captadores por barrera. Estos detectan la existencia de un objeto, porque interfiere la recepción de la señal luminosa.

-Captadores por reflexión; La señal luminosa es reflejada por el objeto, y esta luz reflejada es captada por el captador fotoeléctrico, lo que indica al sistema la presencia de un objeto.

#### *1.2.2.2.2 Sensor infrarrojo pasivo de movimiento*

Básicamente, muchos sistemas de detección crearon un problema para los dueños de una casa que tienen animales pequeños. La tecnología infrarroja pasiva eliminó tal dificultad, aumentando la sensibilidad para distinguir entre movimiento horizontal y vertical pueden de tal modo disminuye la posibilidad de que un animal domestico dispare la alarma, estos sensores ademas de detectar el movimiento su luz puede tomar señales de calor es decir observa fluctuaciones de la temperatura y tomarán el calor que un cuerpo humano emite.

#### *1.2.2.2.3 Sensor de movimiento por campo magnético*

Lo que en realidad detecta, es el cambio en un campo magnético perpendicular a la superficie del dispositivo y lo traduce a voltaje; usa el efecto Hall para este propósito.



El efecto Hall se basa en la tensión transversal de un conductor que esté sometido a un campo magnético. Colocando un voltímetro entre dos puntos de un cable se puede medir esta tensión.

#### *1.2.2.2.4 Sensor de movimiento por ultrasonido*

Se basan en el rebote de las ondas sonoras en un objeto, tal como lo hace un murciélago o un sonar cuando generan un ultrasonido que es enviado al ambiente y que está fuera del alcance del oído humano; en el caso del sensor, las ondas sonoras que rebotan son captadas por un micrófono, luego amplificadas y finalmente se genera la señal de alarma.

#### **1.2.2.3 Sensores de apertura de puertas y ventanas.**

Para determinar si una puerta o ventana se abre, se pueden usar sensores como los de luz infrarroja o interruptores magnéticos.

Estos sensores generalmente están formados por dos partes, una tiene el interruptor al cual se conectan los cables y la otra parte tiene un imán que acciona al interruptor. Se han diseñado estos interruptores de acuerdo al lugar en el cual serán colocados, los hay grandes como los que se encuentran en puertas de aluminio, instalados en el piso, cubiertos de metal para hacerlos resistentes a golpes y pisadas; o los hay también pequeños que por lo general se instalan en la parte superior de las puertas.

#### **1.2.2.4 Sensor de ruptura de vidrios**

Para detectar la ruptura de un vidrio se puede usar sensores como los de vibración los cuales detectan la vibración de vidrio al ser roto, para esto, el sensor puede utilizar láminas metálicas, unas más blandas que otras, o incluso existen sensores que captan el sonido de un vidrio al romperse y lo filtran del sonido ambiental.

## 1.3 OTROS ELEMENTOS

### 1.3.1 SWITCHS Y PULSADORES

Estos podrían considerarse como un elemento eléctrico y no electrónico hay tipos los cuales son muy aplicados en la electrónica. Los switches o interruptores Figura 1.5 permiten o interrumpen el paso de la corriente por un circuito. También se utilizan para dirigir una señal a diferentes puntos.

Los principales tipos son: deslizante, de palanca, pulsador, rotatorio, electromagnético o relee, de mercurio y de estado sólido Figura 1.6.



Figura 1.5 Dip Switchs

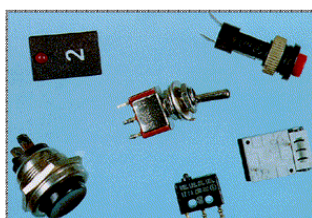


Figura 1.6 tipos de interruptores

El pulsador es un componente que conecta dos puntos de un circuito cuando es presionado Figura 1.7. Como su nombre lo indica permiten dar pulsos podemos encontrar dos tipos de pulsadores, los normalmente abiertos y los normalmente cerrados



Figura 1.7 Pulsadores y micropulsadores

### 1.3.2 RESISTENCIAS

Resistencia es la oposición al flujo o paso de la corriente por un conductor. La resistencia de un circuito eléctrico determina según la llamada ley de Ohm cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. La unidad de resistencia es el ohmio.



Figura 1.8 Grupo de resistores

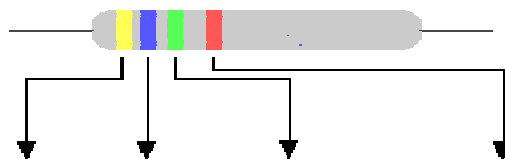
#### 1.3.2.1 Código de colores

Sobre estas resistencias se pintan unas bandas de colores. Cada color representa un número que se utiliza para obtener el valor final de la resistencia.

En la figura 1.9 podemos observar la tabla del código de colores de las resistencias. Tenemos que usarla para saber la equivalencia entre los colores y los números del 0 al 10.

Las dos primeras bandas de izquierda a derecha corresponden a los dos primeros dígitos del valor de la resistencia. La tercera banda es la potencia de 10 por la cual debe multiplicarse los dos dígitos mencionados.

La cuarta banda representa la tolerancia en el valor de la resistencia y si hay quinta banda, ésta nos indica su confiabilidad.



| Colores   | 1ª Cifra | 2ª Cifra | Multiplicador    | Tolerancia  |
|-----------|----------|----------|------------------|-------------|
| Negro     |          | 0        | 0                |             |
| Marrón    | 1        | 1        | $\times 10$      | $\pm 1\%$   |
| Rojo      | 2        | 2        | $\times 10^2$    | $\pm 2\%$   |
| Naranja   | 3        | 3        | $\times 10^3$    |             |
| Amarillo  | 4        | 4        | $\times 10^4$    |             |
| Verde     | 5        | 5        | $\times 10^5$    | $\pm 0.5\%$ |
| Azul      | 6        | 6        | $\times 10^6$    |             |
| Violeta   | 7        | 7        | $\times 10^7$    |             |
| Gris      | 8        | 8        | $\times 10^8$    |             |
| Blanco    | 9        | 9        | $\times 10^9$    |             |
| Oro       |          |          | $\times 10^{-1}$ | $\pm 5\%$   |
| Plata     |          |          | $\times 10^{-2}$ | $\pm 10\%$  |
| Sin color |          |          |                  | $\pm 20\%$  |

Figura 1.9 El código de colores para las resistencias

### 1.3.3 CONDENSADOR

Un condensador es un componente pasivo que presenta la cualidad de almacenar energía eléctrica. Está formado por dos laminas de material conductor (metal) que se encuentran separados por un material dieléctrico (material aislante). En un condensador simple, cualquiera sea su aspecto exterior, dispondrá de dos terminales, los cuales a su vez están conectados a las dos laminas conductoras.

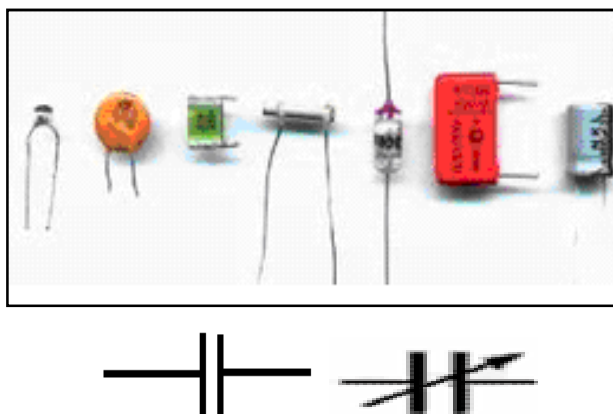


Fig. 1.10 Condensador no polarizado Condensador variable y símbolos

### 1.3.4 CRISTALES DE CUARZO

El cristal de cuarzo es utilizado como componente de control de la frecuencia de circuitos osciladores convirtiendo las vibraciones mecánicas en voltajes eléctricos a una frecuencia específica Figura 1.11. Esto ocurre debido al efecto "piezoeléctrico". La piezo-electricidad es electricidad creada por una presión mecánica. En un material piezoeléctrico, al aplicar una presión mecánica sobre un eje, dará como consecuencia la creación de una carga eléctrica a lo largo de un eje ubicado en un ángulo recto respecto al de la aplicación de la presión mecánica. Por las propiedades mecánicas, eléctricas, y químicas, el *cuarzo* es el material más apropiado para fabricar dispositivos con frecuencia bien controlada.

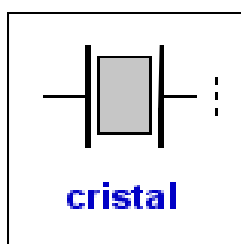


Figura 1.11 Símbolo del Cristal de cuarzo

#### 1.3.4.1 Frecuencia

Esto es de importancia cuando se especifica un cristal. Cuando se incrementa la frecuencia solicitada, el espesor del cuerpo del cristal disminuye y por supuesto

existe un límite en el proceso de fabricación. Alrededor de 30MHz, el espesor de la placa del cristal comienza a ser muy delgada.

#### **1.3.4.2 Potencia de trabajo**

Es la potencia disipada por el cristal. Está normalmente especificada en micro o mili vatios, siendo un valor típico 100 micro vatios.

#### **1.3.4.3 Envejecimiento**

El envejecimiento se refiere a los cambios acumulativos en la frecuencia del cristal con el transcurrir del tiempo. Los factores que intervienen son: exceso en la potencia disipada, efectos térmicos, fatiga en los alambres de armado y pérdidas en la elasticidad del cristal.

El diseño de circuitos considerando bajas temperaturas ambientales y mínimas potencias en el cristal reducirán el envejecimiento.

### **1.3.5 TRANSFORMADOR**

Es una máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro.

Las bobinas se denominan primaria y secundaria según correspondan a la tensión alta o baja, respectivamente.

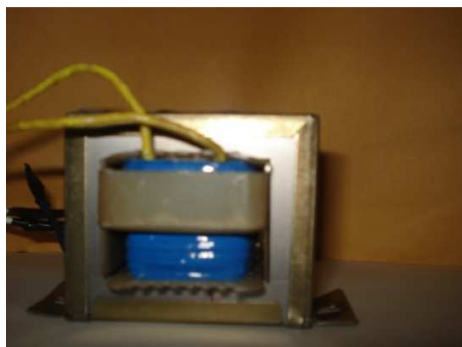


Figura 1.12 Transformador de 12V

### 1.3.6 TRANSISTOR

Es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. Podemos observar 4 presentaciones diferentes de transistores Figura 1.13

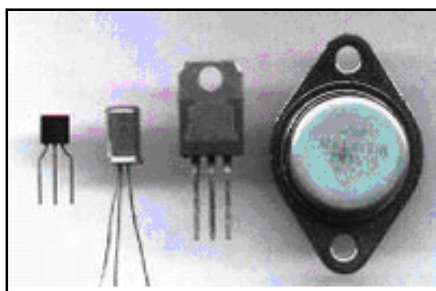


Figura 1.13 Transistores y sus presentaciones

En su estructura interna, Figura 1.14 está construido por tres capas de material semiconductor del tipo p y del tipo n que van colocados en forma alternada, es por eso que hay dos tipos de transistores bipolares que son transistor bipolar npn y pnp.

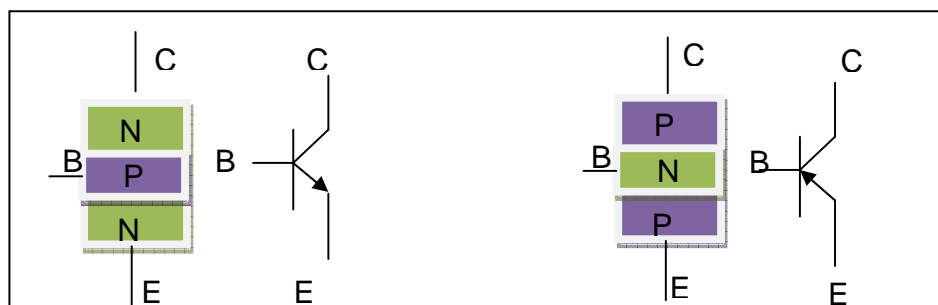


Figura 1.14 Estructura interna del Transistor

#### 1.3.6.1 Partes del transistor

Tiene además tres terminales Figura 1.14 denominados colector base y emisor.

##### 1.3.4.1.1 El emisor

Es un terminal conectado a semiconductor que tiene una gran cantidad de impurezas es decir que tiene gran cantidad de portadores mayoritarios. Es el encargado de emitir o de entregar las cargas para el funcionamiento del transistor.

#### *1.3.6.1.2 El colector*

Es un terminal conectado a un semiconductor que tiene mediana cantidad de impurezas o mediana cantidad de portadores mayoritarios es el encargado de coleccionar o recoger las cargas emitidas por emisor.

#### *1.3.6.1.3 La base*

Es un terminal conectado a un semiconductor que tiene una bajísima concentración de impurezas es decir que tienen muy pocas cargas.

### **1.3.6.2 Polarización**

Para que un transistor funcione es necesario que esté bien polarizado y para eso debe cumplir dos condiciones.

La primera que la juntura base emisor esté polarizada directamente.

La segunda que la juntura base colector esté polarizado inversamente

### **1.3.6.3 Funcionamiento**

La polarización directa de la unión base emisor permite un intercambio entre los portadores de la base y el emisor, pero este intercambio es totalmente desigual porque el emisor entrega muchísimas cargas, mientras que la base entrega pequeñísimas cargas, las mismas que producen una pequeñísima corriente denominada corriente de base, pero la gran cantidad de cargas que pasan del emisor a la base, no producen ninguna corriente, es por eso que son atraídas por la polarización del colector y pasan del emisor al colector produciendo una corriente denominada corriente de colector.

A diferencia de las válvulas, el transistor es un dispositivo controlado por corriente y del que se obtiene corriente amplificada. En el diseño de circuitos a los transistores se les considera un elemento activo, a diferencia de los resistores, capacitores e inductores que son elementos pasivos.

### **1.3.7 RELÉ**

Es un aparato electromecánico que tiene en su interior una bobina la misma que al ser alimentada con una fuente de corriente continua se transforma en un electroimán,



que atrae una estructura metálica la misma que al producir un movimiento cierra contactos y abre contactos.

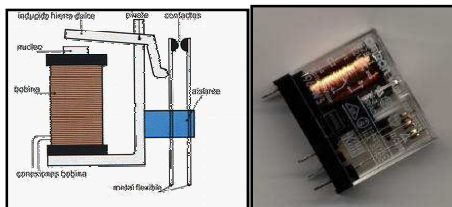


Figura 1.15 Constitución del Relé

Consta de dos circuitos diferentes: un circuito electromagnético (electroimán) y un circuito de contactos. En la Figura 1.15 se puede ver su constitución (relé de armadura).

Su funcionamiento se basa en el fenómeno electromagnético. Cuando la corriente atraviesa la bobina, produce un campo magnético que magnetiza un núcleo de hierro dulce (ferrita). Este atrae al inducido que fuerza a los contactos a tocarse. Cuando la corriente se desconecta vuelven a separarse.

### 1.3.7.1 Características técnicas

#### 1.3.7.1.1 Parte electromagnética

*Corriente de excitación.*- Intensidad, que circula por la bobina, necesaria para activar el relé.

*Tensión nominal.*- Tensión de trabajo para la cual el relé se activa.

*Tensión de trabajo.*- Margen entre la tensión mínima y máxima, garantizando el funcionamiento correcto del dispositivo.

*Consumo nominal de la bobina.*- Potencia que consume la bobina cuando el relé está excitado con la tensión nominal a 20°C.

#### 1.3.7.1.2 Contactos o parte mecánica

*Tensión de conexión.*- Tensión entre contactos antes de cerrar o después de abrir.

*Intensidad de conexión.*- Intensidad máxima que un relé puede conectar o desconectarlo.

*Intensidad máxima de trabajo.*- Intensidad máxima que puede circular por los contactos cuando se han cerrado.

Los materiales con los que se fabrican los contactos son: plata y aleaciones de plata que pueden ser con cobre, níquel u óxido de cadmio. El uso del material que se elija en su fabricación dependerá de su aplicación y vida útil necesaria de los mismos.

### 1.3.8 TECLADO

#### 1.3.8.1 Definición:

Es un periférico de entrada, el cual permite ingresar datos como letras, números, signos, etc. Figura 1.16 tiene varias clasificaciones, pero el que utilizamos es el matricial.



Figura 1.16 Teclado matricial 4x3

#### 1.3.8.2 Teclado matricial de 4x4 teclas

Los teclados matriciales son muy utilizados en sistemas empotrados, ya que ofrecen el control de varias teclas con pocas señales; en concreto, con  $n$  señales se pueden controlar hasta  $2n$  teclas. Para un teclado matricial de 4x4 teclas (16) el circuito se muestra en la Figura 1.17:

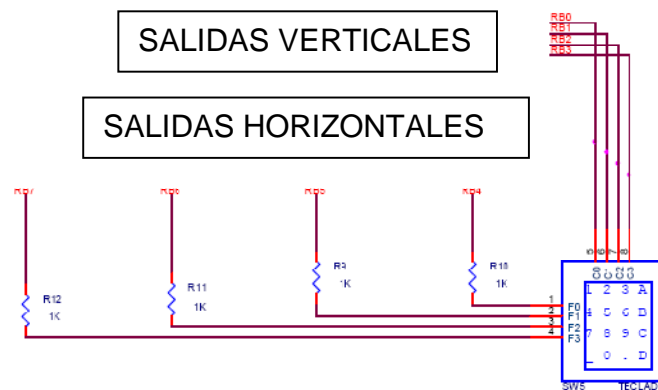


Figura. 1.17 Teclado Matricial de 4x4

Un teclado matricial se compone de filas y columnas que al pulsar una tecla se pone en contacto una fila con una columna. En la figura 1.17 es posible ver que las columnas del teclado matricial están conectadas a los 4 bits bajos de un en este caso el puerto B, mientras que las filas están conectadas a los 4 bits altos.

### 1.3.9 EL DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)

#### 1.3.9.1 Definición

El módulo LCD o pantalla de cristal líquido, tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfa numérico. Estos dispositivos vienen ya con toda la lógica de control pre-programada y con un consumo de corriente mínimo.

Los LCD tienen gran cantidad de aplicaciones como en: informática, comunicaciones, telefonía, instrumentación, robótica, automóviles, equipos industriales, etc.

En la figura 1.18 se puede observar como se encuentra en el mercado un display de cristal líquido.

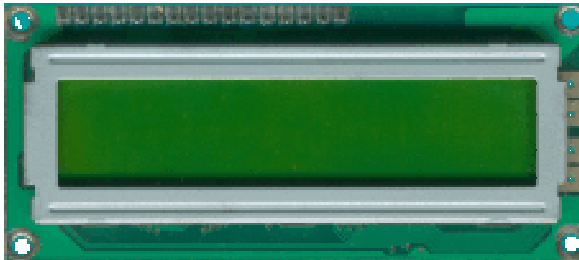


Figura 1.18 Display de Cristal Liquido

#### 1.3.9.2 Tipos de LCD

Existe una gran variedad de módulos clasificados en dos grupos.

- El primer grupo de caracteres, en los cuales solamente se podrán presentar caracteres y símbolos especiales en las líneas definidas en el modulo LCD.
- El segundo grupo está referido a los módulos LCD matriciales, en los cuales se podrán presentar caracteres, símbolos especiales y gráficos.

Los módulos LCD varían su tamaño físico dependiendo de la marca; por lo tanto en la actualidad no existe un tamaño estándar para los módulos LCD.

Otro patrón importante es el tamaño de los caracteres donde las dimensiones de la matriz que forma los caracteres tienen longitudes diferentes. Esta matriz define algunos aspectos importantes del carácter o el símbolo que están mostrando.

Los primeros LCD tenían los caracteres de color negro y el fondo de la pantalla era de color verdoso claro. Posteriormente se crearon otros colores en donde los caracteres eran de color plata y así sucesivamente fueron variando los colores en el fondo y en los caracteres incluyendo una luz posterior denominada Back Light diseñada para mejorar la visualización de la pantalla lugares muy oscuros.

El funcionamiento de los LCD es mayoritariamente estándar, se controlan de formas muy parecidas, incluso cuando no coincide el número de caracteres.

En la Figura 1.19 se puede ver los elementos básicos de un LCD estándar. Por un lado se tiene el bus de datos D0.....D7 que en este caso está conectado a un puerto B de cualquier PIC. Este bus de datos puede ser de:

**Entrada** al LCD (para escribir caracteres y enviar instrucciones) o

**Salida** del LCD (para poder leer el estado por ejemplo).

El LCD tiene tres pines de de control:

**E** es la de habilitación, sirve para habilitar y deshabilitar el LCD.

**R/W** sirve para indicar operación de lectura o escritura.

**RS** es la de sincronismo de datos e instrucciones.

Además el LCD tiene pines para señales de alimentación que son:

**VEE** que sirve para controlar el contraste de la pantalla.

**VCC y GND** que son las de polarización.

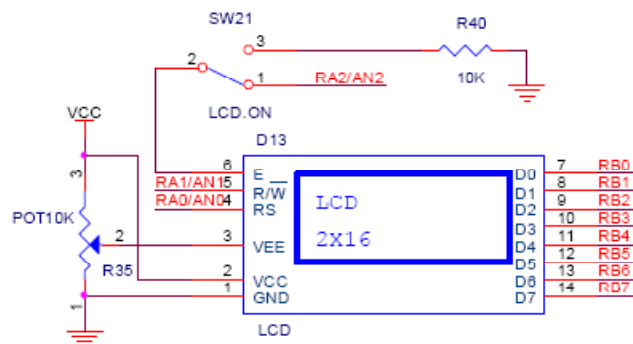


Figura 1.19 Diagrama de conexiones del LCD

| # pin | Símbolo | Descripción  |
|-------|---------|--|
| 1     | Vss     | Patilla de tierra de alimentación  |
| 2     | Vdd     | Patilla de alimentación de +5V   |
| 3     | Vo      | Patilla de contraste. Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido. |
| 4     | Rs      | Selección del registro de control/registro de datos:<br><b>RS =0</b> Selección del registro de control<br><b>RS=1</b> Selección del registro de datos                                |
| 5     | Rw      | Señal de lectura/escritura<br><b>R/W=0</b> El Módulo LCD es escrito<br><b>R/W=1</b> El Módulo LCD es leído   |
| 6     | E       | Señal de activación del módulo LCD:<br><b>E=0</b> Módulo desconectado, no funcionan el resto de señales<br><b>E=1</b> Modulo conectado   |
| 7-14  | D0-D7   | Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona                        |

Tabla 1.2 Descripción de señales empleadas por el módulo LCD y número de pines a la que corresponden.

En la tabla 1.2 se detallan en forma breve las señales que utilizan los LCDs y los pines con sus respectivos nombres y función que realizan.

### 1.3.10 REGULADOR DE VOLTAJE EN CIRCUITO INTEGRADO (DC)

Un circuito integrado como su nombre lo indica es un circuito ya establecido de un tamaño muy pequeño, la tecnología ha logrado disminuir el tamaño de los elementos electrónicos a microscópicos de tal manera que en espacios muy reducidos se diseñan circuitos muy grandes.

Un circuito regulador de voltaje es aquel que entrega un voltaje fijo estable a pesar de que existan variaciones en el voltaje de entrada o en la carga.

El regulador de voltaje en CI tiene 3 terminales un terminal de entrada, un terminal de salida y un terminal común tanto para la entrada como para la salida

Los reguladores de voltaje trabajan solo en corriente, existen 3 tipos:

- Voltajes Positivos

Tomaremos como ejemplo la serie de los reguladores 78XX, la característica principal de estos reguladores es que la tensión es positiva entre los terminales Vout y GND y es de XX voltios y nos entrega una corriente máxima de 1A. Por ejemplo: 7805 es de 5V, el 7812 es de 12V... y todos con una corriente máxima de 1 Amperio. Se suelen usar como reguladores fijos. Existen reguladores de esta serie para las siguientes tensiones: 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 y 24 voltios.

- Voltajes negativos

Tomaremos como ejemplo el 79XX, la característica principal de estos reguladores es que la tensión es negativa entre los terminales Vout y GND y es de XX voltios y nos entrega una corriente máxima de 1A. Por ejemplo: 7905 es de -5V

- Voltajes variables

Los reguladores de voltaje variable necesitan exteriormente una resistencia y un potenciómetro con el cual se puede variar el voltaje de salida, una vez que se determina el voltaje deseado este es fijo y estable.

## 1.4 MICROCONTROLADOR

### 1.4.1 CONCEPTO

Un microcontrolador es un circuito integrado que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna Figura 1.20.

En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; Las líneas de entrada y salida se conectan a sensores y actuadores para automatizar el control de algún dispositivo. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.



Figura 1.120 Microcontrolador incorporado a una placa

Para que no exista confusión alguna entre microcontrolador y microprocesador partimos de lo siguiente:

Microprocesador es un sistema abierto con el que puede construirse un computador con las características que se desee, acoplándole los módulos necesarios Figura 1.21.

Un microcontrolador es un sistema cerrado que contiene un computador completo y de prestaciones limitadas que no se pueden modificar

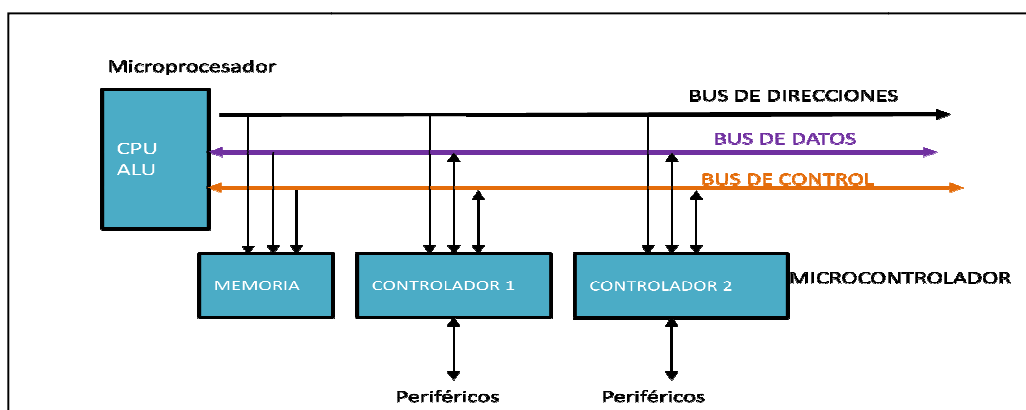


Figura 1.21 Estructura de un sistema abierto basado en un microprocesador.

#### Arquitectura Von Neumann

Es la arquitectura tradicional usada por los primeros microcontroladores Figura 1.22. La CPU se comunica por un solo bus con la memoria de datos y de instrucciones. Los microcontroladores de Intel 8751 usan esta arquitectura

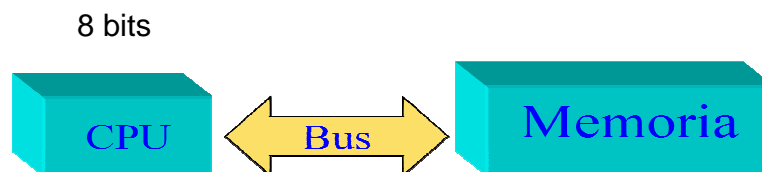


Figura 1.22 Arquitectura Von Neuman

#### Arquitectura Harvard

Esta arquitectura (Figura 1.23) es la de los PICs. La CPU emplea dos buses diferentes para comunicarse con la memoria de datos y con la memoria de instrucciones. Otros microcontroladores como los AVR de Atmel también tienen esta arquitectura

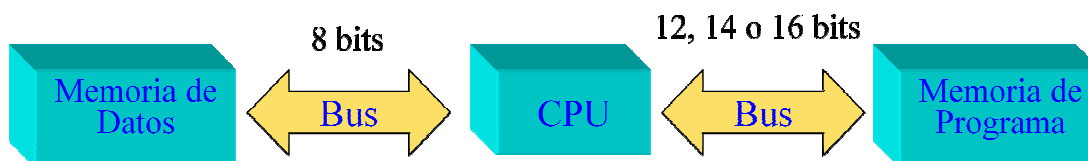


Figura 1.23 Arquitectura Harvard

## 1.4.2 PARTES DEL MICROCONTROLADOR

Las partes principales de un microcontrolador son:

Procesador.

Memoria no volátil para contener el programa.

Memoria de lectura y escritura para datos

Líneas de E/S para los controladores de periféricos

Recursos Auxiliares

### 1.4.2.1 El Procesador

La necesidad de conseguir elevados rendimientos en el procesamiento de las instrucciones ha desembocado en el empleo generalizado de procesadores de arquitectura Harvard frente a los tradicionales que seguían la arquitectura de von Neumann.

Para lograr una Capacitación del código óptimo y una velocidad superior a la de sus competidores los microcontroladores PIC incorporan en su procesador 3 de las características más avanzadas en los grandes computadores:

Procesador tipo RISC

Procesador Segmentado

Arquitectura Harvard

**Procesador tipo RISC.-** (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido), que se identifica por poseer un repertorio de instrucciones máquina pequeño y simple, de forma que la mayor parte de las instrucciones se ejecuta en un ciclo de instrucción.

**La segmentación.-** del procesador, descompone en etapas para poder procesar una instrucción diferente en cada una de ellas y trabajar con varias a la vez.



### **1.4.2.2 Memoria no volátil para contener el programa**

El microcontrolador está diseñado para que en su memoria de programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control. No hay posibilidad de utilizar memorias externas de ampliación. Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente.

Los tipos de memoria adecuados para soportar esta función admiten cinco versiones diferentes:

#### *1.4.2.2.1 Rom con máscara*

En este tipo de memoria el programa se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante el uso de máscaras (negativo fotográfico) que se utilizan para controlar las conexiones eléctricas en el circuito. Los altos costos de diseño e instrumental sólo aconsejan usar este tipo de memoria cuando se precisan grandes cantidades de la mismas Rom. Una desventaja importante de este tipo de Rom es que no puede reprogramarse en el caso de un cambio de diseño que requiere una modificación del programa almacenado.

#### *1.4.2.2.2 Eprom*

Rom programable y borrable. La grabación de esta memoria se realiza mediante un circuito especial que recibe el nombre de grabador, gobernado desde un computador personal. Este tipo de Rom puede borrarse y reprogramarse tantas veces como se desee ya que en la superficie de la cápsula del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y emplearla nuevamente. Es interesante la memoria EPROM en la fase de diseño y depuración de los programas, pero su coste unitario es elevado. Desafortunadamente no existe ninguna forma de borrar solo algunas celdas la luz ultra violeta borra todas al mismo tiempo.

#### *1.4.2.2.3 Eeprom*

Prom eléctricamente borrable. La grabación es similar a las memorias EPROM, pero el borrado es mucho más sencillo al poderse efectuar de la misma *forma* que el grabado, o sea, eléctricamente. Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser

programada y borrada tantas veces como se quiera, lo cual la hace ideal en la enseñanza y en la creación de nuevos proyectos. Una ventaja importante ofrecida por la EEPROM sobre las EPROM es la capacidad de borrar y reprogramar eléctricamente palabras individuales en el arreglo de la memoria. El fabuloso PIC16C84 dispone de 1 K palabras de memoria EEPROM para contener instrucciones y también tiene algunos bytes de memoria de datos de este tipo para evitar que cuando se retira la alimentación se pierda información.

Aunque se garantizan 1.000.000 de ciclos de escritura/borrado en una EEPROM, todavía su tecnología de fabricación tiene obstáculos para alcanzar capacidades importantes y el tiempo de escritura de las mismas es relativamente grande y con elevado consumo de energía.

#### *1.4.2.2.4 Flash*

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. El borrado sólo es posible con bloques completos y no se puede realizar sobre posiciones concretas.

Son muy recomendables en aplicaciones en las que sea necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto, como consecuencia del desgaste o cambios de piezas, como sucede con los vehículos.

Por sus mejores prestaciones está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones. De esta forma Microchip comercializa dos microcontroladores prácticamente iguales, que sólo se diferencian en que la memoria de programa de uno de ellos es tipo EEPROM y la del otro tipo Flash. Se trata del PIC16CX4 y el PIC16FS4, respectivamente.

#### **1.4.2.3 Memoria de lectura y escritura para datos**

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que les contiene deba ser de lectura y escritura, por lo que la memoria RAM estática (SRAM) es la más adecuada, aunque sea volátil. Hay microcontroladores que disponen como memoria de datos una de lectura y escritura no volátil, del tipo EEPROM. De esta forma, un corte en el suministro de la

alimentación no ocasiona la pérdida de la información, que está disponible al reiniciarse el programa. El PIC16C84, el PIC16FS3 y el PIC16FS4 disponen de 64 bytes de memoria EEPROM para contener datos.

La memoria EEPROM y flash pueden escribirse y borrarse eléctricamente. Sin necesidad de sacar el circuito integrado del zócalo del grabador puede ser escrita y borrado numerosas veces.

#### **1.4.2.4 Líneas de E/S para los controladores de periférico.**

A excepción de dos pines destinados a recibir la alimentación, dos para el cristal de cuarzo, que regula la frecuencia de trabajo, y uno más para provocar el Reset, los restantes pines de un microcontrolador sirven para soportar su comunicación con los periféricos externos que controla. Las líneas de E/S que se adaptan con los periféricos manejan información en paralelo y se agrupan en conjuntos de ocho, que reciben el nombre de compuertas. Hay modelos con líneas que soportan la comunicación en serie y otros disponen de conjuntos de líneas que implementan puertas de comunicación para diversos protocolos.

#### **1.4.2.5 Recursos auxiliares.**

Según las aplicaciones a las que orienta el fabricante cada modelo de microcontrolador, incorpora una diversidad de complementos que refuerzan la potencia y la flexibilidad del dispositivo. Entre los recursos más comunes se citan a los siguientes:

- Circuito de reloj
- Temporizadores
- Conversores AD y DA
- Comparadores analógicos
- Protección ante fallos de la alimentación
- Estado de reposo o de bajo consumo

##### *1.4.2.5.1 Circuito de reloj*

Encargado de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema

#### *1.4.2.5.2 Temporizadores*

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso. Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patitas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

#### *1.4.2.5.3 Perro Guardián (watchdog)*

Destinado a provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado.

#### *1.4.2.5.4 Conversores AD y DA*

Para poder recibir y enviar señales analógicas o digitales.

#### *1.4.2.5.5 Comparadores analógicos*

A algunos modelos disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las patitas de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

También hay modelos de microcontroladores con un módulo de tensión de referencia que proporciona diversas tensiones de referencia que se pueden aplicar en los comparadores.

#### *1.4.2.5.6. Sistema de protección ante fallos de la alimentación, o "Brownout"*

Se trata de un circuito que resetea al microcontrolador 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 mantiene reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor.

#### *1.4.2.5.7 Estado de Reposo*

Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento. Es necesario entonces que el sistema quede «congelado» y el consumo de energía se reduzca al mínimo.

### **1.4.3 PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES**

La utilización de los lenguajes más cercanos a la máquina (de bajo nivel) representa un considerable ahorro de código en la confección de los programas, lo que es muy importante dada la estricta limitación de la capacidad de la memoria de instrucciones. Los programas bien realizados en lenguaje ensamblador optimizan el tamaño de la memoria que ocupan y su ejecución es muy rápida.

Los lenguajes de alto nivel más empleados con microcontroladores son el C, el BASIC, de los que existen varias empresas que comercializan versiones de compiladores e intérpretes para diversas familias de microcontroladores. En el caso de los PIC es muy competitivo e interesante el compilador de CPCM de la empresa CCS y el interprete PBASIC de PARALLAX.

## **1.5 MICROCONTROLADORES DE LA SERIE PIC 16F**

### **1.5.1 DEFINICIÓN DEL PIC 16F876**

El microcontrolador PIC16F876 tiene 8K del espacio del código, 10 bit para convertidores DE ANALÓGICO A DIGITAL, 22 pines de entrada y salida (I/O) y de muchas otras características en un integrado de 28 pines.

El PIC16F876 ofrece 128 bytes de datos en su memoria EEPROM, fácil de programar, 3 contadores de tiempo, de perro guardián integrado, de 2 funciones de captura/comparación y de un puerto serial síncrono. El puerto serial síncrono se puede configurar como un interfaz periférico serial de 3 alambres o receptor-transmisor asincrónico universal (USART). Todas estas características hacen ideal para usos en aplicaciones del sector automotor, industrial, etc.

### 1.5.1.1 Nomenclatura

*Marca:* Fabricante o tipo de microcontrolador.

*Gama:* escala de microcontroladores (14 baja, 16 media, 18 alta).

*Memoria Programable:* Tipo de memoria para el área de programa (F Flash, el micro se puede reprogramar, C el micro se puede programar una sola vez).

*Modelo:* modelo del microcontrolador.

*Frecuencia:* máxima frecuencia que soporta el microcontrolador usando reloj externo (en MHz).

Dispone de 4 gamas de microcontroladores de 8 bits para adaptarse a las necesidades de la mayoría de los clientes potenciales:

#### *1.5.1.1.1 Gama pequeña: PIC 12C(F)XXX de 8 pines*

Se trata de un grupo de PIC(PIC12C(F) XXX) . Su principal característica es su reducido tamaño, al disponer un encapsulado de 8 pines. Se alimentan con un voltaje de corriente continua comprendido entre 2,5 V y 5,5 V, y consumen menos de 2mA cuando trabajan a 4MHz. El formato de instrucciones pueden ser de 12 o de 14 bits y su repertorio es de 33 o 35 instrucciones, según pertenezca a la gama baja o media respectivamente.

#### *1.5.1.1.2 Gama baja o básica: PIC 16C(F)5X con instrucciones de 12bits*

Se trata de un serie de PIC de recursos limitados pero con una de las mejores relaciones coste/prestaciones. Sus versiones están encapsuladas con 18 y 28 pines y pueden alimentarse a partir de una tensión de 2,5V, lo que les hacen ideales en las aplicaciones que funcionan con pilas. Tienen un repertorio de 33 instrucciones cuyo formato consta de 12 bits. No admiten ningún tipo de interrupción y la pila solo dispone de dos niveles.

#### *1.5.1.1.3 Gama media: PIC 16C(F)XX con instrucciones de 14bits*

Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarca modelo con encapsulado desde 18 pines hasta 68 cubriendo varias opciones que integran abundantes periféricos.

El repertorio de instrucciones es de 35 de 14 bits cada una y compatible con el de la gama baja. Sus distintos modelos contienen todos los recursos que se precisan en las aplicaciones de los microcontroladores de 8 bits. También dispone de interrupciones y una pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas.

#### *1.5.1.1.4 Gama alta: PIC 17C(F)XXX con instrucciones de 16bits*

Se alcanza las 58 instrucciones de 16 bits en el repertorio y sus modelos disponen un sistema de gestión de interrupciones vectorizadas muy potente. También incluyen varios controladores de periféricos, puertas de comunicación serie y paralelo con elementos externos y un multiplicador hardware de gran velocidad.

La característica más destacable de los componentes de esta gama es su arquitectura abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador con elementos externos. Para este fin, 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

#### *1.5.1.1.5 Gama mejorada PIC 18C(F)XXX con instrucciones de 16 bits*

En los inicios del tercer milenio de nuestra era microchip presento la gama mejorada de los microcontroladores PIC con la finalidad de soportar las aplicaciones avanzadas en las aéreas de automoción, comunicaciones, ofimática y control industrial. Sus modelos destacaron por su alta velocidad (40 MHz) y su gran rendimiento. Entre las aportaciones más representativas de esta serie de modelos que crece cada año, destacan

- Un espacio de direccionamiento para la memoria de programa que permite alcanzar los 2MB, y 4KB para la memoria de datos
- Inclusión de la tecnología flash para la memoria de código.
- Potente juego de 77 instrucciones de 16 bits cada uno. Permiten realizar una multiplicación de 8x8 en un ciclo de instrucciones, mover información entre las memorias y modificar el valor de un bit en un registro o en una línea de E/S.
- Orientación a la programación en lenguaje C con la incorporación de compiladores muy eficientes para este lenguaje.

- Nuevas herramientas para la emulación.

Ejemplo,

Modelo de microcontrolador: PIC16F876A/20

Marca: PIC es el tipo de microcontrolador, fabricado por MicroChip.

Gama: 16 indica la gama, este chip es de gama media.

Memoria Programable: F memoria Flash.

Modelo: 876A.

Frecuencia: 20 MHz

### **1.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL PIC16FXX**

- Voltaje de alimentación: 5VCC.
- CPU RISC
- Circuito Integrado de 28 pines.
- 22 Pines de configurables como Entrada o Salida.
- Frecuencia operación máxima: 20 MHz
- Memoria Flash de 8 Kbytes
- Memoria de Datos de 368 Bytes
- Memoria de Datos EEPROM: de 256 Bytes
- 2 Temporizadores internos de 8 bits.
- 1 Temporizador interno de 16 bits.
- Módulos CCP (Captura, Comparación y PWM): 2 módulos
- 1 Módulo de comunicaciones USART.
- Conversores Analógico-Digital: 5 canales
- Interrupciones: 13

### **1.5.3 COMPORTAMIENTO Y MODOS DE USO**

#### **1.5.3.1 Arquitectura del microcontrolador**

Como se observa en el esquema del diagrama de bloques de la Figura 1.24, este consta de un procesador con una ALU (unidad aritmética lógica) y un Decodificador de Instrucciones, una memoria de programas tipo FLASH de 8K palabras de 14 bits,



una memoria de datos SRAM en 368 posiciones de 8 bits. También existe una zona de 256 bytes de EEPROM para datos no volátiles. Finalmente dispone de interrupciones, un temporizador, WDT (perro guardián), los terminales de E/S (PORTA, PORTB y PORTC) configurables por software y los módulos especiales (timers, comparadores, puerto serie).

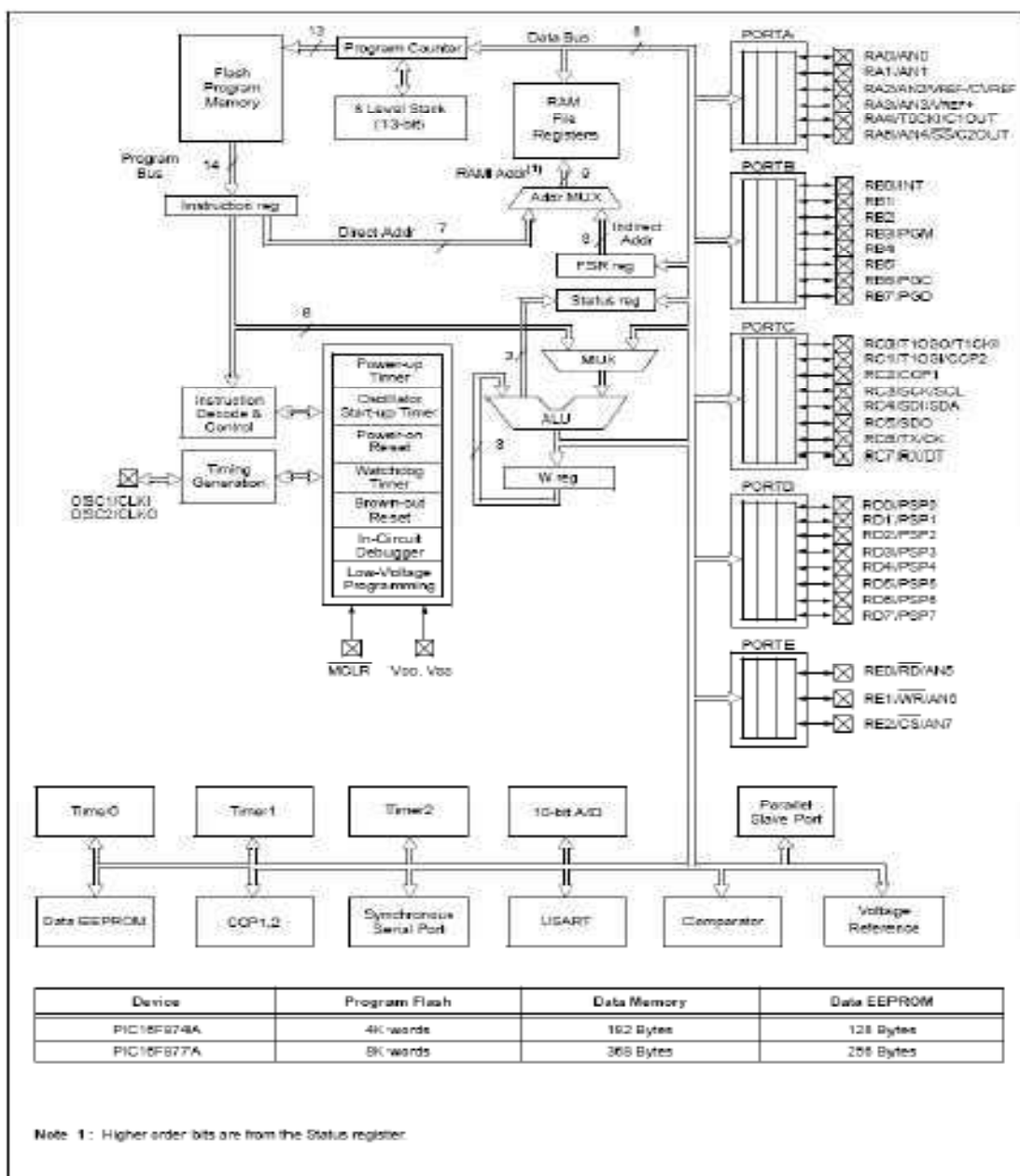


Figura. 1.24 Diagrama de bloques del PIC

### **1.5.3.2 Componentes del PIC 16f876**

#### *1.5.3.2.1 El Procesador o CPU*

El procesador responde a la arquitectura RISC, que se identifica porque el juego de instrucciones se reduce a 35, donde la mayoría se ejecutan en un ciclo de reloj, excepto las instrucciones de salto que necesitan dos ciclos. La ALU (Unidad Aritmético Lógica), ubicada dentro del procesador realiza las operaciones lógicas y aritméticas con dos operandos, uno que recibe desde el registro W (registro de trabajo) y otro que puede provenir de cualquier registro interno.

#### *1.5.3.2.2 Memoria de Programa*

La memoria de programa es del tipo flash. La memoria flash es una memoria no volátil, de bajo consumo que se puede escribir y borrar eléctricamente. Es programable en el circuito como la EEPROM pero de mayor densidad y más rápida. El PIC 16F876 posee una memoria de 8K palabras, es decir permite hasta 8192 instrucciones de 14 bits cada una.

#### *1.5.3.2.3 Memoria de Datos*

Se encuentra en dos zonas bien diferenciadas:

- a) Memoria tipo RAM (SRAM): Se divide en 4 bancos o paginas de 256 registros de 8 bits cada uno, aunque no todos los registros están implementados físicamente. Los registros se dividen en:
  - Registros especiales: Cada uno tiene una función específica que se analizará más adelante.
  - Registros de uso general: Son los registros que le permiten al usuario almacenar valores temporalmente (variables) durante la ejecución del programa.
- b) Memoria de datos tipo EEPROM: está compuesta de por 256 registros de 8 bits cada uno. Este tipo de memoria es capaz de guardar la información por más de 40 años.

### 1.5.3.3 Distribución de pines

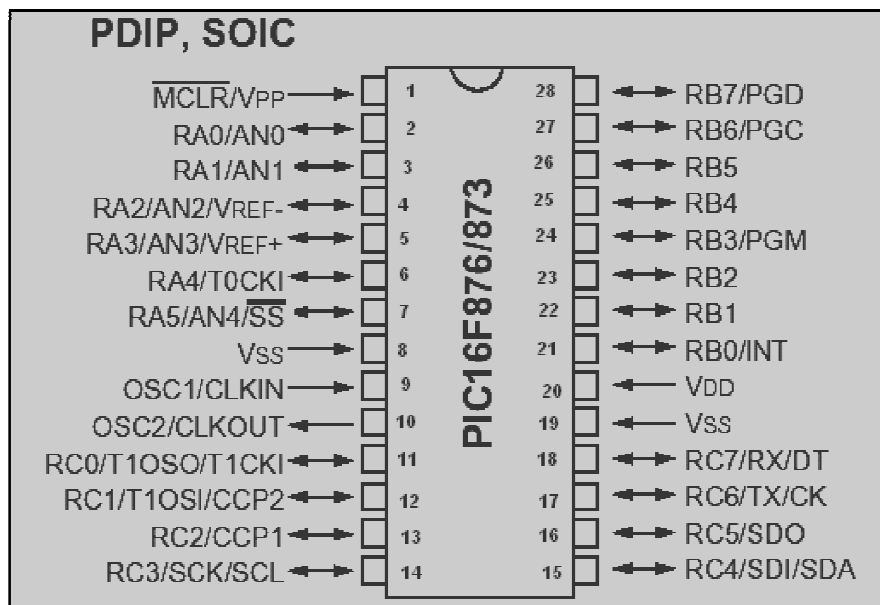


Figura 1.25 Distribución de pines del Microcontrolador PIC16F876

### 1.5.3.4 Descripción de los pines

El microcontrolador PIC 16F876 posee 22 pines de entrada/salida configurables por software

#### 1.5.3.4.1 Pórticos o puertos

PORTA: RA0-RA5:

- Los terminales RA0-RA3 y RA5 son bidireccionales y manejan señales TTL. Pueden configurarse como entradas analógicas
- El terminal RA4 como entrada es Schmitt Trigger y cómo salida es colector abierto. Este terminal puede configurarse como clock de entrada para el contador TMR0.

PORTB: RB0-RB7:

- Los terminales RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como

entrada (esto permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos necesarios).

- RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para la interrupción externa.
- RB4-RB7 se pueden utilizar para la interrupción por cambio de estado.

PORTC: RC0-RC7:

- Los terminales RC0-RC7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Se utilizan en los módulos de PWM, comparadores y transmisión serial.

#### *1.5.3.4.2 Circuito de reloj*

Para que el PIC 16F876 procese instrucciones, necesita un reloj cuyos impulsos determinen la velocidad de trabajo. El oscilador que genera esos impulsos está implementado dentro del circuito integrado, pero para regular, seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo hay que colocar externamente cierta circuitería entre los pines OSC1/CLKIN y OSC2/CLKOUT.

La frecuencia de reloj principal determina el ciclo de instrucción (tiempo que tarda una instrucción en ejecutarse). En los PICs, un ciclo de instrucción emplea cuatro periodos de oscilación del reloj principal.

Según los componentes externos que se coloquen se configuran cuatro tipos de osciladores:

- **Tipo RC:** Es un oscilador de bajo costo y poca estabilidad. Solo precisa una resistencia y un capacitor externos.
- **Tipo HS:** Es un oscilador de alta velocidad y muy estable funciona en frecuencias comprendidas entre 4 y 20MHz. Utiliza un cristal de cuarzo o un resonador cerámico.
- **Tipo XT:** También emplea el cristal de cuarzo o el resonador cerámico. Trabaja en frecuencias medias, comprendidas entre 100KHz y 4MHz.
- **Tipo LP:** Empleado en aplicaciones de bajo consumo, lo que conlleva una frecuencia pequeña. A más velocidad, más consumo. Usa cristal o resonador, y las frecuencias de trabajo oscilan entre 35 y 200KHz.

#### *1.5.3.4.3 Estado de reposo*

Cuando el microcontrolador funciona en modo reposo (sleep) la potencia necesaria es menor de 3mA.

#### *1.5.3.4.4 Perro guardián (Watchdog)*

El temporizador perro guardián (watchdog) es independiente del reloj principal (posee su propio oscilador), por lo tanto en el modo en bajo consumo puede seguir funcionando. Cuando llegue al valor máximo FFh, se produce el desbordamiento del perro guardián, se iniciara tomando el valor 00h y provocara un reset. El tiempo típico es de 18ms, pero utilizando un divisor de frecuencia (programable por software) se pueden alcanzar 2.3 segundos de tiempo real.

La utilización del perro guardián permite controlar los posibles cuelgues del programa, esto es si durante el programa hemos previsto poner a cero el perro guardián para evitar que se genere un reset, en el momento que por un fallo no previsto el programa se quede en un bucle sin fin, al no poder poner a cero el perro guardián, este generara un reset sacando al programa del bucle.

#### *1.5.3.4.5 Temporizadores:*

##### *Temporizador TMR0:*

Contador de 8 bits, similar al del PIC16F84.

##### *Temporizador TMR1:*

De los tres temporizadores disponibles en los PIC16F87X éste es el único que tiene un tamaño de 16 bits y que actúa como un Temporizador/Contador. Para manejar 16 bits es preciso concatenar dos registros de 8 bits: TMR1H:TMR1L, que son los encargados de guardar la cuenta en cada instante. Dicho valor evoluciona desde 0000H hasta FFFFH y al regresar nuevamente al valor 0000H se acciona la señalización TMRIF, y si se desea se puede provocar la petición de una interrupción. El valor existente en TMR1H:TMR1L puede ser leído o escrito y los pulsos de reloj que originan la cuenta ascendente pueden provenir del exterior o de la frecuencia de funcionamiento del microcontrolador ( $F_{osc}/4$ ).

El TMR1 puede funcionar de tres maneras:

- Como temporizador.

- Como contador síncrono.
- Como contador asíncrono.

En el modo temporizador el valor concatenado TMR2-I:TM1L se incrementa con cada ciclo de instrucción ( $F_{osc}/4$ ). En el modo contador, el incremento se puede producir con los flancos ascendentes de un reloj, cuya entrada se aplica a las líneas RCO y RCI de la puerta C, o por los impulsos aplicados en la línea RCO.

#### *Temporizador TMR0*

El TMR2 es un temporizador ascendente de 8 bits y que también puede realizar operaciones especiales para el Puerto Serie Síncrono (SSP) y para los módulos de Captura y Comparación. La señal de reloj del TMR2 es la interna  $F_{osc}/4$ , y antes de ser aplicada pasa por un pre-divisor de frecuencia con rangos 1:1, 1:4 y 1:16. La salida del TMR2 atraviesa un post-divisor de frecuencia con rangos comprendidos entre 1:1 hasta 1:16, pasando por los 16 valores posibles. Al entrar el microcontrolador en modo de reposo, se detiene el oscilador interno y TMR2 deja de funcionar.

#### *1.5.3.4.6 Conversor A/D:*

Los PIC16F876 disponen de un conversor A/D de 10 bits de resolución y 5 canales de entrada. A través de una entrada seleccionada se aplica la señal analógica a un condensador de captura y mantenimiento y luego dicho valor se introduce al conversor, que usando la técnica de aproximaciones sucesivas proporciona un resultado digital equivalente de 10 bits. La tensión de referencia puede implementarse con la tensión interna de alimentación del PIC o bien con una externa introducida por las patas RA3/AN3/VREF+ y RA2/AN2/VREF.

#### *1.5.3.4.7 Puerto de comunicación serie síncrono:*

Este módulo, llamado MSSP, integrado en los PIC16F87X proporciona un excelente medio de comunicación con otros microcontroladores o periféricos que trabajan en serie.

Tiene dos alternativas de trabajo:

- SPI (Serial Peripheral Interface).
- I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit).

La comunicación en modo SPI la utilizan principalmente las memorias RAM y EEPROM y utiliza tres líneas. En el modo I<sup>2</sup>C sólo se emplean dos líneas y se usa en la comunicación de circuitos integrados diversos. Básicamente el módulo MSSP está basado en dos registros: el SSPSR, que es un registro de desplazamiento que transforma la información serie en paralelo y viceversa, y el registro SSPBUF, que actúa como buffer de la información que se recibe o se transmite en serie. En transmisión, el byte que se desea enviar se carga en el SSPBUF y automáticamente se traspa a SSPSR, donde se va desplazando bit a bit, sacándolo al exterior al ritmo de los pulsos de reloj. En recepción, los bits van entrando al ritmo del reloj por una pata del PIC y se van desplazando en el SSPSR hasta que lo llenan, en cuyo momento se traspa la información al SSPEUF.

En el modo SPI se utilizan tres líneas del PIC, mientras que en el modo I<sup>2</sup>C sólo se emplean dos líneas para la comunicación del PIC maestro con los circuitos integrados que funcionan como esclavos en dicho microcontrolador.

#### *USART:*

El USART soporta la comunicación serie síncrona y asíncrona. Puede funcionar como un sistema de comunicación bidireccional asíncrona o full dúplex, adaptándose a multitud de periféricos que transfieren información de esta manera. También puede trabajar en modo unidireccional o halfduplex.

- SERIE ASÍNCRONA (Full dúplex, bidireccional).
- SERIE SÍNCRONA-MAESTRO (Halfduplex, unidireccional).
- SERIE SÍNCRONA-ESCLAVO (Halfduplex, unidireccional).

En el primero, las transferencias de información se realizan sobre dos líneas TX y RX, saliendo y entrando los bits por dichas líneas al ritmo de la frecuencia controlada internamente por el USART

En el modo síncrono la comunicación se realiza sobre dos líneas, la DT, que traslada los bits en ambos sentidos a la frecuencia de los pulsos de reloj que salen por la línea CK desde el maestro.

### 1.5.3.5 Organización de la memoria

Hay 2 bloques de memoria en el PIC16F876.

La memoria de programa y la memoria de datos, cada bloque tiene su propio bus (arquitectura Harvard).

La memoria de datos está dividida en:

- Memoria de uso general
- Registros especiales
- Memoria EEPROM

#### 1.5.3.5.1 Memoria de programa

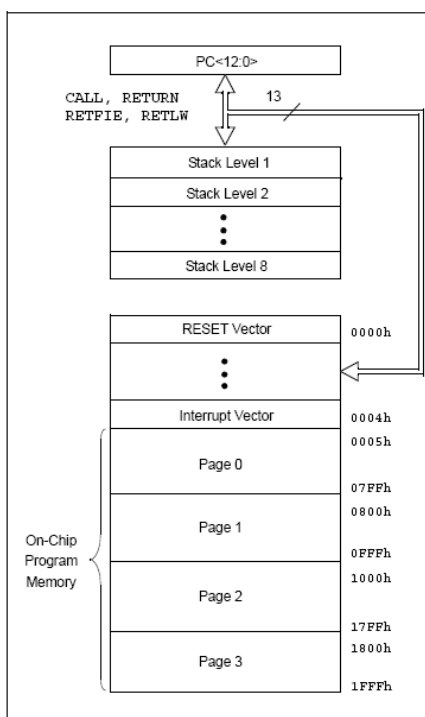


Figura 1.26 Estructura interna de la memoria de programa

- Como se muestra en la Figura 1.26 el PIC16F876 dispone de una memoria de programa de 4096 posiciones (0000H a 03FFH) de 14 bits cada una. La memoria está dividida en 4 páginas.
- El contador de programa (PC) es el registro que contiene, en todo momento, la dirección de la próxima instrucción a ejecutarse. Este registro,



de 13 bits, es capaz de direccionar hasta 8192 posiciones de memoria (más que suficiente para las 4096 del PIC16F873).

- Stack de 8 niveles. Son 8 registros de 13 bits en los que el microcontrolador va almacenando las direcciones de retorno de las diferentes subrutinas.
- La posición 0000H de la memoria es el denominado Vector de Reset. Esta es la dirección de memoria que se carga en PC cuando el microcontrolador, estando alimentado, sale del estado de reset (MCLR=5Vcc). En esta dirección se debe almacenar un GOTO al inicio del programa.
- La dirección 0004H es el denominado Vector de interrupción. Cuando el sistema de interrupciones se encuentra habilitado y se produce un evento, en PC se carga automáticamente esta dirección. En ella debe comenzar la rutina de atención a las interrupciones.

La memoria de programa propiamente dicha se divide en dos páginas (0005-07FF y 0800-0FFF).

#### 1.5.3.5.2 Memoria de datos

- La memoria de datos es del tipo RAM Figura 1.27. Está compuesta por registros de 8 bits y dividida en 2 áreas:
  - *Registros especiales:* Cada uno tiene una función específica que se analizará más adelante.
  - *Registros de uso general:* Son los registros que le permiten al usuario almacenar valores temporalmente (variables) durante la ejecución del programa.
- La memoria está dividida en 4 bancos como se observa en la figura 1.26
  - *Banco 0:* 000H-07FH
  - *Banco 1:* 080H-0FFH
  - *Banco 2:* 100H-17FH
  - *Banco 3:* 180H-1FFH

| File Address                         |     | File Address                         |     | File Address                         |      | File Address                         |      |
|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|------|--------------------------------------|------|
| Indirect addr. <sup>(*)</sup>        | 00h | Indirect addr. <sup>(*)</sup>        | 80h | Indirect addr. <sup>(*)</sup>        | 100h | Indirect addr. <sup>(*)</sup>        | 180h |
| TMR0                                 | 01h | OPTION_REG                           | 81h | TMR0                                 | 101h | OPTION_REG                           | 181h |
| PCL                                  | 02h | PCL                                  | 82h | PCL                                  | 102h | PCL                                  | 182h |
| STATUS                               | 03h | STATUS                               | 83h | STATUS                               | 103h | STATUS                               | 183h |
| FSR                                  | 04h | FSR                                  | 84h | FSR                                  | 104h | FSR                                  | 184h |
| PORTA                                | 05h | TRISA                                | 85h |                                      | 105h |                                      | 185h |
| PORTB                                | 06h | TRISB                                | 86h | PORTB                                | 106h | TRISB                                | 186h |
| PORTC                                | 07h | TRISC                                | 87h |                                      | 107h |                                      | 187h |
| PORTD <sup>(*)</sup>                 | 08h | TRISD <sup>(*)</sup>                 | 88h |                                      | 108h |                                      | 188h |
| PORTE <sup>(*)</sup>                 | 09h | TRISE <sup>(*)</sup>                 | 89h |                                      | 109h |                                      | 189h |
| PCLATH                               | 0Ah | PCLATH                               | 8Ah | PCLATH                               | 10Ah | PCLATH                               | 18Ah |
| INTCON                               | 0Bh | INTCON                               | 8Bh | INTCON                               | 10Bh | INTCON                               | 18Bh |
| PIR1                                 | 0Ch | PIE1                                 | 8Ch | EEDATA                               | 10Ch | EECON1                               | 18Ch |
| PIR2                                 | 0Dh | PIE2                                 | 8Dh | EEADR                                | 10Dh | EECON2                               | 18Dh |
| TMR1L                                | 0Eh | PCON                                 | 8Eh | EEDATH                               | 10Eh | Reserved <sup>(2)</sup>              | 18Eh |
| TMR1H                                | 0Fh |                                      | 8Fh | EEADRH                               | 10Fh | Reserved <sup>(2)</sup>              | 18Fh |
| T1CON                                | 10h |                                      | 90h |                                      | 110h |                                      | 190h |
| TMR2                                 | 11h | SSPCON2                              | 91h |                                      | 111h |                                      | 191h |
| T2CON                                | 12h | PR2                                  | 92h |                                      | 112h |                                      | 192h |
| SSPBUF                               | 13h | SSPAD                                | 93h |                                      | 113h |                                      | 193h |
| SSPCON                               | 14h | SSPSTAT                              | 94h |                                      | 114h |                                      | 194h |
| CCPR1L                               | 15h |                                      | 95h |                                      | 115h |                                      | 195h |
| CCPR1H                               | 16h |                                      | 96h |                                      | 116h |                                      | 196h |
| CCP1CON                              | 17h |                                      | 97h | General Purpose Register<br>16 Bytes | 117h | General Purpose Register<br>16 Bytes | 197h |
| RCSTA                                | 18h | TXSTA                                | 98h |                                      | 118h |                                      | 198h |
| TXREG                                | 19h | SPBRG                                | 99h |                                      | 119h |                                      | 199h |
| RCREG                                | 1Ah |                                      | 9Ah |                                      | 11Ah |                                      | 19Ah |
| CCPR2L                               | 1Bh |                                      | 9Bh |                                      | 11Bh |                                      | 19Bh |
| CCPR2H                               | 1Ch |                                      | 9Ch |                                      | 11Ch |                                      | 19Ch |
| CCP2CON                              | 1Dh |                                      | 9Dh |                                      | 11Dh |                                      | 19Dh |
| ADRESH                               | 1Eh | ADRESL                               | 9Eh |                                      | 11Eh |                                      | 19Eh |
| ADCON0                               | 1Fh | ADCON1                               | 9Fh |                                      | 11Fh |                                      | 19Fh |
|                                      | 20h |                                      | A0h |                                      | 120h |                                      | 1A0h |
| General Purpose Register<br>96 Bytes |     | General Purpose Register<br>80 Bytes |     | General Purpose Register<br>80 Bytes |      | General Purpose Register<br>80 Bytes |      |
|                                      | 7Fh | accesses<br>70h-7Fh                  | EFh | accesses<br>70h-7Fh                  | 16Fh | accesses<br>70h - 7Fh                | 1EFh |
|                                      |     |                                      | F0h |                                      | 170h |                                      | 1F0h |
|                                      |     |                                      | FFh |                                      | 17Fh |                                      | 1FFh |
| Bank 0                               |     | Bank 1                               |     | Bank 2                               |      | Bank 3                               |      |

Unimplemented data memory locations, read as '0'.  
<sup>\*</sup> Not a physical register.

**Note** 1: These registers are not implemented on the PIC16F876.  
 2: These registers are reserved, maintain these registers clear.

Figura 1.27 Memoria de datos

- Cada banco se compone de 256 registros de 8 bits cada uno. Los primeros 20 registros se reservan para los registros especiales, los restantes se utilizan para uso general.
- No todos los registros están implementados físicamente. El banco se debe seleccionar por software. Para ello se utilizan los bits RP0 y RP1 del registro STATUS.

- *Registros de uso general:* sólo están implementados físicamente los registros del banco 0 y el 1. Son 386 registros. Las direcciones en el banco 2 y 3 están mapeadas a las direcciones correspondientes del banco 0 y 1 respectivamente. Por ejemplo, la dirección 02CH (banco 0) y 12CH (banco 2) acceden al mismo registro (02CH).
- Los registros especiales están repartidos en los 4 bancos. A continuación veremos las funciones de los principales.

### Registro OPTION

Su función principal es controlar el TMR0 y el divisor de frecuencia, ocupa la posición 81H de la memoria de datos (dirección 1 del banco 1).

|      |        |      |      |     |     |     |     |
|------|--------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| RBP0 | INTEDG | TOCS | TOSE | PSA | PS2 | PS1 | PS0 |
|------|--------|------|------|-----|-----|-----|-----|

Tabla 1.3 Registro Option

*RBP0* Activa o desactiva las resistencias pull-up de la puerta B

| PS2 | PS1 | PS0 | TMR0  | WDT   |
|-----|-----|-----|-------|-------|
| 0   | 0   | 0   | 1:2   | 1:1   |
| 0   | 0   | 1   | 1:4   | 1:2   |
| 0   | 1   | 0   | 1:8   | 1:4   |
| 0   | 1   | 1   | 1:16  | 1:8   |
| 1   | 0   | 0   | 1:32  | 1:16  |
| 1   | 0   | 1   | 1:64  | 1:32  |
| 1   | 1   | 0   | 1:128 | 1:64  |
| 1   | 1   | 1   | 1:256 | 1:128 |

Tabla 1.4 Selección del divisor de frecuencia

*INTEDG* Indica cual es el flanco activo (ascendente o descendente) de la interrupción externa

*TOCS* Tipo de reloj para el TMR0, selecciona el reloj interno o externo

*PSA* Asignación del divisor de frecuencias 0 a TMR0 y 1 a WDT

*PS2 a PS0* Indican el valor con el que actúa el divisor de frecuencias según la siguiente tabla:

*Registro de control INTCON*

En este registro se almacenan los señalizadores y los bits de permiso relacionados con las interrupciones.

|            |             |             |             |             |             |             |             |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>GIE</b> | <b>EEIE</b> | <b>TOIE</b> | <b>INTE</b> | <b>RBIE</b> | <b>TOIF</b> | <b>INTF</b> | <b>RBIF</b> |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|

Tabla 1.5 Registro INTCON

*GIE* Permiso Global de interrupciones, con 1 habilita las interrupciones, con 0 inhabilita las interrupciones

*EEIE* Permiso de interrupción por fin de escritura en la EEPROM, 1 habilita, 0 inhabilita.

*TOIE* Permiso de interrupción por desbordamiento del TMR0

*INTE* Permiso de interrupción por activación de la patilla RB0/INT.

*RBIE* permiso de interrupción por cambio de estado en RB4 a RB7

*TOIF* Señalizador de desbordamiento de TMR0, se pone en 1 cuando pasa TMR0 de FF<sub>H</sub> a 00<sub>H</sub>.

*INTF* Señalizador de activación de pin RB0/INT, se pone en uno al activarse la patilla RB0/INT, indicando solicitud de interrupción externa.

*RBIF* Señalizador de cambio de estado en los pines RB4/RB7, se pone en 1 cuando cambia el estado de alguna de estas líneas.

## 1.6 TELEFONIA

### 1.6.1 GENERALIDADES

La telefonía fija o convencional, que es aquella que hace referencia a las líneas y equipos que se encargan de la comunicación entre terminales telefónicos no portables, y generalmente enlazados entre ellos o con la central por medio de conductores metálicos.

### 1.6.2 SEÑALIZACION EN TELEFONÍA FIJA

Se define un sistema de señalización telefónica como el conjunto de información a ser interpretada por los elementos que intervienen en la conexión telefónica con el fin de establecer, supervisar, mantener y liberar dicha conexión cuando sea oportuna. La señalización transporta la inteligencia necesaria para que un abonado de una red telefónica conmutada se comunique con cualquier otro de la red. La señalización se puede dividir en dos grandes grupos: señalización entre centrales y la señalización de línea de abonado o señalización de abonado (Figura 1.28).

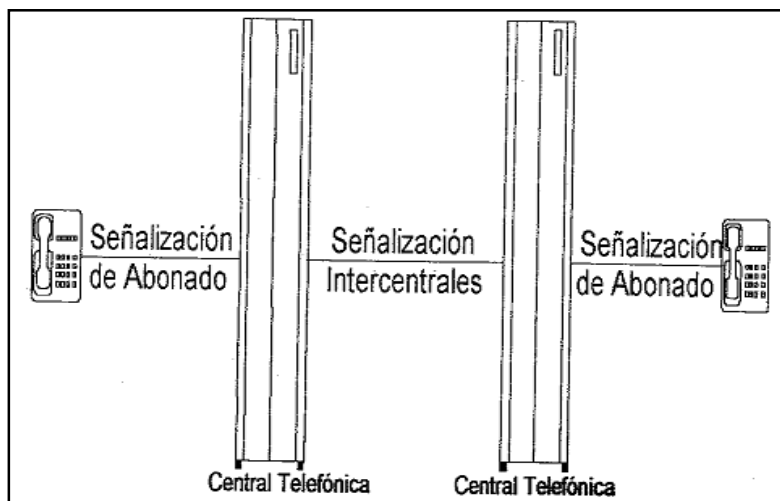


Figura 1.28 Señalización telefónica

### **1.6.2.1 Señalización entre centrales.**

Bajo la denominación general de señalización entre central se reúnen una variedad de funciones de supervisión y control que permiten la comunicación entre centrales. Las señales de las líneas principales sirven a las operaciones de control, estableciendo, manteniendo y liberando las conexiones entre centrales. El sistema de señalización supervisa el estado de las líneas principales. Otra forma de clasificar la señalización entre centrales considera si ésta viaja o no en la misma trayectoria de la señal de voz:

Señalización por Canal Común: usa un canal exclusivo para llevar la señalización de un conjunto de canales de información.

Señalización por Canal Asociado: la señalización comparte el mismo canal de información.

### **1.6.2.2 Señalización de abonado.**

La conexión del abonado a la central forma un lazo o bucle que se encuentra abierto o cerrado, dependiendo del estado del teléfono del usuario, El sistema de señalización de abonado está conformado por señales hacia adelante y hacia atrás las mismas que viajan desde el abonado a la central y viceversa, respectivamente. A través del bucle de abonado se intercambian los siguientes tres grupos de señales de abonado:

#### *1.6.2.2.1 Señales de información.*

Se utilizan para indicar al abonado el estado de la conexión solicitada. Son tonos audibles en el rango de las frecuencias vocales. Conducen información al abonado o al operador en el transcurso de una llamada. La mayoría de estas señales se generan en base a un tono de 425 Hz y una amplitud de 50 a 200mV.

Se va a describir a continuación otras características de estas señales.

#### *Tono de invitación a marcar (DIAL TONE).*

Es producido y enviado por la central telefónica, siendo un tono continuo y hacia atrás que se oye al levantar el auricular para iniciar una llamada, indicando que la central espera marcación del número del abonado destino. La señal se interrumpe cuando se inicia la marcación o se cuelga el microteléfono. Si dentro de cierto tiempo

no se ha realizado alguna de estas dos acciones, la central envía tonos de ocupado y luego tonos intermitentes de frecuencia audible, con el fin de obligar a cerrar el microteléfono.

*Tono de ocupado (BUSY)*

Señal generada hacia atrás por la central telefónica y recibida por el abonado origen cuando el abonado llamado está ocupando su línea o tiene descolgado su microteléfono. La frecuencia y amplitud son iguales a la de la señal anterior pero su cadencia es diferente.

*Tono de desocupado, llamada o timbre (RING BACK).*

Esta señal se genera desde la central telefónica hacia atrás cuya función es indicar al abonado que genera la llamada que se ha logrado conexión con el teléfono solicitado, el mismo que se encuentra timbrando en espera de ser contestado. La frecuencia y amplitud de esta señal es la misma que la de los casos anteriores, pero con diferentes cadencias de tono y pausa.

*Señal de llamada o timbre (RING)*

Es una señal alterna generada por la central telefónica hacia adelante de alrededor de entre 70 y 120 Vrms, que viaja sobre un voltaje DC; e indica al abonado destino que alguien intenta comunicarse. La cadencia de esta señal es similar a la del tono de llamada. Generalmente el número de timbradas es limitado y varía de acuerdo a la central local a la cual está conectado el abonado llamado. Una vez que se cumple el número de timbradas límite, el abonado origen recibe tono de ocupado y el abonado destino deja de recibir esta señal. Al descolgar el teléfono el abonado llamado, la central detecta la caída en la impedancia del teléfono, desactiva la señal alterna y se inicia la comunicación.

*Tono de congestión.*

Mediante un tono muy parecido al tono de ocupado, la central indica al abonado llamante que por alguna razón técnica no es posible establecer la conexión solicitada; por ejemplo, en el caso de que alguna central telefónica de tránsito o destino esté congestionada. En centrales digitales se da la posibilidad de grabación de mensajes. Este tono también es utilizado para indicar problemas de pago, bloqueo (en la central) para larga distancia, etc.

### *Mensajes grabados.*

Son mensajes hablados que se implementan en las centrales modernas para indicar condiciones de congestión, avería o problemas de asignación de numeración

#### *1.6.2.2.2 Señales de supervisión o estado.*

Este tipo de señales se utiliza para realizar, mantener y liberar una llamada. El flujo de corriente continua desde la central a través del circuito cerrado del abonado proporciona la energía para este tipo de señales. Tanto al levantar como al colgar el auricular del aparato telefónico, la central es informada de la conexión o desconexión del mencionado dispositivo.

Entre las señales de estado se incluye la de rastreo de llamadas maliciosas, la cual debe generarse mientras se realiza la conversación para que la central pueda registrar el número del abonado que llama.

#### *1.6.2.2.3 Señales de dirección o control*

Son las que se requieren para completar una conexión, a veces es conocida también como señal de marcación y son de dos tipos:

##### *Marcación por pulsos.*

Este tipo de marcación emplea una serie de pulsos que son el resultado de interrumpir y permitir la circulación de corriente continua para transmitir la señal de direccionamiento hacia la central telefónica (señalización decádica).

El dispositivo de marcación del aparato de pulsos del abonado está disponible en dos presentaciones:

El disco giratorio de tipo mecánico que podemos observar en la Figura 1.29 es la forma original. Al dejar libre al disco, un mecanismo a base de resortes devuelve el disco a su posición original, dicho mecanismo cuenta con un control que regula la velocidad del regreso. Durante el regreso del disco se generan los pulsos, los mismos son producidos por un par de contactos que se abren y cierran.



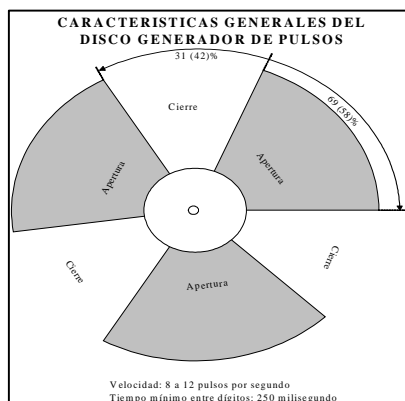


Figura 1.29 Disco generador de Pulsos

Botonera que utiliza un teclado. Esencialmente ejecuta la misma función que los discos al girar, pero una de las principales ventajas que ofrecen es que se puede marcar el número deseado con mayor rapidez que con los discos mecánicos.

#### *Marcación por tonos.*

En telefonía, el sistema de marcación por tonos, también llamado sistema multifrecuencial o DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency), utiliza 16 combinaciones distintas de frecuencias de audio, todas comprendidas dentro de la llamada banda de voz (300 Hz a 3 kHz), consiste en lo siguiente: Cuando el usuario pulsa en el teclado de su teléfono la tecla correspondiente al dígito que quiere marcar, se envían dos tonos, de distinta frecuencia como se puede observar en la tabla 1.6, que la central descodifica a través de filtros especiales, detectando instantáneamente que dígito se marcó.

La Marcación por tonos fue posible gracias al desarrollo de circuitos integrados que generan estos tonos desde el equipo terminal, consumiendo poca corriente de la red y sustituyendo el sistema mecánico de interrupción-conexión (el anticuado disco de marcar).

Este sistema supera al de marcación por pulsos por cuanto disminuye la posibilidad de errores de marcación, al no depender de un dispositivo mecánico. Por otra parte es mucho más rápido ya que no hay que esperar tanto tiempo para que la central detecte las interrupciones, según el número marcado.

No obstante, las modernas centrales telefónicas de conmutación digital, controladas por ordenador, siguen admitiendo la conexión de terminales telefónicos con ambos tipos de marcación.

El dispositivo de marcación del aparato de tonos del abonado está disponible únicamente en presentación de botonera de teclas.

| F(Hz) | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
|-------|------|------|------|------|
| 697   | 1    | 2    | 3    | A    |
| 770   | 4    | 5    | 6    | B    |
| 852   | 7    | 8    | 9    | C    |
| 941   | *    | 0    | #    | D    |

Tabla 1.6 Matriz de marcación DTMF

Una ventaja adicional de esta clase de marcación radica en la mayor fiabilidad, pues este tipo de señales que involucran la combinación de dos frecuencias no aparece con facilidad en la naturaleza.

Al presionar la tecla 2, por ejemplo, se genera un tono que combina frecuencias de 1336 Hz y 697 Hz, la amplitud de este tono depende del teléfono pero en general su valor está entre 1 a 2V pico

Estas señales pueden cambiar dependiendo del país ya que pueden tener distintas normas de operación para las centrales telefónicas.

### 1.6.3 FUNCIONAMIENTO

Un teléfono está formado por dos circuitos que funcionan juntos: el circuito de conversación, que es la parte analógica, y el circuito de marcación, que se encarga de la marcación y llamada. Tanto las señales de voz como las de marcación y llamada (señalización), así como la alimentación, comparten el mismo par de hilos, a esto a veces se le llama "señalización dentro de la banda (de voz)".

La impedancia característica de la línea es 600Ω. Lo más llamativo es que las señales procedentes del teléfono hacia la central y las que se dirigen a él desde ella viajan por esa misma línea de sólo 2 hilos. Para poder combinar en una misma línea dos señales (ondas electromagnéticas) que viajen en sentidos opuestos y para luego poder separarlas se utiliza un dispositivo llamado transformador híbrido o bobina híbrida, que no es más que un acoplador de potencia (duplexor).

## 1.6.4 TELEFONÍA MÓVIL

### 1.6.4.1 Definición.

Los sistemas de telefonía móvil celular son aquellos que permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente en lugares geográficos diferentes, estos sistemas constituyen grandes redes de comunicación que actualmente permiten cursar diferentes servicios, entre ellos:

Telefonía móvil

Envío de mensajes cortos

Datos a baja velocidad etc.

### 1.6.4.2 Funcionamiento.

Los sistemas de telefonía móvil celular se basan en un principio donde la zona de cobertura deseada se divide en zonas más pequeñas llamadas células, a las que se asigna un cierto número de radio canales, persiguiendo los siguientes objetivos:

- Gran capacidad de abonados.
- Calidad telefónica similar al servicio telefónico convencional.
- Utilización eficaz del espectro.
- Conmutación automática de radio canales.
- Capacidad de expansión.
- Gran movilidad.
- Poder constituir una red de comunicaciones completa en sí mismos.

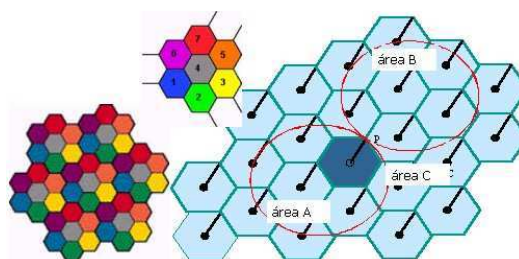


Figura 1.30 Sistema celular

Célula es cada una de las unidades básicas de cobertura en que se divide un sistema celular (Figura 1.30). Se basa en la re-utilización de frecuencias a través de

la ciudad, dividida en celdas, con lo que miles de personas pueden usar los teléfonos al mismo tiempo.

La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

El empleo de la palabra *celular* referido a la telefonía móvil, deriva del hecho de que las estaciones base, que enlazan vía radio los teléfonos móviles con los controladores de estaciones base, están dispuestas en forma de una malla, formando células o celdas (teóricamente como un panal de abejas) como observamos en la Figura 1.30. Así, cada estación base está situada en un nudo de estas células y tiene asignado un grupo de frecuencias de transmisión y recepción propio.

#### **1.6.4.2.1 red de telefonía móvil analógica.**

Como su propio nombre indica, en esta red la comunicación se realiza mediante señales vocales analógicas tanto en el tramo radioeléctrico como en el terrestre. En su primera versión funcionó en la banda radioeléctrica de los 450 MHz, trabajando posteriormente en la banda de los 900 MHz

#### *1.6.4.2.2 Red de telefonía móvil digital.*

En esta red la comunicación se realiza mediante señales digitales, lo que permite optimizar tanto el aprovechamiento de las bandas de radiofrecuencia como la calidad de transmisión. Su exponente más significativo en el ámbito público es el estándar GSM (Global System por Mobile Communications) y su tercera generación, UMTS(Universal Mobile Telecommunication System). Funciona en las bandas de 850/900 y 1800/1900 MHz Hay otro estándar digital, presente en América y Asia, denominado CDMA (Code Division Multiple Access).

## **CAPITULO II: CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO**

### **2.1 PROPÓSITO DEL EQUIPO**

Este sistema consta de un microcontrolador el cual tiene conectado en sus pines dos sensores uno de detección de incendios y el otro de detección de movimiento; al activarse cualquiera de estos dos se abren y se cierran contactos permitiéndonos generar un pulso que activará el microcontrolador para que este tome decisiones basándose en su programación que está hecha en MicroCode Studio -BASIC PRO. El microcontrolador activa la línea telefónica y envía tonos DTMF con sus respectivas frecuencias que permiten hacer dos llamadas telefónicas a cada uno de los 2 números que están programados, además tiene grabado las frecuencias de dos tonos diferentes para poder diferenciar entre robo e incendio. En caso de no poder contestar el teléfono se grabara en el buzón de mensajes de voz. Otra característica de éste sistema de alarma es que contiene un teclado y un LCD.

El teclado implementado en este sistema permite ingresar una clave para activar, desactivar y para cancelar la alarma, al ingresar correctamente la clave tenemos la opción de cambiar mediante el mismo teclado dicha clave o cambiar los números telefónicos que están programados. Se puede hacer dos intentos por cambiar la clave y al tercero de cometer un error se activara la alarma.

En el caso de que la clave sea olvidada podrá ser cambiada únicamente por el programador. En el LCD se presenta la inicialización de la alarma y se visualiza partes claves de ejecución o cambios en el sistema de alarma.

### **2.2 CONSTRUCCIÓN - ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA**

El sistema está dividido en bloques.

En esta fase inicial planteamos cómo va a estar estructurado el sistema, para lo cual se genera una secuencia lógica de etapas que van desde la etapa de detección, pasa por la etapa de control y culmina en la etapa de activación de sirena y

activación de advertencia telefónica, todo esto representado en un diagrama que facilitará el diseño del hardware, a continuación se presenta en la figura 2.1 un diagrama de bloques.

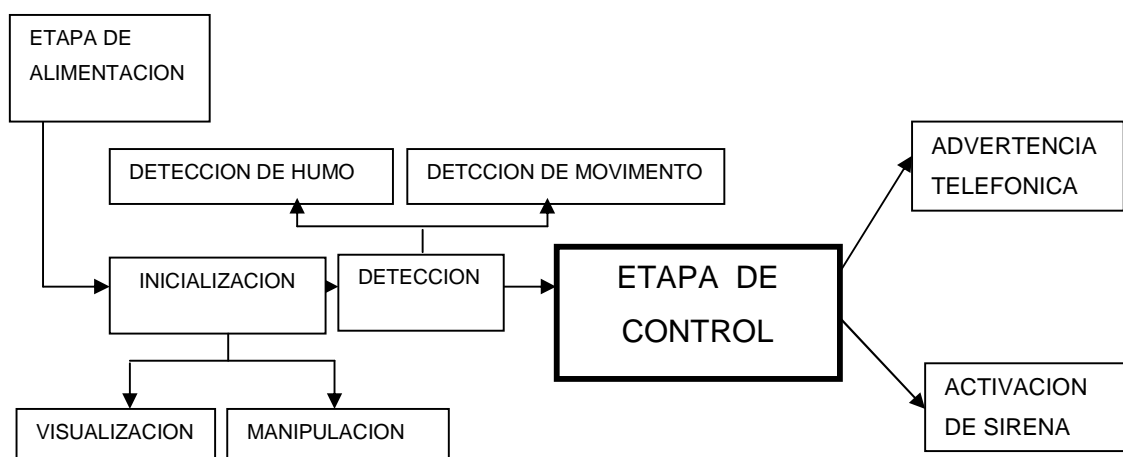


Fig. 2.1 Diagrama de bloques del sistema

### 2.2.1 ETAPA DE CONTROL

Es necesario empezar hablando de esta etapa ya que en base a esta trabaja todo el circuito y es el cerebro del proyecto.

El micro es el encargado de tomar las decisiones de activar o desactivar la alarma y de realizar llamadas desde nuestro teléfono convencional a dos números diferentes de celulares para mayor seguridad, esto quiere decir que realiza la primera llamada y luego la segunda para el caso de que la primera alerta no haya tenido éxito, este proceso lo realiza por dos ocasiones. Utilizamos el microcontrolador PIC16F876A porque consta de 28 pines de los cuales utilizamos 27 para realizar este proyecto, además cumple con las características necesarias como son la capacidad, el número de pines, interrupciones, etc.

A continuación vamos a describir toda la etapa de control basándonos en el diagrama circuital Figura 2.2

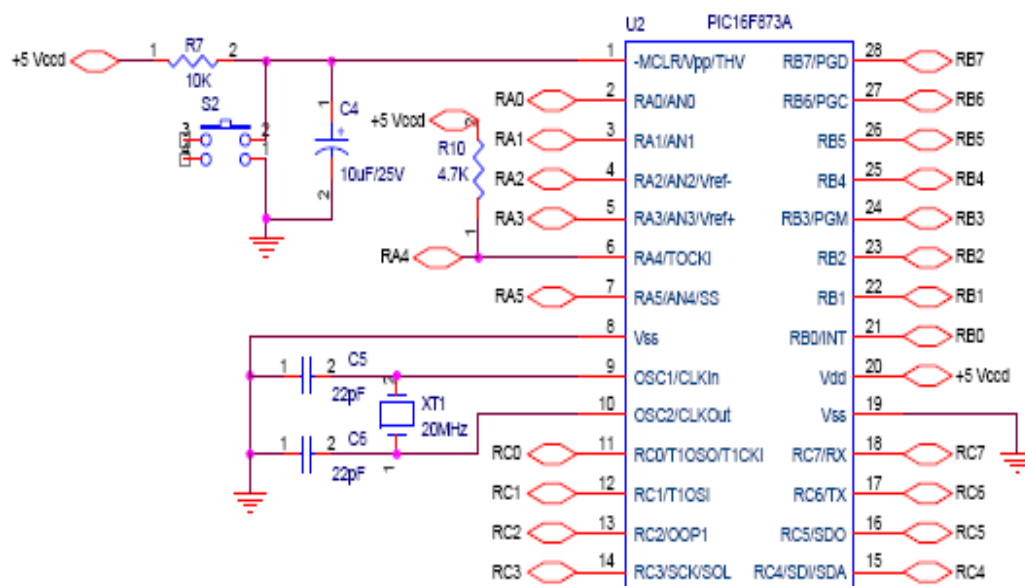


Figura 2.2 Etapa de control

Nuestro PIC tiene una memoria Flash de programa de 8Kbytes de 14 bits por palabra, memoria de datos de 368bytes, memoria de datos EEPROM de 256 bytes, 13 interrupciones, para entrada y salida de datos tiene puertos A B y C, 3 timers, consta de 28 pines y tiene una arquitectura RISC de 35 instrucciones ANEXO 1 a). A continuación haremos la descripción de cada pin especificando su funcionamiento ver Fig. 2.2 y ANEXO 1 b).

### 2.2.1.1 Pin 1

**Circuito de Reset** La entrada MCLR permite reiniciar el estado del micro, llevándose a cabo dos acciones importantes

Se carga un 0 en el Contador de Programa, de forma que después de un Reset siempre se ejecuta la instrucción que está en la posición 0 de la memoria de programa.

Los registros de estado y control toman un estado conocido y determinado. Como se puede apreciar en la Figura 2.2 en este circuito se debe conectar un pulsador normalmente abierto S2 en paralelo con el capacitor C4 de 10µF/25V además tiene una resistencia de protección R7 de 10KΩ que va conectada a Vcc de +5V.

### 2.2.1.2 Pines 2 3 4 5 6 y 7

Son los terminales desde RA0 hasta RA5 y cumplen diferentes funciones:

- RA0 RA1 y RA2 (pines 2 3 y 4) son terminales bidireccionales que sirven como entrada y salida de datos en este caso son utilizados como salidas, están designados para el control del LCD en la etapa de inicialización.
- RA3 (pin 5) También es utilizado como salida y envía frecuencias para generar tonos que son receptados en la etapa de advertencia telefónica.
- El terminal RA4 (pin 6) como entrada es Schmitt Trigger y cómo salida es colector abierto. Este terminal puede configurarse como clock de entrada para el contador TMR0.
- El terminal RA5 (pin 7) es utilizado como fuente y es tomado como salida con 1L para la etapa de advertencia telefónica.

### 2.2.1.3 Pin 8

Es para polarización Vss por lo tanto va conectado a tierra es decir 0V.

### 2.2.1.4 Pines 9 y 10

El pin 9 es un OSC1/CLKIN que quiere decir entrada del reloj y el pin 10 es OSC2/CLKOUT es decir salida del reloj.

La frecuencia de trabajo del micro viene dada por el oscilador externo. En este proyecto utilizamos el Oscilador HS Basado en un cristal de cuarzo, alcanza una velocidad 20 MHz debido a que necesitábamos mayor estabilidad, además este va conectado a dos condensadores de 22pf como se muestra en la Figura 2.2

Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina es decir en 0,2µs.

$$1\text{instrucción} = 1CM = 4T = \frac{4}{f}$$

Entendiéndose:

1*instrucción* Tiempo que tarda una instrucción en ejecutarse

1*CM* Es un ciclo de máquina

*T* Es el periodo

*f* Es la Frecuencia del cristal



Datos:

$$f = 20\text{MHz}$$

Cálculo:

$$1\text{instrucción} = 1\text{CM} = 4T = \frac{4}{f}$$

$$1\text{instrucción} = 1\text{CM} = 4T = \frac{4}{20\text{MHz}}$$

$$1\text{instrucción} = 1\text{CM} = 0,2\mu\text{s}$$

#### **2.2.1.5 Pines 11 12 13 14 15 16 17 y 18**

Son ocho líneas y forman el pÓrtico C desde RC0 hasta RC7 respectivamente y pueden ser utilizadas como entradas o salidas de datos ya que son bidireccionales.

Estos pÓrticos son conectados al teclado para poder controlar la etapa de inicialización y por ende al sistema de alarma. Desde RC0 hasta el RC3 son designadas como entradas y desde RC4 hasta RC7 como salidas.

#### **2.2.1.6 Pines 19 y 20**

Son utilizados para polarización el pin 19 va conectado a Vss es decir 0V y el pin 20 a Vdd (de 2 a 6V) a 5V.

#### **2.2.1.7 Pines 21 22 23 24 25 26 27 y 28**

Pertenecen al pÓrtico B son líneas bidireccionales y pueden ser utilizadas como entrada y salida de datos así tenemos que:

- RB0 (pin 21) determinamos este pin como salida y envía un 1L en respuesta de la activación del sistema es decir es tomado como fuente para la activación de la sirena.
- RB1 (pin 22) es tomado como entrada y recepta un 1L o 0L dependiendo de la activación del sensor de presencia (Etapa de Detección).
- RB2 (pin 23) es tomado como entrada y recibe un 1L o 0L dependiendo de la activación del sensor de humo (Etapa de Detección).
- RB3 (pin 24) Este pin es determinado como salida para activar o desactivar la fuente del sensor de humo en la etapa de detección.

- RB4 RB5 RB6 y RB7 (pines 25 26 27 y 28) son determinados como salidas y están conectados al LCD en la etapa de visualización.

## 2.2.2 ETAPA DE ALIMENTACIÓN

Dentro de esta etapa tenemos dos fuentes de alimentación la una que es la de corriente alterna que por medio de un circuito se convierte en una fuente de alimentación continua y la otra es una batería que se recarga mediante el mismo circuito al que va conectada.

### 2.2.2.1 Alimentación alterna

La empresa eléctrica entrega un voltaje de corriente alterna normalmente de 110V, este voltaje tiene una forma sinusoidal y en nuestro caso cumple únicamente con la función de alimentar al transformador en la bobina primaria

Este es un transformador reductor con tap central con núcleo de hierro y bobinas de cobre (ANEXO 2) que tiene las especificaciones (Tabla 2.1) de acuerdo con los requerimientos necesarios de nuestros elementos:

| VOLTAJE DE ENTRADA | VOLTAJE DE SALIDA | CORRIENTE |
|--------------------|-------------------|-----------|
| 110V               | 12-0-12           | 3A        |

Tabla 2.1 Especificaciones técnicas del Transformador

Como se observa en la Figura 2.3 los elementos que intervienen en la alimentación alterna del circuito son:

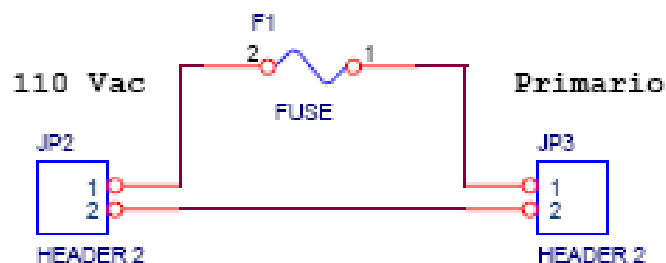


Figura 2.3 Alimentación de corriente alterna

### 2.2.2.1.1 *Borneras*

- JP2 es conectado directamente a un toma normal de corriente alterna monofásica (110V) con neutro y fase sin importar la polarización.
- JP3 conectamos la bobina primaria del transformador.

### 2.2.2.1.2 *Fusible*

F1 este es un fusible de protección del circuito y soporta una corriente máxima de 2A. Los cálculos necesarios para encontrar dicho valor se detallan a continuación:

$$I = I_t + 25\%$$

Entendiéndose:

I como la corriente máxima para el fusible de protección

$I_t$  como la corriente total del circuito a máximo funcionamiento

Datos:

$I_t = 1.5A$  corriente tomada del circuito

Calculo

$$I = 1.5 + 25\%$$

$$I = 1.875 \approx I = 2A$$

### 2.2.2.2 **Fuente de alimentación continua.**

Esta fuente cumple con la función de polarizar con 5V y energizar a los sensores y relés con 12 V ya que en estos elementos es muy importante que esté bien identificada la tierra y Vcc. Además tiene la característica de funcionar con una batería recargable en caso de que el servicio eléctrico sea suspendido por cualquier imprevisto. La batería se recargará mediante el mismo circuito de fuente.

Para la alimentación de corriente continua utilizamos los elementos que se pueden observar en la Figura 2.4 y se detallan a continuación:

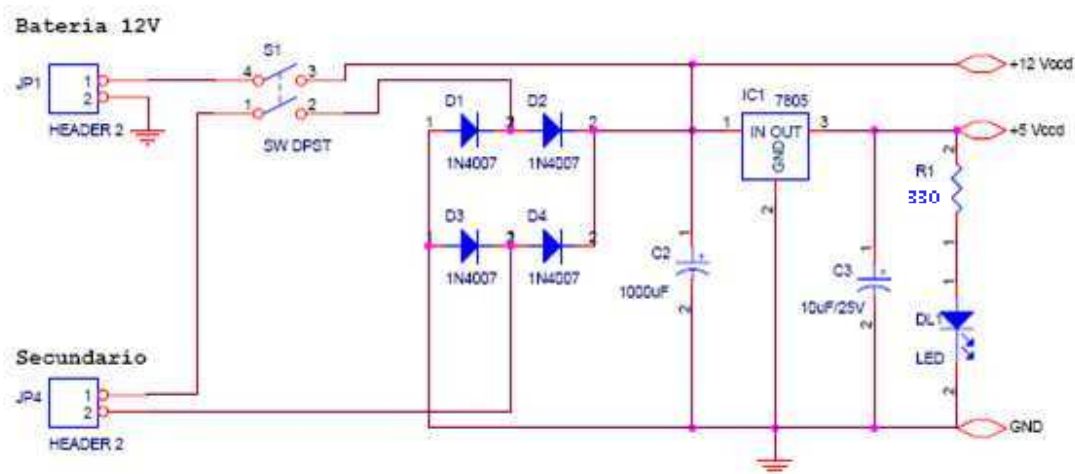


Figura 2.4 Circuito de Fuente

#### 2.2.2.2.1 Borneras

- *JP1* a esta bornera se conecta una batería recargable de 12V y 2,1A.
- *JP4* a esta bornera se conecta la bobina secundaria del transformador es decir los 110V de alterna que ingresaron son reducidos a 12V Ac

#### 2.2.2.2.2 Switch

*S1* tanto *JP1* como *JP4* son fuentes de alimentación y están conectadas a este interruptor por lo tanto, si se desea energizar o desenergizar totalmente el sistema de alarma solo es necesario encender o apagar este switch.

#### 2.2.2.2.3 Diodos

*D1*, *D2*, *D3*, *D4* (1N4007) en este diodo tenemos que la corriente de ánodo es de 1A, el voltaje pico inverso es de 1000V y su temperatura de trabajo es de 25°C como se muestra en el ANEXO 3. Estos diodos los utilizamos como puente rectificador para transformar a la señal de corriente alterna en una señal pulsante de una sola polaridad (circuito rectificador de onda completa). Para esto utilizamos la corriente total del circuito y el voltaje de polarización.

#### 2.2.2.2.4 Condensadores

-C2 Este condensador es encargado de disminuir el factor de rizado a niveles relativamente bajos (filtros rectificadores), cuando el circuito deja de entregar energía son los filtros los que entregan energía a la carga tapando de esa manera los huecos que dejan los circuitos rectificadores. Para obtener los valores del condensador se hacen los siguientes cálculos.

$$\gamma = \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot f \cdot \frac{V}{T} \cdot C}$$

$$C_2 = \frac{I}{4\sqrt{3} \cdot f \cdot V \cdot \gamma}$$

Entendiéndose:

$I$  = corriente asumida

$f$  = Frecuencia

$V$  = Voltaje

$\gamma$  = Factor de rizado

$C_2$  = Condensador para corregir el factor de rizado

Datos:

$f = 60\text{Hz}$

$V = 12$

$\gamma \leq 10\%$  es decir vamos a trabajar 0.08

Calculo

$$C_2 = \frac{I}{4\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 12 \cdot 0,08}$$

$$C_2 = \approx \mathbf{1000\mu F}$$

- C3 Este condensador permite eliminar radio frecuencias (RF) y es igual a:

$$C_3 = \frac{C_2}{100}$$

Entendiéndose:

$C_3$  como el condensador para corregir RF

$C_2$  como el condensador para corregir el Factor de rizado.

Datos:

$$C_2 = 1000 \mu F$$

Cálculo

$$C_3 = \frac{1000 \mu F}{100} \approx 10 \mu F$$

#### 2.2.2.2.5 Regulador de voltaje 7805

Para la etapa microcontroladora necesitaremos una fuente de alimentación de 5 voltios para lo cual utilizamos un regulador de voltaje 7805, este circuito integrado entrega un voltaje fijo estable a pesar de que existan variaciones en el voltaje de entrada ANEXO 4, es decir regula la tensión de alimentación a 5V y 5mA y tiene una corriente de entrada de 1.5A. Este CI puede ser conectado con una tensión de alimentación de hasta 30V. A mayor tensión en su entrada, mayor calentamiento del integrado. Si la tensión de la alimentación es superior a 15 V, es aconsejable conectar una pequeña placa de material metálico (aluminio), para disipar el calor generado.

#### 2.2.2.2.6 Resistencia

- R1 trabaja como un limitador de corriente para proteger nuestro diodo led, para su cálculo utilizamos:

$$R_1 = \frac{V}{I}$$

Entendiéndose:

$R_1$  Como resistencia de protección del diodo

$V$  Es el voltaje de salida del regulador

$I$  Es la corriente del diodo

Datos:

$$V = 3.5$$

$$I = 12mA$$

Cálculo:

$$R_1 = \frac{3.5}{12mA}$$

$$R_1 = 291 \approx 330\Omega$$

### 2.2.2.2.7 Diodo Led

DL1, funciona como un indicador para comprobar si nuestra fuente está suministrando energía en nuestro caso el haz de luz es de color rojo.

## 2.2.3 Etapa de Inicialización

Como explicamos anteriormente nuestro sistema de alarma tiene una clave sin la cual no se puede activar la alarma ni hacer cambios, por esta razón nos encontramos en la obligación de tener hardware de conexión entre el usuario y es sistema. Este hardware comprende un LCD para visualizar el menú de información y un teclado para ingreso de datos. Por esta razón le llamaremos etapa de inicialización porque nos permite por medio del teclado activar el sistema o hacer cambios antes de activar la alarma y podemos observarlo en el LCD, a continuación estudiaremos las dos partes de esta etapa:

### 2.2.3.1 Visualización

La parte de visualización está comprendida por el LCD el cual es conectado al circuito de alarma mediante un bus de datos ID de 20 canales ANEXO 5 a) (de los cuales utilizamos 16). Nuestro circuito de visualización de datos o información como se muestra en la Figura 2.5 está comprendido por:

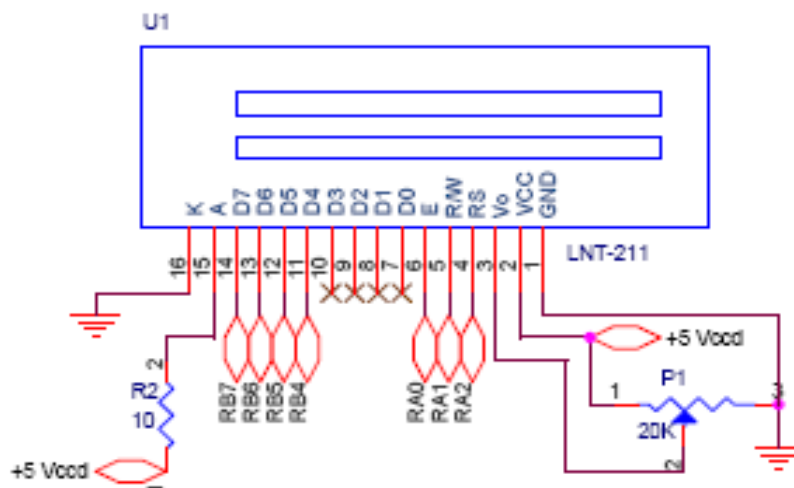


Figura 2.5 Conexión de pines del LCD

### 2.2.3.1.1 Display de Cristal Líquido LCD

ANEXO 6 consta de 16 pines, desde el pin 7 al pin 14 son de datos. En este caso solo utilizamos 4 de los nibles mas altos que van conectados a los pines del microcontrolador (RB4, RB5, RB6 y RB7) como se muestra en la Figura 2.5, esto fue hecho para utilizar con mayor eficiencia los pines del micro

Pin 1: del LCD va conectado a GND

Pin 2: Vcc (5V)

Pines 4 a 6: para control

En la pantalla del LCD aparecerán mensajes para poder activar o desactivar la alarma además de mensajes de espera o mensajes para pedir ingreso de datos.

### 2.2.3.1.2 Resistencias

- **P1** 20K $\Omega$  es una resistencia variable conocida como potenciómetro que colocamos para el control de contraste, el terminal variable va conectado al pin 3 del LCD y los dos fijos entre la tierra del pin 1 y la alimentación de Vcc del pin 2

- **R2** está ubicada entre el pin 15 y Vcc su valor es de 10 $\Omega$ . Los pines 15 y 16 sirven para iluminaciones posteriores.

### 2.2.3.2 Manipulación

Esta etapa está comprendida principalmente un teclado matricial de 4X4 ANEXO 7.

Para la conexión de este teclado con el circuito utilizamos un bus de datos ID de 10 canales (de los cuales empleamos 8). El circuito de esta etapa está en la Figura 2.6

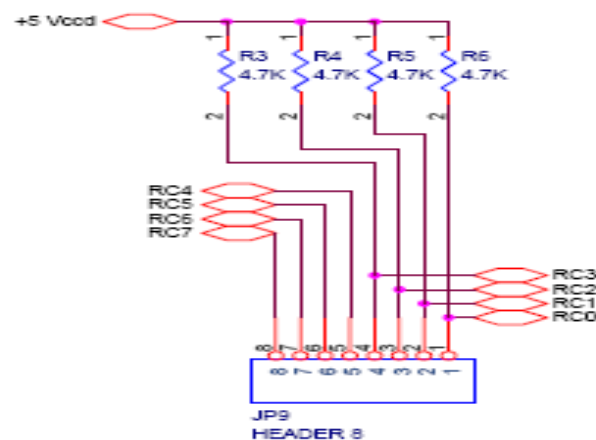


Figura 2.6 Conexión del Teclado



### 2.2.3.2.1. Borneras

- JP9 son espadines que sirven para conectar el teclado con el circuito. Nuestro teclado consta de 4 entradas (columnas) que son conectadas a unas resistencias y al microcontrolador en los pines RC0, RC1, RC2, RC3 y 4 salidas (filas) que van conectadas directamente a los Pines del microcontrolador RC4, RC5, RC6 Y RC7.

### 2.2.3.2.2 Resistencias

- R3, R4, R5 y R6 Estas resistencias tienen un valor de  $4.7K\Omega$  y son colocadas solo a las entradas que sirven como protección del micro en su otro extremo van conectadas a Vcc. El valor de las resistencias los calcularemos a continuación:

$$R_3 = \frac{V}{I}$$

Entendiéndose:

$R_3$  Es resistencia que protege a la entrada del teclado

$V$  es el voltaje de polarización

$I$  Es la corriente de maxima de entrada del PIC

Datos:

$$V = 5V$$

$$I = 1.5mA$$

Calculo:

$$R_3 = \frac{5}{1.5mA}$$

$$R_3 = 3333 \approx 4.7 k\Omega$$

Como todos los pines de entrada del teclado son de igual valor, va a circular la misma corriente y tiene la misma tensión entonces concluimos que todas las resistencias de protección son del mismo valor Como se muestra en la Fig. 2.6.

$$R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 4,7K\Omega$$

## 2.2.4 DETECCIÓN

Consta de dos sensores uno para detección de humo y el otro para detección de movimiento, cada sensor tiene internamente relés (en este caso los dos sensores tienen relés con contactos normalmente cerrados y están conectados a 0L), una vez

que cualquiera de estos sensores son activados envían un 1L para que nuestro microcontrolador pueda hacer la activación de advertencia telefónica y advertencia de sirena teniendo como entradas dichos pulsos.

#### **2.2.4.1 Detección de humo**

Este bloque consta de un sensor de humo y de dos circuitos importantes como son el de conexión al PIC y desactivación de la fuente.

El sensor que utilizamos es un detector fotoeléctrico de humo ECO 1003 para incendios ANEXO 8, está polarizado con 12 voltios de corriente continua cuyas especificaciones las encontramos en la Tabla 2.2, estará ubicado en el centro de nuestra casa para lograr censar la cocina, así como también la sala en caso de dejar algún cigarrillo o vela encendida y provocar incendios.

| ESPECIFICACIONES           |         |
|----------------------------|---------|
| Tensión de Alimentación    | 8-30Vcc |
| Corriente en reposo        | 45uA    |
| Máxima corriente en alarma | 80mA    |

Tabla 2.2 Características eléctricas del Sensor de Humo ECO 1003

El sensor de humo tiene 2 líneas de entrada para polarización y dos de salida para enviar la señal del relé.

El sistema del sensor de humo consta de 2 partes la una de conexión al Pic y la otra de desactivación de la fuente.

##### *2.2.4.1.1 Conexión al PIC*

Para conectar el sensor al PIC se utilizo los siguientes elementos:

JP7 Esta bornera de 4 terminales la utilizamos para:

Polarización del sensor.- consta de alimentación de +12V y de una tierra pero la alimentación fue enviada a un circuito que le llamamos desactivación de fuente y por medio de la cual es energizado el sensor.

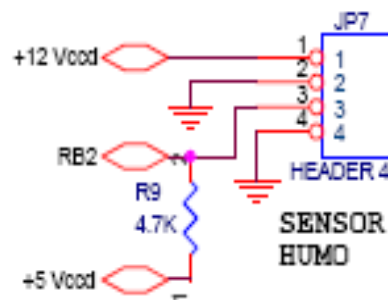


Figura 2.7 Bornera para la conexión del sensor al micro.

La conexión del relé.- como ya mencionamos anteriormente este es un contacto normalmente cerrado y en uno de sus terminales conectamos RB2, una resistencia de  $4.7K \Omega$  y  $V_{cc}$  (5V) como se muestra en la Figura 2.7 para mantener el 0 lógico mientras el contacto está cerrado ya que el otro terminal está conectado a tierra, así cuando el sensor detecte humo el contacto del relé se abrirá y tendremos un 1L en el micro.

Para calcular el valor de la resistencia hacemos lo siguiente:

$$R_9 = \frac{V}{I}$$

Entendiéndose:

$R_9$  Es resistencia que protege a la entrada del teclado

$V$  es el voltaje de polarización

$I$  Es la corriente de maxima de entrada del pic

Datos:

$$V = 5V$$

$$I = 1.5mA$$

Cálculo N°1:

$$R_9 = \frac{5}{1.5mA}$$

$$R_9 = 3333,33 \approx 4.7k\Omega$$

### 2.2.4.1.2 Desactivación de la fuente

Nos hemos visto en la obligación de construir un circuito para desactivar la fuente del sensor de humo y recetearlo ya que una vez que éste se encendía, el contacto del relé quedaba activado hasta ser desenergizado y para nuestro proyecto necesitábamos que el contacto vuelva a su estado inicial para trabajar en equidad con los 2 sensores. Este circuito alimentará al sensor y mediante el pin RB3 del micro se controlará su desactivación

Borneras

- **JP1.-** Este conector tiene 3 terminales el primero tiene +12V el segundo es el pin RB3 del micro que tiene un 0L y una tierra Figura 2.8 a)
- **JP2** Es una bornera que está conectada a 12V por un lado y se interconecta por medio de un contacto abierto al otro terminal que va conectado al sensor Figura 2.8 b).

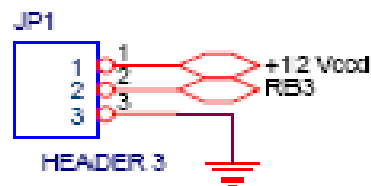


Figura 2.8 a) bornera de desactivación de la fuente

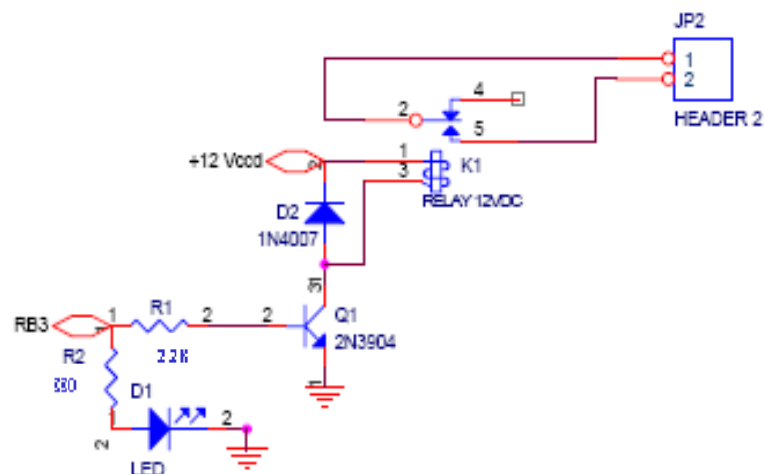


Figura 2.8 b) Circuito de alimentación y desactivación de fuente

### Diodos

- D1 Este diodo es un diodo emisor de luz de color verde sirve en el circuito para ver si la fuente del sensor esta o no encendida.
- D2 1N4007 Las característica las podemos encontrar en el ANEXO 3 ya que este diodo fue citado anteriormente sin embargo a este diodo se la denomina diodo de libre retorno y la función que cumple es la de descargar la bobina del relé.

### Transistor

- Q1 es un transistor 2N3904 que cumple con las características requeridas en nuestro circuito. Este transistor el momento en que tiene un pulso en la base entra en saturación dando así un 0L para que el relé entre en funcionamiento.

$$I_c > 100I_b$$

Entendiéndose:

$I_c$  como la corriente de colector

$I_b$  como la corriente de base

Datos:

$$I_c = 200mA \text{ (ANEXO 9)}$$

Cálculo N°4:

$$I_b < 200/100$$

$$I_b = 2mA$$

Por esta razón tomamos este transistor que requiere en su base una corriente menor a 2mA para ser disparado y con esto estamos dentro de los parámetros de corriente que el micro nos entrega.

### Relé

- K1 es un relé de 12V que nos permite mediante la saturación del transistor activar o desactivar los contactos que nos sirven para energizar o desenergizar el sensor de humo

$$V_r = V_{DC} - V_{CE}$$

Entendiéndose:

$V_r$  Como la caída de tensión del relé

$V_{CE}$  Como la caída de tensión entre colector- emisor

Datos:

$$V_{DC} = 12V$$

$$V_{CE} = 0.2V$$

Calculo N5:

$$V_r = 12 - 0.2$$

$$V_r = 11.8V$$

El voltaje que suministramos en nuestro circuito al relé es de 12 V por lo tanto

$$R_1 = \frac{V}{I}$$

Entendiéndose:

$R_r$  Es la resistencia mínima que puede tener el relé en la bobina

$V$  Es la caída de tensión en el relé

$I$  Es la corriente de colector del transistor

Datos:

$$V = 12 - 0.2V$$

$$I = 200mA$$

Cálculo N2:

$$R_1 = \frac{11.8}{200mA}$$

$$R_1 = 59\Omega$$

Entonces esta es la resistencia mínima que debe tener el relé en su bobina

Resistencias

- R1 esta resistencia sirve para protección del transistor y para su cálculo tomamos la corriente del micro ya que como se puede observar en la Figura 2.8 b) su proveedor de corriente es RB3:

$$R_1 = \frac{V}{I}$$

Entendiéndose:

$R_1$  Es resistencia que protege al transistor

$V$  es la caída de tensión en la resistencia

$I$  Es la corriente de salida del pic

Datos:

$$V = 5 - 0.6V$$

$$I = 2mA$$

Cálculo N2:

$$R_1 = \frac{5 - 0.6}{2mA}$$

$$R_1 = 2200 \approx 2.2k\Omega$$

- R2 es un resistor de  $470\Omega$  que sirve para protección del diodo led

$$R_2 = \frac{V}{I}$$

Entendiéndose:

$R_2$  Como resistencia de protección del diodo

$V$  Es la caída de tensión en la resistencia

$I$  Es la corriente del diodo

Datos:

$$V = 5V$$

$$I = 12mA$$

Calculo N3:

$$R_2 = \frac{5 - 1.5}{12mA}$$

$$R_2 = 291.67 \approx 330\Omega$$

#### 2.2.4.2 Detector de movimiento

En este bloque podemos detectar si existe una intrusión no deseada consta principalmente de un sensor de movimiento y otros elementos como se puede observar en la Figura 2.9

Para este caso utilizaremos el sensor de movimiento que de igual forma se alimentará con 12V de corriente continua y tiene contactos del relé normalmente cerrados. Alcanza a detectar movimiento a una distancia de hasta 6m lo que es suficiente para detectar únicamente la puerta este sensor se desactiva automáticamente después de un tiempo de no haber censado movimiento.

#### 2.2.4.2.1 Bornera

-JP5 es una bornera cuyos 2 primeros terminales sirven para la polarización del sensor como observamos en la Figura 2.9 tiene una entrada para tierra y la otra para 12V de Vcc mientras que los otros 2 terminales tienen conexión con el contacto normalmente cerrado del sensor de movimiento dándonos así 0L en los 2 terminales inferiores.

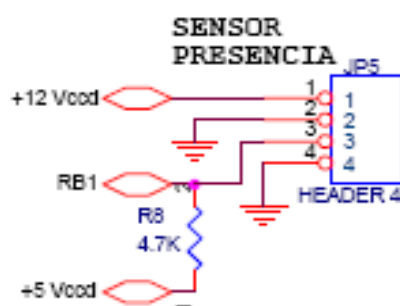


Figura 2.9 Circuito de conexión para el sensor de movimiento.

#### 2.2.4.2.2 Resistencia

- R3 Es un resistor de  $4.7K\Omega$  según el Cálculo N°1. Como se puede observar en la Figura 2.9 esta resistencia va conectada a 5V de Vcc. En el otro extremo RB1 va conectado directo a tierra.

Cuando el sensor detecta movimiento los contactos del relé interno se abren dándonos así un 1L en RB1.

#### 2.2.5 Alerta telefónica.

Después de activados cualquiera de los dos sensores se realiza una llamada telefónica desde el micro es decir en esta etapa simulamos el levantamiento de la bocina y enviamos tonos TDMF para marcar determinado números que están grabados en el micro luego de un determinado tiempo enviamos dos tonos diferentes según el sensor activado. En esta etapa tenemos dos partes una que es la de envío de señales (es decir tonos TDMF y frecuencias que componen un sonido) y la otra que cierra el bucle para enviar dichas señales.



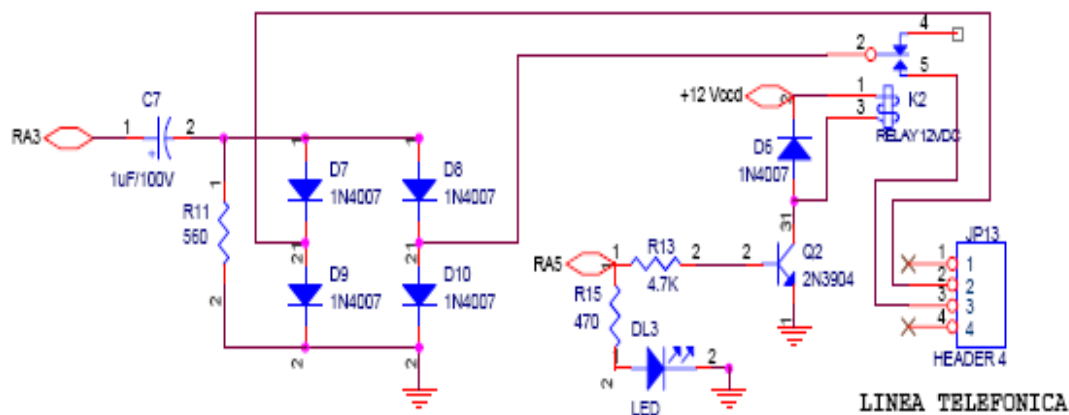


Figura 2.10 Diagrama circuital de alerta telefónica (circuito de envío de señales y circuito para cierre del bucle)

### 2.2.5.1 Envío de señales DTMF

A través del pin RA3 del pic enviamos mediante este circuito señales DTMF eso quiere decir 2 tonos de distintas frecuencias y una vez que se ha marcado el numero al que deseábamos hacer la llamada enviamos por el mismo pin tonos que deben ser entendidos por el usuario como mensajes de alerta.

#### 2.2.5.1.1 Diodos

-D7 D8 D9 y D10 utilizamos cuatro diodos para no preocuparnos de la polarización de la línea telefónica como se muestra en la figura 2.10

#### 2.2.5.1.2 Resistencias

-R11 En vista de que la impedancia de la línea telefónica es  $600\Omega$  utilizaremos una resistencia de 560 Ohmios que nos sirve para simular la carga del teléfono para cuando está colgado

#### 2.2.5.1.3 Condensadores

-C7 es un condensador de  $1\mu\text{F}$  y de 100V que sirve para la protección del microcontrolador y para mejorar la onda DTMF creada por el pic

### **2.2.5.2 Cierre de bucle.**

En esta etapa vamos a simular como que este es el bucle del abonado mediante RA5 enviamos un pulso al transistor para que entre en saturación y permita cerrar el dicho bucle (relé) para poder enviar las señales. Como podemos observar es similar al circuito de desactivación de la fuente en el sensor de humo y su funcionamiento es igual ya que activa o desactiva el relé de acuerdo a la orden del micro.

#### *2.2.5.2.1 Resistencias*

- R15 es una resistencia de  $470\Omega$  Cálculo N°3
- R13 Es una resistencia de  $4.7K\Omega$  Calculo N2

#### *2.2.5.2.2 Transistor*

- Q2 en un transistor 2N3904 Cálculo N°4

#### *2.2.5.2.3 Diodos*

- DL3 diodo led de color amarillo en nuestro circuito y sirve como indicador para saber si el bucle está cerrado.
- D6 Diodo 1N4007 sirve para evitar que la corriente de la fuente de 12V pase directamente por el transistor permitiendo que únicamente la corriente que pase por el transistor sea la del relé activado.

#### *2.2.5.2.4 Relé*

- K2 es un relé de 12V Cálculo N5

#### *2.2.5.2.5 Bornera*

- JP13 A diferencia del circuito de desactivación de fuente del sensor de humo esta no es una bornera normal se trata de un conector telefónico hembra para baquelita RJ11 el cual nos permite conectar directamente a la línea telefónica.

### **2.2.6 Etapa de activación de sirena**

Esta etapa se activa al mismo momento que la de activación de alerta telefónica es decir una vez activados los sensores, el microcontrolador da la orden para que esta etapa entre en función. Su función principal es ahuyentar a los ladrones y alertar a

los vecinos de que nuestra vivienda está siendo robada. Este circuito es similar al circuito anteriormente descrito la única diferencia que podemos resaltar es la siguiente:

### 2.2.6.1 Sirena

Nuestra sirena trabaja con un voltaje desde 6 hasta 14V y necesita ser polarizada.

### 2.2.6.2 Bornera

- JP11 tiene 2 terminales el terminal superior como podemos observar en la Figura 2.11 va conectado al relé y una vez que este se activa se conecta directamente a tierra mientras que, el otro terminal está conectado a 12V de Vcc.

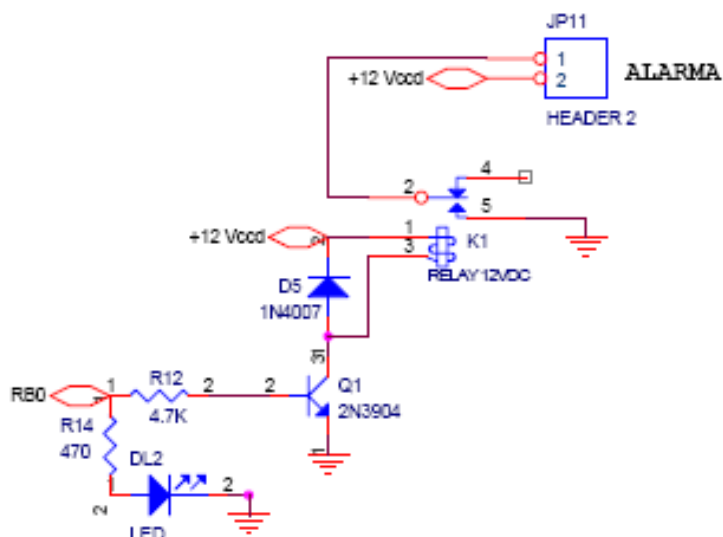


Figura 2.11. Diagrama circuital de la etapa de activación de alarma

## **2.3 DIAGRAMA CIRCUITAL Y DIAGRAMA DE PISTAS**

### **2.3.1 Diagrama circuital**

Según nuestro diagrama de bloques (figura 2.1) tenemos 6 etapas principales y 4 subetapas, tomando en cuenta el funcionamiento de cada etapa desarrollamos el diagrama circuital de cada una de las misma rigiendo para la adquisición de elementos en las necesidades de cada bloque.

Como ya se pudo observar anteriormente cada etapa tiene un diagrama circuital con diferentes elementos. Para obtener los valores de dichos elementos existen cálculos detallados en el punto anterior.

Luego de adquiridos los elementos se procede a armar un prototipo en el protoboard, se diseña el software, se programa el micro y se revisa el funcionamiento de cada etapa.

Ya comprobado el funcionamiento del equipo, se pueden pasar los elementos a una placa de baquelita, el diagrama circuital completo de todo el proyecto, se lo puede observar en la figura 2.12

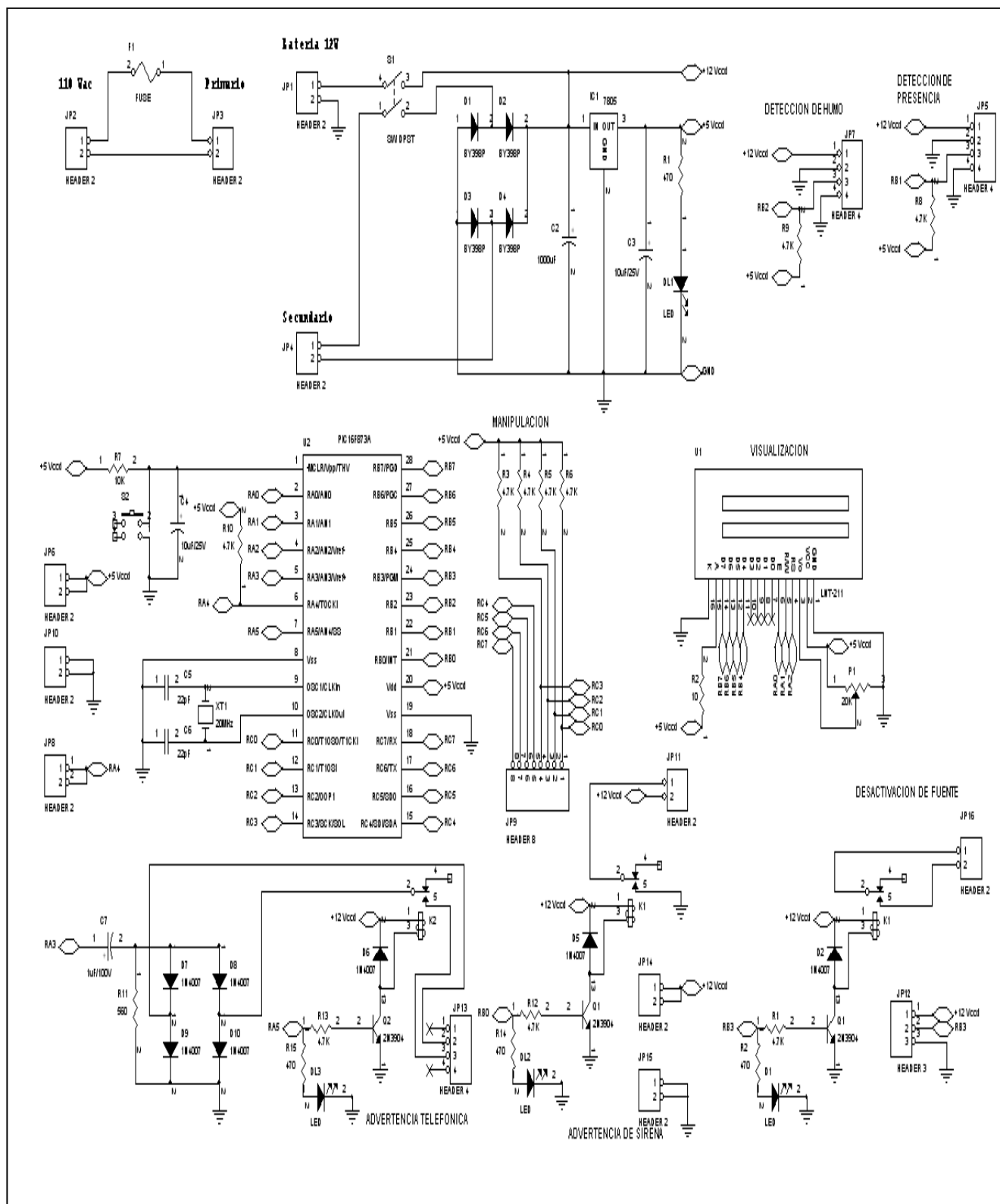


Figura 2.12 diagrama circuital

### 2.3.2 Diagrama de pistas

Para poder realizar nuestro proyecto en un circuito impreso necesitamos la placa de cobre (baquelita) en la que imprimimos el diagrama de pistas, que se observa en la figura 2.13 a) diagrama de pistas del circuito y en la figura 2.14 a) el diagrama de pistas de la desactivación de fuente del sensor de humo.

Además podemos observar el diagrama posicional de los elementos del circuito en la figura 2.13 b) y el diagrama posicional de los elementos en el circuito de desactivación de la fuente en la figura 2.14 b)

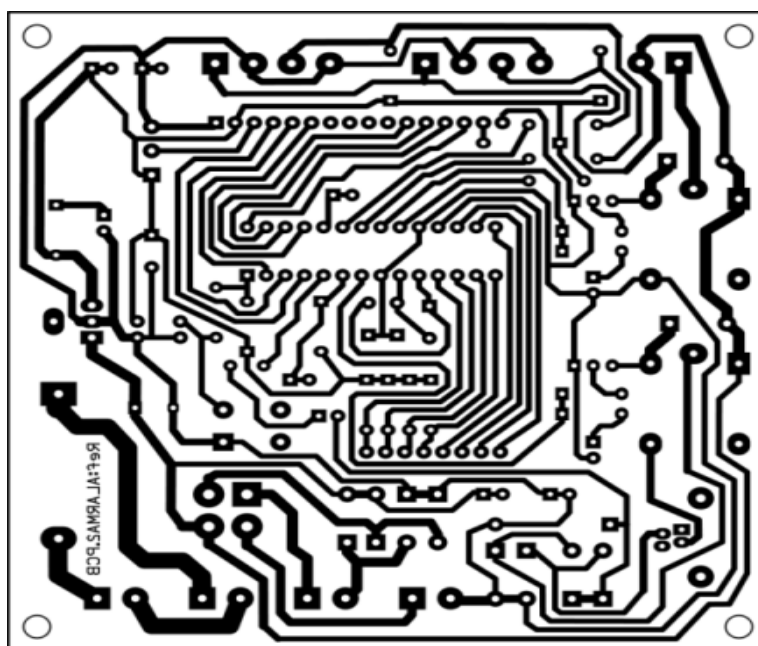
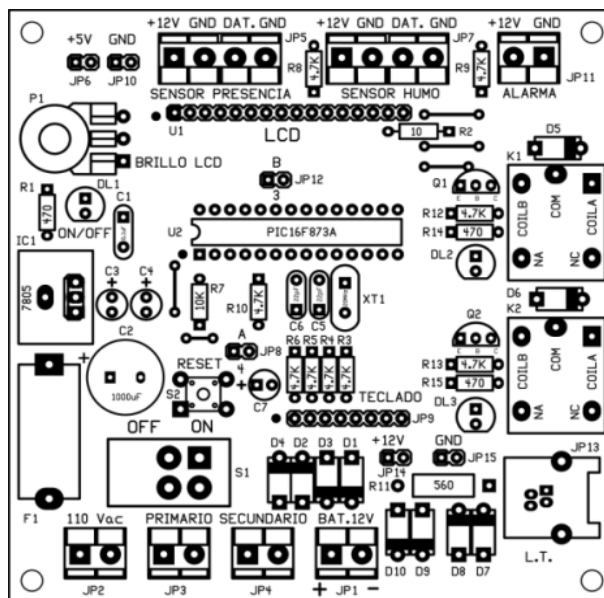


Figura 2.13. a) diagrama de pistas del circuito



2.13 b) Diagrama posicional de los elementos en el circuito

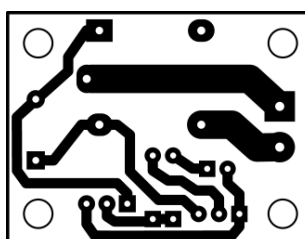


Figura 2.14 a) Diagrama de pistas de la etapa de desactivación de la fuente del sensor de humo

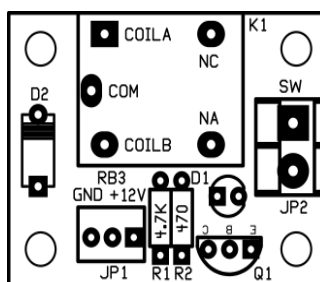
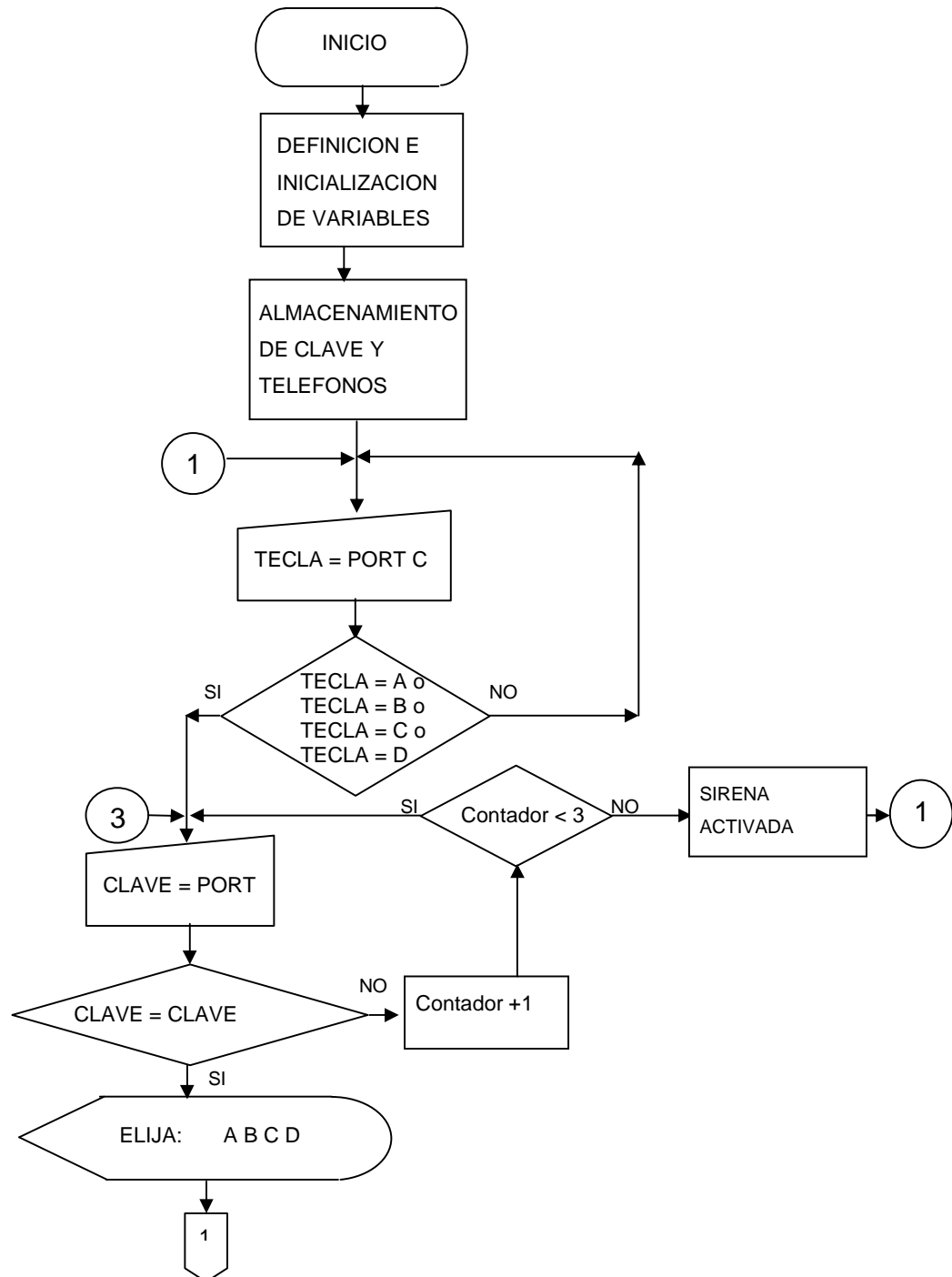


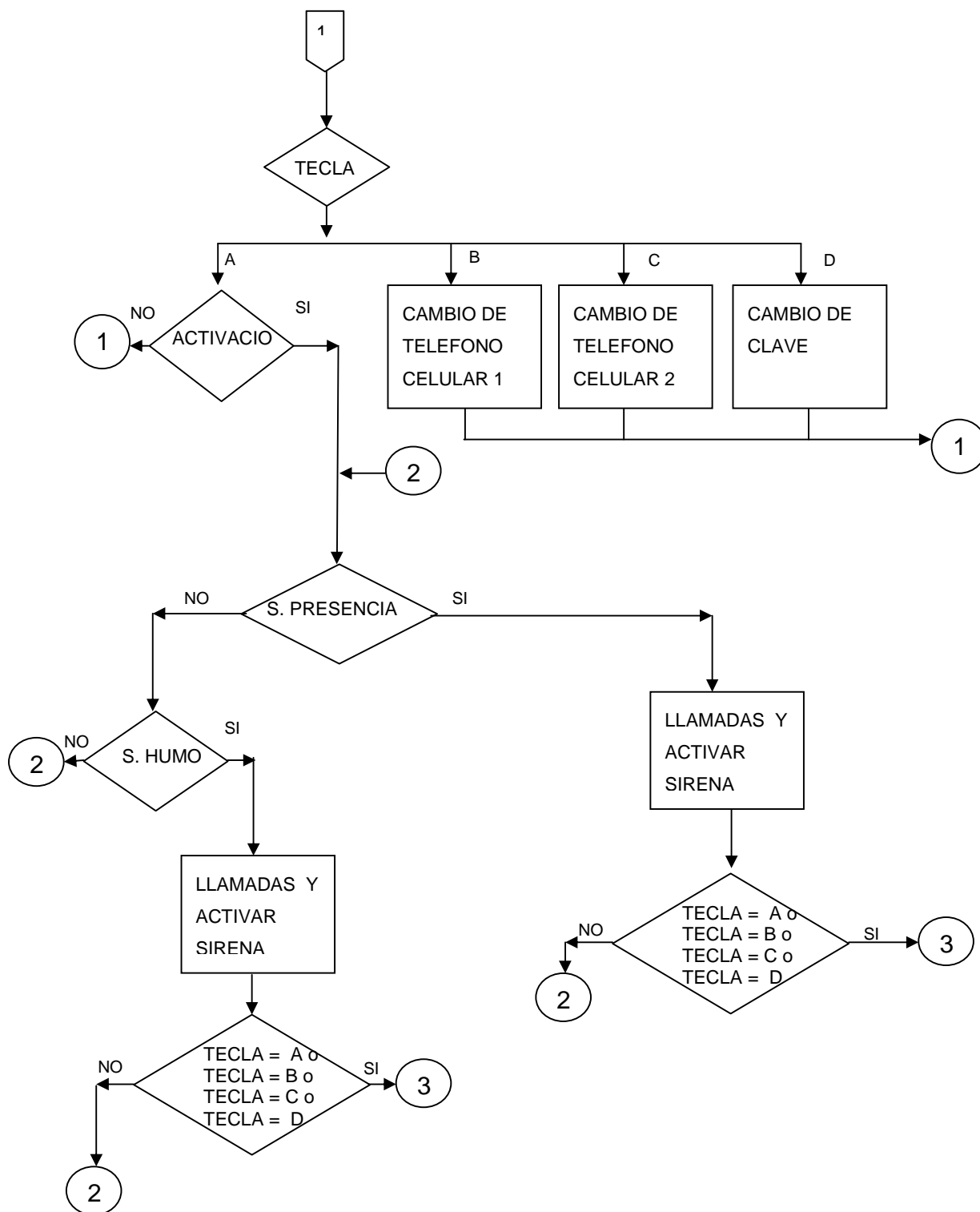
Figura 14 b). Diagrama de posición de elementos del circuito de desenergización del sensor de humo.

## 2.4 DISEÑO DEL PROGRAMA

### 2.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO







## 2.4.2 EDITOR DEL PROGRAMA

Para editar el programa utilizamos MicroCodeStudio debido a que es un software muy sencillo, utilizaremos el compilador PicBasic Pro (PBP) que es nuestro lenguaje de programación que hace más fácil y rápido la programación de micro controladores. El PBP produce código que puede ser programado para una variedad de micro controladores PIC que tengan de 8 a 68 pines y varias opciones en el chip incluyendo convertidores A/D, temporizadores y puertos seriales.

Para grabar el programa en el micro utilizamos el software WinPic800 cuya ventana de código se muestra en la figura 2.15 a) y la ventana de datos en la figura 2.15 b). Para esto utilizamos el archivo .hex que al compilar se genera, primero seleccionamos el pic con el que trabajamos, en nuestro caso el 16F876A y luego se abre el archivo .hex una vez que esté conectado en hardware (figura 2.16) se procede a grabar

```

WinPic800 - v 3.60
Archivo Edición Dispositivo Utilidades Configuración Idioma Ayuda
PIC 16F
16F876A
Código Datos Config.
0x0000: 01B2 2A27 00A0 397F 1B20 3C80 200A 1BA0 ..*'.9□. <. ...
0x0008: 3C00 0008 018A 0782 3400 3403 3406 3409 <.....4.4.4.4.
0x0010: 340C 3410 3413 3416 3419 341C 341F 3422 4.4.4.4.4.4.4"
0x0018: 3425 3428 342B 342E 3431 3433 3436 3439 4%4(4+4.41434649
0x0020: 343C 343F 3441 3444 3447 3449 344C 344E 4<4?4A4D4G4I4L4N
0x0028: 3451 3453 3455 3458 345A 345C 345E 3460 4Q4S4U4X4Z4\4^4`
0x0030: 3462 3464 3466 3468 346A 346B 346D 346F 4b4d4f4h4j4k4m4o
0x0038: 3470 3471 3473 3474 3475 3476 3478 3479 4p4q4s4t4u4v4x4y
0x0040: 347A 347A 347B 347C 347D 347D 347E 347E 4z4z4{4|4}4~4~
0x0048: 347E 347E 347F 347F 347F 00A0 205F 00A0 4~4□4□4□4□.. _..
0x0050: 2074 00A7 0AA0 2074 00A6 0EA0 2074 00A5 t.... t.... t..
0x0058: 0AA0 2074 2089 082B 00A3 082A 29C2 3000 .. t ..+....*) .0.
0x0060: 008A 0820 390F 0782 34A6 3480 34A0 34C0 ... 9x..4.4.4.4.
0x0068: 3482 34A2 34C2 3484 34A4 34C4 3486 34C6 4.4.4.4.4.4.4.4.
0x0070: 34E0 34E2 34E4 34E6 3000 008A 0820 390F 4.4.4.4.0.... 9x
0x0078: 0782 3402 34B9 3403 3402 3403 3454 3403 ..4.4.4.4.4.4T4.
  
```

Hac.>GTP-04-LPT1 C:\Disco de la red\rea\tesis\proyecto practico\PBP1\llamadaDTMF3.hex

Figura 2.15 a) Ventana de código generado por el programa al ser compilado

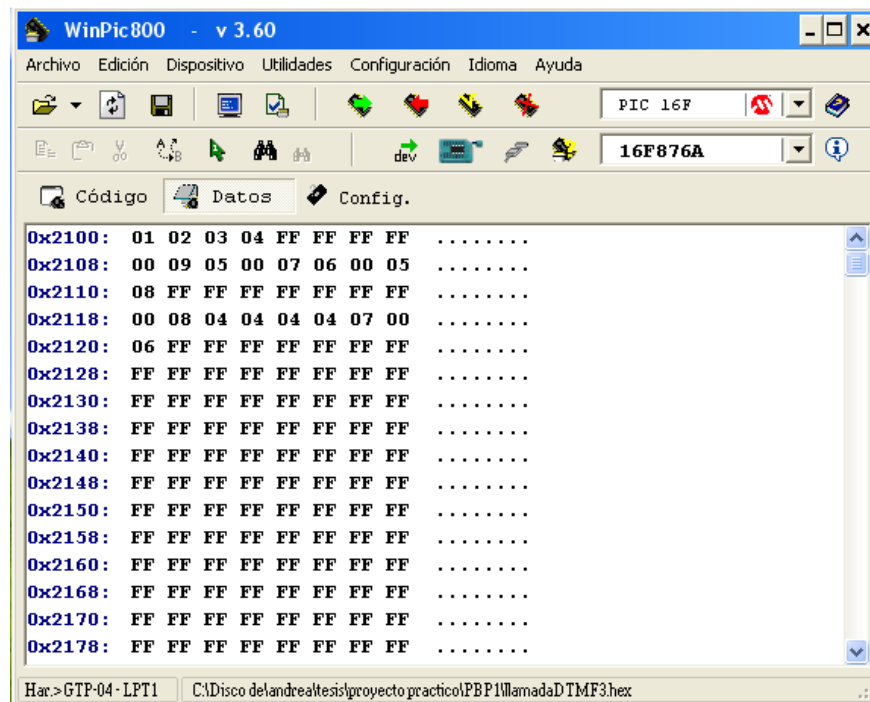


Figura 2.15 b) Ventana de datos que serán grabados en la memoria



Figura 2.16 Hardware que permite la grabación del programa en el micro. Prg.INE4C

### 2.4.3 SET DE INSTRUCCIONES PARA EL LENGUAJE PicBasic PRO

Debemos entender que las declaraciones cada una de las palabras que el compilador pbb 2.44 tiene reservado para realizar una tarea específica, las más utilizadas son: IF, THEN, ELSE, ENDIF un ejemplo

A continuación tenemos las 83 instrucciones disponibles para este compilador Tabla 2.3.

| DECLARACIÓN       | APLICACIÓN  |
|-------------------|---|
| @                 | Inserta una línea de código ensamblador                       |
| ADCIN             | Lee el conversor analógico                                    |
| ASM..ENENDASM     | Insertar una sección de código ensamblador                    |
| BRANCH            | GOTO Computado (equivale a ON...GOTO)                         |
| BRANCHL           | BRANCH Fuera de pagina (BRANCH largo)                         |
| BUTTON            | Anti-rebote y auto-repetición de entrada en el pin específico |
| CALL              | Llamada de subrutina a ensamblador                            |
| CLEAR             | Hace cero todas las variables                                 |
| CLEARWDT          | Hace cero el contador del Watchdog timer                      |
| COUNT             | Cuenta el numero de pulsos en el pin                          |
| DATA              | Define el contenido inicial en un Chip EEPROM                 |
| DEBUG             | Señal sincrónica de salida en un pin fijo y baud              |
| DEBUGIN           | Señal Asincrónica de salida en un pin fijo y baud             |
| DISABLE           | Deshabilita el procesamiento de ON INTERRUPT, ON DEBUG        |
| DISABLE DEBUG     | Deshabilita el procesamiento de ON DEBUG                      |
| DISABLE INTERRUPT | Deshabilita el procesamiento de ON INTERRUPT                  |
| DTMFUOT           | Produce tonos telefónicos en un pin                           |
| EEPROM            | Define el contenido inicial en un Chip EEPROM                 |
| ENABLE            | Habilita el procedimiento ON INTERRUPT, ON DEBUG              |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| ENABLE DEBUG            | Habilita el procedimiento ON DEBUG                      |
| ENABLE INTERRUPT        | Habilita el procesamiento de ON INTERRUPT               |
| END                     | Detiene la ejecución e ingresa en modo de baja potencia |
| FOR...NEXT              | Ejecuta declaraciones en forma repetitiva               |
| FREQOUT                 | Produce hasta dos frecuencias en un pin                 |
| GOSUB                   | Llama a una subrutina BASIC en la línea especificada    |
| GOTO                    | Continúa la ejecución n en la línea especificada        |
| HIGH                    | Saca el 1 Lógico (5V) por un pin                        |
| HPWM                    | Salida de hardware con ancho de pulsos modulados        |
| HSERIN                  | Entrada serial asincrónica (hardware)                   |
| HSEROUT                 | Salida serial asincrónica (hardware)                    |
| 12CREAD                 | Lee bytes de dispositivos 12C                           |
| 12CWRITE                | Graba bytes de dispositivos 12C                         |
| IF...THEN..ELSE...ENDIF | Ejecuta declaraciones en forma condicional              |
| INPUT                   | convierte un pin en entrada                             |
| LCDIN                   | Lee caracteres desde una RAM de un LCD                  |
| LCDOUT                  | Muestra caracteres en un LCD                            |
| LET                     | Asigna el resultado de una expresión a una variable     |
| LOOKDOWN                | Busca el valor en una tabla de constantes               |
| LOOKDOWN2               | Busca el valor en una tabla de constantes o variables   |
| LOOKUP                  | Obtiene el valor constante de una tabla                 |
| LOOKUP2                 | Obtiene el valor constante o variable de una tabla      |
| LOW                     | Hace cero lógico un pin específico                      |
| NAP                     | Apaga el procesador por un corto periodo de tiempo      |
| ON DEBUG                | Ejecuta un DEBUG en BASIC                               |
| ON INTERRUPT            | Ejecuta una subrutina Basic en un interrupt             |

|             |   |
|-------------|---|
| OUTPUT      | convierte un pin en salida  |
| OWIN        | Entrada de dispositivos un – alambre                              |
| OWOUT       | salida a dispositivos un-alambre                                  |
| PAUSE       | Demora con resolución de un milisegundo                           |
| PAUSEUS     | Demora con resolución de un microsegundo                          |
| PEEK        | Lee un byte de registro   |
| POKE        | Graba un byte en el registro                                      |
| POT         | Lee el potenciómetro en el pin especificado                       |
| PULSIN      | Mide el ancho de pulso en un pin                                  |
| PULSOUT     | Genera un pulso hacia un pin                                      |
| PWM         | Salida modulada en ancho de pulso por un pin especificado         |
| RANDOM      | genera numero Pseudo-aleatorio                                    |
| RCTIME      | Mide el ancho de pulso en un pin                                  |
| READ        | Lee un byte de un chip EEPROM                                     |
| READCODE    | Lee palabra desde un código de memoria                            |
| RESUME      | Continúa la ejecución desde una interrupción                      |
| RETURN      | Continúa en la declaración que sigue al último GOSUB              |
| REVERSE     | Convierte un pin de salida en entrada, o uno de entrada en salida |
| SELECT CASE | Compara una variable con diferentes valores                       |
| SERIN       | Entrada serial asincrónica (tipo BASIC Stamp1)                    |
| SERIN2      | Entrada serial asincrónica (tipo BASIC Stamp2)                    |
| SEROUT      | salida serial asincrónica (tipo BASIC Stamp1)                     |
| SEROUT2     | Salida serial asincrónica (tipo BASIC Stamp2)                     |
| SHIFTIN     | Entrada serial sincrónica   |
| SHIFTOUT    | Salida serial sincrónica  |

|              |  |
|--------------|--|
| SLEEP        | Apaga el procesador por un periodo de tiempo           |
| SOUND        | Genera un tono o ruido blanco en un pin                |
| STOP         | Detiene la ejecución del programa                      |
| SWAP         | Intercambia los valores de dos variables               |
| TOGGLE       | Hace salida a un pin y cambia de estado                |
| USBIN        | Entrada de USB   |
| USBINIT      | Inicializar USB  |
| USBOUT       | Salida de USB  |
| WHILE...WEND | Ejecuta declaraciones mientras la condición sea cierta |
| WRITE        | Graba bytes en un chip EEPROM                          |
| WRITECODE    | Escribe palabra en código de memoria                   |
| XIN          | Entrada X-10   |
| XOUT         | Salida X-10  |

Tabla 2.3 Set de instrucciones

## 2.4.4 ELABORACION DE PROGRAMA

```

*****
'* Name   : LlamadaDTMF3.BAS          *
'* Author : Andrea Quelal            *
'*        Elba Quinga                 *
'* Notice : Copyright (c) 2008 [set under view...options] *
'*        : All Rights Reserved       *
'* Date   : 16/02/2008                *
'* Version : 1.0                      *
'* Notes  :                            *
'*        :                            *
*****

'Programa para la construcción de un detector de robos
'e incendios que activa una alarma sonora y realiza una
' llamada a un telefono celular de un convencional

'DEFINICIONES INICIALES fusibles de configuracion
@ DEVICE PIC16F876A, HS_OSC, WDT_OFF, PWRT_OFF, BOD_OFF, LVP_OFF
@ DEVICE PIC16F876A, CPD_OFF, WRT_OFF, DEBUG_OFF, PROTECT_OFF

'DEFINICIONES INICIALES PARA CONFIGURAR EL HARDWARE DEL LCD*****
' Define el portico de Datos
DEFINE LCD_DREG PORTB
' Define el Bit de inicio de los Datos (0 or 4) si el bus es de 4-bit
DEFINE LCD_DBIT 4
' Define el pórtico en donde se encuentra el Bit E (Enable) del LCD
DEFINE LCD_EREG PORTA
' Define la posicion del bit en el portico del Bit E (Enable) del LCD
DEFINE LCD_EBIT 0
' Define el pórtico en donde se encuentra el Bit R/W (Read/Write) del LCD

```



```

DEFINE LCD_RWREG PORTA
' Define la posición del bit en el portico del Bit R/W del LCD
DEFINE LCD_RWBIT 1
' Define el pórtilco en donde se encuentra el Bit RS (Register Select) del LCD
DEFINE LCD_RSREG PORTA
' Define la posición del bit en el portico del Bit RS (Register Select) del LCD
DEFINE LCD_RSBIT 2
' Define el tamaño del bus de datos del LCD (4 or 8 bits)
DEFINE LCD_BITS 4
' Define el número de líneas del LCD
DEFINE LCD_LINES 2
' Define el tiempo de retardo para el envío del comando en microsegundos (us)
DEFINE LCD_COMMANDUS 2000
' Define el tiempo de retardo para el envío del dato en microsegundos (us)
DEFINE LCD_DATAUS 50

' DEFINICIONES DE LAS VARIABLES
LiTef    VAR porta.5 'nombre rele para el pin A.5, conecta Línea Telefónica
TonoDTMF var porta.3 'pin que genera tonos DTMF
Alarma   VAR portb.0 'nombre rele para el pin B.0 conectado ALARMA
Presencia var Portb.1 'Sensor de Presencia
Humo     var Portb.2 'Sensor de Humo
FuenteHumo var Portb.3 'Fuente para Sensor de Humo

Tiempo   VAR word
Tiempo1  VAR word
v        VAR BYTE
w        VAR BYTE
x        VAR BYTE
y        VAR BYTE
Z        VAR BYTE

```

Tecla VAR BYTE

Cont var byte

Cont1 var byte

Cont2 var byte

CLAVE VAR BYTE [4]

CLAVEDEF VAR BYTE [4]

Telefono VAR BYTE [10]

D1 VAR BYTE

D2 VAR BYTE

D3 VAR BYTE

D4 VAR BYTE

flag1 var bit

flag2 var bit

flag3 var bit

flag4 var bit

Activar var bit

Espera var bit

Tini1 con 90 'Constante Inicial espera 90 segundos

Tini2 con 90 'Constante Inicial espera 90 segundos,activar ALARMA

delay1 con 3500 'Constante entre mensajes

Mil con 100 'Constante de 1000

Retardo con 30000 'Constante 30000 aproximadamente 5 minutos

A0 VAR BYTE

A1 VAR BYTE

A2 VAR BYTE

A3 VAR BYTE

A4 VAR BYTE

A5 VAR BYTE

A6 VAR BYTE

A7 VAR BYTE

A8 VAR BYTE

B0 VAR BYTE

B1 VAR BYTE

B2 VAR BYTE

B3 VAR BYTE

B4 VAR BYTE

B5 VAR BYTE

B6 VAR BYTE

B7 VAR BYTE

B8 VAR BYTE

'DEFINICIONES INICIALES PARA CONFIGURAR EL TECLADO \*\*\*\*\*

F1 VAR PORTC.4 'nombres para los pines de las filas

F2 VAR PORTC.5

F3 VAR PORTC.6

F4 VAR PORTC.7

C1 VAR PORTC.0 'nombres para los pines de las columnas

C2 VAR PORTC.1

C3 VAR PORTC.2

C4 VAR PORTC.3

\*\*\*\*\* GUARDA CLAVE ACTIVACION ON/OFF \*\*\*\*\*

EEPROM 0, [1,2,3,4] 'cargar la memoria EEPROM desde la dirección 0,CLAVE

FOR X=0 TO 3

    READ X,CLAVEDEF[X]

NEXT X

\*\*\*\*\* GUARDA TELEFONO DE PRUEBA1 \*\*\*\*\*

EEPROM 8, [ 0,9,5,0,7,6,0,5,8] 'cargar la memoria EEPROM desde la dirección 8

\*\*\*\*\*

```

READ 8,A0
READ 9,A1
READ 10,A2
READ 11,A3
READ 12,A4
READ 13,A5
READ 14,A6
READ 15,A7
READ 16,A8

```

```

!***** GUARDA TELEFONO DE PRUEBA2 *****

```

```

EEPROM 24, [ 0,8,4,4,4,4,7,0,6] 'cargar la memoria EEPROM desde la dirección 24

```

```

!*****

```

```

READ 24,B0
READ 25,B1
READ 26,B2
READ 27,B3
READ 28,B4
READ 29,B5
READ 30,B6
READ 31,B7
READ 32,B8

```

```

DEFINE OSC 20      'definir oscilador externo de 20 MHZ

```

```

TRISA = %00000000  'Setea PORTA

```

```

TRISB = %00000110  'Setea PORTB

```

```

TRISC = %00001111  'Setea PORTC

```

```

ADCON1 = 7        'Portico A, como digitales

```

```

' INICIALIZACION DE VARIABLES

```

```

PORTC=255        'Inicializa el teclado

```

```

alarma=0         'Alarma apagada

```

```

LiTef=0      'Apagado interface linea telefonica
FuenteHumo=0  'Apagado Fuente del Sensor de Humo
CONT=0
CONT1=0
CONT2=0
flag3=1
Activar=0
Espera=0
Tiempo=Retardo
Tiempo1=0
Iniciar:
    Pause 500      'Espera inicializacion del LCD
    Lcdout $fe, 1  'Limpia la pantalla
    Lcdout "  ALARMA  "
    Lcdout $fe, $c0  'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "REALIZADO POR:"
    Pause delay1    'Esperar 4 segundos
    Lcdout $fe, 1  'Limpia la pantalla
    Lcdout " ANDREA QUELAL "
    Lcdout $fe, $c0  'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "  ELBA QUINGA "
    Pause delay1    'Esperar 4 segundos
    Lcdout $fe, 1  'Limpia la pantalla
    Lcdout "INICIALIZANDO..."
    Lcdout $fe, $c0  'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "SENSORES-90 SEG." '*****
Z=Tini1
FOR V=1 TO Tini1
    Z=Z-1
    PAUSE mil      'Pausa de un segundo
    Lcdout $fe, $c0  'Ir a la Segunda linea

```

```

        Lcdout "SENSORES-",DEC2 Z," SEG"
NEXT V
Pause mL           'Esperar 1 segundo
Lcdout $fe, 1      'Limpia la pantalla
Inicio:
if activar=0 then
    Lcdout $fe,$80," ALARMA " 'Ir a la Primera linea
    Lcdout $fe, $c0, " DESACTIVADA " 'Ir a la Segunda linea
else
    if espera=0 then
        Lcdout $fe, $80, "S. Presencia OFF" 'Ir a la Primera linea
        Lcdout $fe,$C0,"Sensor HUMO OFF" 'Ir a la Segunda linea
        gosub sensores
    else
        pauseus 800
        Tiempo=Tiempo-1
        Tiempo1=Tiempo/100
        Lcdout $FE,$80,"ESPERANDO 5 MIN." 'Ir a la Primera linea
        Lcdout $fe,$C0," ",DEC3 Tiempo1," SEG. " 'Ir a la Segundo linea
        if Tiempo=0 then
            Tiempo=Retardo
            espera=0
        endif
    endif
endif
endif
    gosub BARRIDO
    gosub REBOTE

if tecla>9 and tecla<14 then
    flag3=0
else

```

```
    flag3=1
endif

while flag3=0
    TECLA=255
    IF cont=0 then
        LCDOUT $fe,$80,"INGRESE LA CLAVE"
        LCDOUT $FE,$C0,"          "
        LCDOUT $FE,$C6
    endif
    gosub BARRIDO
    gosub REBOTE

    select case TECLA
        IF CONT<4 and tecla < 10 THEN
            CLAVE[CONT]=TECLA
            LCDOUT "*"
            cont=cont+1
        ENDIF
    case 14
        if cont=4 then
            FOR X=0 TO 3
                IF CLAVEDEF[X]=CLAVE[X] THEN
                    FLAG1=1
                ELSE
                    FLAG1=0
                ENDIF
            NEXT X
            IF FLAG1=1 THEN
                LCDOUT $FE,1," CLAVE CORRECTA "
                pause delay1
            
```

```
LCDOUT $FE,1,"ELIJA: A B C D "  
  gosub teclasabcd  
  flag3=1  
  CONT1=0  
else  
  LCDOUT $FE,1,"CLAVE INCORRECTA"  
ENDIF  
  PAUSE 2000  
else  
  LCDOUT $FE,1,"CLAVE INCORRECTA"  
  PAUSE 2000  
endif  
CONT=0  
CONT1=CONT1+1  
if cont1>=3 then  
  LCDOUT $FE,1,"Alarma Activada"  
  cont1=0  
  alarma=1  
  flag3=1  
  PAUSE 2000  
endif  
case 15  
  CONT=0  
end select  
wend  
GOTO Inicio
```

BARRIDO:

```
F1=0  
IF C1 = 0 THEN TECLA =1 :RETURN  
IF C2 = 0 THEN TECLA =2 :RETURN
```



```
IF C3 = 0 THEN TECLA =3 :RETURN
IF C4 = 0 THEN TECLA =10 :RETURN
  F1=1
  F2=0
IF C1 = 0 THEN TECLA =4 :RETURN
IF C2 = 0 THEN TECLA =5 :RETURN
IF C3 = 0 THEN TECLA =6 :RETURN
IF C4 = 0 THEN TECLA =11 :RETURN
  F2=1
  F3=0
IF C1 = 0 THEN TECLA =7 :RETURN
IF C2 = 0 THEN TECLA =8 :RETURN
IF C3 = 0 THEN TECLA =9 :RETURN
IF C4 = 0 THEN TECLA =12 :RETURN
  F3=1
  F4=0
IF C1 = 0 THEN TECLA =14:RETURN
IF C2 = 0 THEN TECLA =0 :RETURN
IF C3 = 0 THEN TECLA =15:RETURN
IF C4 = 0 THEN TECLA =13 :RETURN
  F4=1
  pause 3
return
```

REBOTE:

ESPERAR:

```
IF C1 = 0 THEN ESPERAR
IF C2 = 0 THEN ESPERAR
IF C3 = 0 THEN ESPERAR
IF C4 = 0 THEN ESPERAR
PAUSE 4
```

RETURN

Sensores:

If Presencia=1 then

D1=100

D2=10

D3=50

D4=10

Alarma=1

for w=1 to 2

Lcdout \$fe, 1 'Limpia la pantalla

Lcdout "S. Presencia ON "

Lcdout \$fe, \$c0 'Ir a la Segunda linea

Lcdout "Llamando TELF.1"

gosub llamada1

Lcdout \$fe, \$c0 'Ir a la Segunda linea

Lcdout "PAUSA 5 SEGUNDOS"

pause 5000

Lcdout \$fe, \$c0 'Ir a la Segunda linea

Lcdout "Llamando TELF.2"

gosub llamada2

Lcdout \$fe, \$c0 'Ir a la Segunda linea

Lcdout "PAUSA 5 SEGUNDOS"

pause 5000

next w

Lcdout \$fe, \$c0,"FIN DE LLAMADAS"

PAUSE Mil 'Pausa de un segundo

Espera=1

endif

If Humo=1 then

D1=150

```

D2=10
D3=80
D4=10
Alarma=1
FuenteHumo=0
for w=1 to 2
    Lcdout $fe, 1      'Limpia la pantalla
    Lcdout "Sensor HUMO ON "
    Lcdout $fe, $c0    'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "Llamando TELF.1"
    gosub llamada1
    Lcdout $fe, $c0    'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "PAUSA 5 SEGUNDOS"
    pause 5000
    Lcdout $fe, $c0    'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "Llamando TELF.2"
    gosub llamada2
    Lcdout $fe, $c0    'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "PAUSA 5 SEGUNDOS"
    pause 5000
next w
    Lcdout $fe, $c0,"FIN DE LLAMADAS"
    PAUSE mil          'Pausa de un segundo
    Espera=1
FuenteHumo=1
endif
RETURN

Llamada1:
pause 2000            'espera de 2 segundos antes de empezar
LiTef=1              'se conecta a la línea telefónica

```

```

PAUSE 2000      'espera 2 segundo hasta que exista tono de marcar
DTMFOUT TonoDTMF,[A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8] 'número al cual el PIC va a
llamar
pause 4000      'esperar 4 seg. hasta que alguien conteste
FOR x = 1 to 200  'repetir 200 veces, equivale aproximadamente a 48 segundos
    sound TonoDTMF,[D1,D2,D3,D4]  'enviar sonido por el telefono
NEXT
LiTef=0         'desconecta el relé, el cual cierra la llamada
return

```

Llamada2:

```

pause 2000      'espera de 2 segundos antes de empezar
LiTef=1         'se conecta a la línea telefónica
PAUSE 2000      'espera 2 segundo hasta que exista tono de marcar
DTMFOUT TonoDTMF,[B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8] 'número al cual el PIC va a
llamar
pause 4000      'esperar 4 seg. hasta que alguien conteste
FOR x = 1 to 200  'repetir 200 veces, equivale aproximadamente a 48 segundos
    sound TonoDTMF,[D1,D2,D3,D4]  'enviar sonido por el telefono
NEXT
LiTef=0         'desconecta el relé, el cual cierra la llamada
return

```

TECLASabcd:

```

flag4=0
while flag4=0
    tecla=255
    gosub barrido
    gosub rebote
    select case TECLA
    case 10

```

```

activar=~activar
z=Tini2
if activar=1 then
  LCDOUT $FE,$80," ACTIVANDO "
  Lcdout $fe,$C0,"ALARMA - 90 SEG." '*****'
  FOR V=1 TO Tini2
    Z=Z-1
    PAUSE Mil          'Pausa de un segundo
    Lcdout $fe, $c0    'Ir a la Segunda linea
    Lcdout "ALARMA - ",DEC2 Z," SEG"
  NEXT V
  PAUSE mil           'Pausa de un segundo
  FuenteHumo=1
else
  LCDOUT $FE,$80," DESACTIVANDO "
  Lcdout $fe,$C0," ALARMA " 'Ir a la Segunda linea
  ESPERA=0
  tiempo=retardo
  FuenteHumo=0
  PAUSE mil           'Pausa de un segundo
endif
alarma=0
TECLA=255
flag4=1
case 11
  cont2=0
  flag2=0
  while flag2=0
    tecla=255
    if cont2=0 then
      LCDOUT $FE,$80," CAMBIAR TELF.1 "

```

```
    LCDOUT $FE,$C0,"          "
    LCDOUT $FE,$C0
endif
gosub BARRIDO
gosub REBOTE
  select case TECLA
  IF CONT2 < 9 and tecla < 10 THEN
    Telefono[CONT2]=TECLA
    LCDOUT #TECLA
    cont2=cont2+1
  ENDIF
case 14
  if cont2=9 then
    for x=0 to 8
      write x+8,Telefono[x]
      pause 10
    next x
    READ 8,A0
    READ 9,A1
    READ 10,A2
    READ 11,A3
    READ 12,A4
    READ 13,A5
    READ 14,A6
    READ 15,A7
    READ 16,A8
    LCDOUT $FE,1,"NUEVO TELEFONO1"
    LCDOUT $FE,$c0,"  GUARDADO OK  "
    pause delay1
  else
    LCDOUT $FE,1,"NUEVO TELEFONO1"
```

```

        LCDOUT $FE,$c0," NO GRABADO....."
        pause delay1
    endif
    flag2=1
    cont2=0
    FLAG4=1
    case 15
        cont2=0
    end select
wend
case 12
    cont2=0
    flag2=0
    while flag2=0
        tecla=255
        if cont2=0 then
            LCDOUT $FE,$80," CAMBIAR TELF.2 "
            LCDOUT $FE,$C0,"          "
            LCDOUT $FE,$C0
        endif
        gosub BARRIDO
        gosub REBOTE
        select case TECLA
            IF CONT2 < 9 and tecla < 10 THEN
                Telefono[CONT2]=TECLA
                LCDOUT #TECLA
                cont2=cont2+1
            ENDIF
        end select
    end while
case 14
    if cont2=9 then
        for x=0 to 8

```

```
        write x+24,Telefono[x]
        pause 10
    next x
    READ 24,B0
    READ 25,B1
    READ 26,B2
    READ 27,B3
    READ 28,B4
    READ 29,B5
    READ 30,B6
    READ 31,B7
    READ 32,B8
    LCDOUT $FE,1,"NUEVO TELEFONO2"
    LCDOUT $FE,$c0," GUARDADO OK "
    pause delay1
else
    LCDOUT $FE,1,"NUEVO TELEFONO2 "
    LCDOUT $FE,$c0," NO GRABADO....."
    pause delay1
endif
flag2=1
cont2=0
FLAG4=1
case 15
    cont2=0
end select
wend
case 13
    cont2=0
    flag2=0
    while flag2=0
```



```

tecla=255
if cont2=0 then
    LCDOUT $FE,$80," CAMBIAR CLAVE "
    LCDOUT $FE,$C0,"          "
    LCDOUT $FE,$C0
endif
gosub BARRIDO
gosub REBOTE
select case TECLA
    IF CONT2 < 4 and tecla < 10 THEN
        Telefono[CONT2]=TECLA
        LCDOUT #TECLA
        cont2=cont2+1
    ENDIF
case 14
    if cont2=4 then
        for x=0 to 3
            write x,Telefono[x]
            pause 10
        next x
        FOR X=0 TO 3
            READ X,CLAVEDEF[X]
        NEXT X
        LCDOUT $FE,1,"  NUEVA CLAVE "
        LCDOUT $FE,$c0,"  GUARDADO OK "
        pause delay1
    else
        LCDOUT $FE,1,"  NUEVA CLAVE "
        LCDOUT $FE,$c0,"  NO GRABADO...."
        pause delay1
    endif

```

```
    flag2=1
    cont2=0
    FLAG4=1
  case 15
    cont2=0
  end select
wend
end select
wend
return

END
```

## CAPÍTULO III : PRUEBA, AJUSTE Y CALIBRACIÓN

### 3.1 REALIZACIÓN DE PRUEBAS

La tabla 3.1 contiene el número de pruebas realizadas en orden secuencial y en la parte de descripción podemos encontrar las apreciaciones en cada prueba.

| Nº de prueba | Descripción  |
|--------------|--|
| 1            | El sistema es encendido por primera vez, detecta el sensor de presencia al mismo instante que se enciende el sistema y activa la alarma por un tiempo de 1 minuto y medio. |
| 2            | Se enciende el sistema, los sensores trabajan según se proyecto y cumplen todas las expectativas pero al momento de activar la sirena se reinicia el sistema.              |
| 3            | Se enciende nuevamente el proto y el sistema ya intenta realizar la primera llamada.   |
| 4            | El sistema se enciende o se apaga correctamente solo desde el interruptor.   |
| 5            | El micro que utilizamos inicialmente era 16F628A tiene 18 pines y una capacidad de memoria de 4 KB   |
| 6            | En esta prueba pudimos observar que cualquier persona puede hacer cambios mediante el teclado.   |
| 7            | En cada cambio realizado se hacía un reajuste de programa pero en esta ocasión fue por el LCD  |
| 8            | El sistema funciona correctamente solo es necesario hacer ajustes de tiempo. Se hizo la llamada desde el teléfono convencional al celular por medio del sistema            |
| 9            | El programa que se desarrollo permite primero inicializar los sensores y luego por medio de la clave encender la alarma.   |
| 10           | El sistema en el proto funciona correctamente  |
| 11           | Una vez armado el circuito impreso se realiza pruebas de encendido apagado, de reinicialización del micro, pero el teclado no era detectado                                |

|    |   |
|----|---|
| 12 | En una de las pruebas que realizamos, el micro se quemó al caer un rayo   |
| 13 | En un descuido al conectar, el sensor de humo se quemó  |
| 14 | Al instalar en el sistema el nuevo sensor pudimos apreciar que una vez encendido este se quedaba funcionando permanentemente. |
| 15 | En esta última prueba todo el circuito está en correcto funcionamiento.   |

Tabla 3.1 Observaciones

### 3.2 ERRORES ENCONTRADOS

La tabla 3.2 contiene el número de pruebas realizadas en orden secuencial y en la parte de descripción podemos encontrar los errores detectados en cada prueba

| Nº de prueba | Error encontrado   |
|--------------|--|
| 1            | Para que los sensores entren en correcto funcionamiento es necesario un tiempo de inicialización, después de este tiempo los sensores se apagan y empiezan a cumplir su función.   |
| 2            | La corriente que consume la sirena es superior a la que proporciona el transformador para todo el circuito.  |
| 3            | El motivo por que la llamada no concluyó es porque el cristal que utilizamos es de una frecuencia muy baja.  |
| 4            | No hay forma de apagar el sistema sin exponer externamente el interruptor en el caso de este proyecto se encuentre dentro de una caja y la llave sea extraviada.<br>Si un teléfono celular es extraviado o es cambiado por el dueño, el sistema de alarma sigue realizando la llamada infructuosa al mismo número. |
| 5            | El número de pines del micro es muy poco para la implementación del teclado.   |
| 6            | Cualquier persona podía realizar cambios innecesarios además de que no se podía visualizar la información.   |
| 7            | El tamaño del programa supera la capacidad de almacenamiento de la memoria del micro.  |

|    |  |
|----|--|
| 8  | Si el usuario del teléfono celular no puede contestar a tiempo, el tiempo dejado inicialmente no es suficiente como para que llegue al buzón de mensajes   |
| 9  | Al momento de encender la alarma se necesita un tiempo determinado para poder salir de la casa o lugar donde se encuentre instalada la alarma y no ser detectado como amenaza.   |
| 10 | Ninguno  |
| 11 | El bus de datos ID estaba averiado   |
| 12 | El fusible que estábamos utilizando era de mucha corriente y no sirvió como protección para el circuito.   |
| 13 | No teníamos bien identificadas las salidas y las entradas del sensor y conectamos los 12V de entrada en los contactos del relé, dicho sensor no pudo ser reparado ni pudo ser reemplazado por otro de las misma características, se compro un sensor similar |
| 14 | El sensor de humo tenía que ser desenergizado para apagarse mientras que el sensor anterior se encendía solo al momento de la detección esperaba 4 minutos y volvía a sensor si no encontraba nada se apagaba automáticamente                                |
| 15 | Ninguno  |

Tabla 3.2 Errores

### 3.3 AJUSTES

La tabla 3.3 contiene el número de pruebas realizadas en orden secuencial y se describe las correcciones que se hizo en cada prueba hasta obtener el proyecto como se propuso inicialmente con algunas mejoras.

| Nº de prueba | Ajuste realizado   |
|--------------|--|
| 1            | Se da en el programa 90 segundos para inicializar los sensores.        |
| 2            | Se reemplaza la Sirena en lugar del transformador por abaratar costos. |

|    |   |
|----|---|
| 3  | El cristal inicial de 4MHz es sustituido por uno de 20MHz   |
| 4  | Se implementa un teclado para hacer cambios de teléfonos en el micro sin necesidad de extraer el micro de la placa. |
| 5  | Cambiamos el PIC anterior por el PIC 16F873A ya que tiene 28 pines  |
| 6  | Implementamos un LCD y una clave en sistema   |
| 7  | El micro anterior es reemplazado por el 16F786A que tiene 28 pines pero la capacidad de memoria es de 8KB           |
| 8  | El tiempo que se deja desde del marcado para empezar a enviar el tono es de 1.5 seg.                                |
| 9  | El tiempo que se creyó prudente es de 90 segundos.  |
| 10 | ninguno   |
| 11 | Cambiamos de bus.   |
| 12 | El fusible fue cambiado por uno de menor amperaje (2A)  |
| 13 | Se reemplaza el sensor anterior por un ECO 1003   |
| 14 | Se tuvo que diseñar un circuito único de fuente para energizar y desenergizar el sensor de humo.                    |
| 15 | Ninguno   |

Tabla 3.3 Ajustes

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Se ha cumplido con el objetivo de construir un dispositivo capaz de detectar intentos de robos o incendios en una casa y que realice una llamada de comunicación desde un teléfono convencional a un teléfono celular activando además una alarma sonora.
- El microcontrolador que utilizamos es muy eficiente por cuanto consta de suficientes pines y una memoria de buena capacidad, el uso de los microcontroladores es muy extenso ya que pueden ser usados para diferentes aplicaciones y en diversos proyectos.
- Este proyecto mejora la seguridad de las viviendas al estar el dueño ausente.
- Es de fácil manejo solo es necesario leer la información que proporciona el LCD y saber manejar el teclado.
- La fuente recargable proporciona mayor eficacia en el rendimiento total del sistema es decir no hay un solo momento en el que el proyecto deje de funcionar a menos que sea por manipulación del dueño.
- El sistema de alarma está diseñado de tal manera que chequea permanentemente los sensores a menos de que la alarma sea desactivada.
- El sistema de alarma es muy eficiente y dan cierto grado de seguridad al salir del hogar ya que nos proporciona una alerta telefónica.

## RECOMENDACIONES

- Para poder manejar con mayor facilidad las ventajas que ofrece el micro se debe estudiar con detalle todas las instrucciones ya que esto hace más fácil su manejo y reduce el tamaño del programa.
- Se recomienda no manipular los pines del micro con la mano ya que estos pines son muy susceptibles.
- En un proyecto como este se pueden incrementar sensores, dar opción a que determinados sensores estén encendidos durante todo el día.
- Antes del diseño de la baquelita se debe tener en cuenta cuantos sensores se van a utilizar y como van a funcionar ya que no todo depende de la programación.
- Al momento de instalar los sensores tanto de humo como de presencia se debe tomar en cuenta su forma de conexión ya que se puede ocasionar daño o pérdida completa de los mismos.
- Cuando se quiera realizar un proyecto se debe tomar en cuenta la disponibilidad de los elementos en el mercado ya que algunos elementos microcontroladores son más comúnmente encontrados en las casas de electrónica que otros.
- No es conveniente emprender un proyecto basado en cierto microcontrolador, sensor periférico, etc. que escasea en el mercado ya que podría no satisfacer nuestra demanda y detener el proyecto.



## BIBLIOGRAFIA

- Angulo Martínez, Ignacio 2ed (Microcontroladores PIC diseño práctico de aplicaciones
- Boylestad Roberto . Electrónica Teoría de Circuitos. Quinta Edición
- Apuntes de Electrónica I
- Apuntes de Electrónica II
- Apuntes Ing. Alcívar Costales, Materia de “CONTROL CON MICROPROCESADORES”
- Introduction to Control System Technology (7th Edition), Robert N., P.E. Bateson, Robert N. Bateson.
- <http://www.pablin.com.ar/electron/circuito/telefon/decdtmf2/index.htm>
- Teoría de detección de los sensores de humo  
[www.mtas.es/insht/ntp/vigencia.htm](http://www.mtas.es/insht/ntp/vigencia.htm)  
“[http://es.wikipedia.org/wiki/Detector\\_de\\_humo](http://es.wikipedia.org/wiki/Detector_de_humo)”
- <http://www.ferroclub.org.ar/Lynch/Lynch/Tecnica/estacion%20digital.htm>
- <http://alarmasat.tripod.com/id37.html>
- <http://www.proyec.com/alarmas-chalet.htm>

# **ANEXOS**

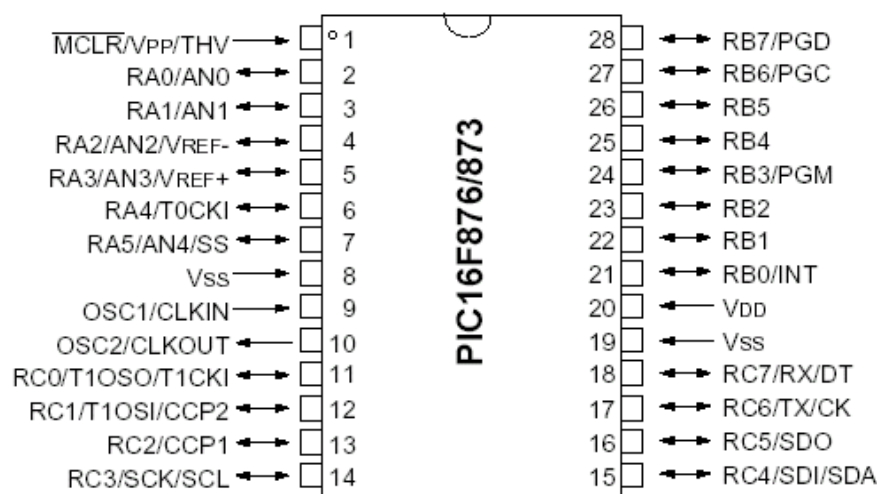
# ANEXO 1

- a) CARACTERÍSTICAS DEL PIC 16F876A
- b) DISTRIBUCIÓN DE PINES
- c) CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS

a)

| Key Features<br>PICmicro™ Mid-Range Reference<br>Manual (DS33023) | PIC16F873               | PIC16F874               | PIC16F876               | PIC16F877               |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Operating Frequency   | DC - 20 MHz             | DC - 20 MHz             | DC - 20 MHz             | DC - 20 MHz             |
| RESETS (and Delays)   | POR, BOR<br>(PWRT, OST) | POR, BOR<br>(PWRT, OST) | POR, BOR<br>(PWRT, OST) | POR, BOR<br>(PWRT, OST) |
| FLASH Program Memory<br>(14-bit words)                            | 4K                      | 4K                      | 8K                      | 8K                      |
| Data Memory (bytes)   | 192                     | 192                     | 368                     | 368                     |
| EEPROM Data Memory  | 128                     | 128                     | 256                     | 256                     |
| Interrupts  | 13                      | 14                      | 13                      | 14                      |
| I/O Ports   | Ports A,B,C             | Ports A,B,C,D,E         | Ports A,B,C             | Ports A,B,C,D,E         |
| Timers  | 3                       | 3                       | 3                       | 3                       |
| Capture/Compare/PWM Modules                                       | 2                       | 2                       | 2                       | 2                       |
| Serial Communications   | MSSP, USART             | MSSP, USART             | MSSP, USART             | MSSP, USART             |
| Parallel Communications   | —                       | PSP                     | —                       | PSP                     |
| 10-bit Analog-to-Digital Module                                   | 5 input channels        | 8 input channels        | 5 input channels        | 8 input channels        |
| Instruction Set   | 35 instructions         | 35 instructions         | 35 instructions         | 35 instructions         |

b)



c)

## 15.0 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### Absolute Maximum Ratings †

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Ambient temperature under bias.....  | -55 to +125°C           |
| Storage temperature .....  | -65°C to +150 °C        |
| Voltage on any pin with respect to Vss (except VDD, MCLR, and RA4) .....                 | -0.3 V to (VDD + 0.3 V) |
| Voltage on VDD with respect to Vss .....   | -0.3 to +7.5 V          |
| Voltage on MCLR with respect to Vss ( <b>Note 2</b> ) .....                              | 0 to +14 V              |
| Voltage on RA4 with respect to Vss .....   | 0 to +8.5 V             |
| Total power dissipation ( <b>Note 1</b> ).....   | 1.0 W                   |
| Maximum current out of Vss pin .....   | 300 mA                  |
| Maximum current into VDD pin .....   | 250 mA                  |
| Input clamp current, I <sub>IK</sub> (V <sub>I</sub> < 0 or V <sub>I</sub> > VDD).....   | ± 20 mA                 |
| Output clamp current, I <sub>OK</sub> (V <sub>O</sub> < 0 or V <sub>O</sub> > VDD) ..... | ± 20 mA                 |
| Maximum output current sunk by any I/O pin.....  | 25 mA                   |
| Maximum output current sourced by any I/O pin .....                                      | 25 mA                   |
| Maximum current sunk by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....       | 200 mA                  |
| Maximum current sourced by PORTA, PORTB, and PORTE (combined) ( <b>Note 3</b> ).....     | 200 mA                  |
| Maximum current sunk by PORTC and PORTD (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....               | 200 mA                  |
| Maximum current sourced by PORTC and PORTD (combined) ( <b>Note 3</b> ) .....            | 200 mA                  |

### Note

**1:** Power dissipation is calculated as follows:  $P_{dis} = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$

**2:** Voltage spikes below Vss at the MCLR pin, inducing currents greater than 80 mA, may cause latch-up.

Thus, a series resistor of 50-100 $\Omega$  should be used when applying a “low” level to the MCLR pin, rather than pulling this pin directly to Vss.

**3:** PORTD and PORTE are not implemented on PIC16F873/876 devices.

† NOTICE: Stresses above those listed under “Absolute Maximum Ratings” may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at those or any other conditions above those

indicated in the operation listings of this specification is not implied. Exposure to maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability

## ANEXO 2

# TRANSFORMADOR



## ANEXO 3

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL DIODO 1N4007



## MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Rating 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Single phase half wave, 60Hz, resistive or inductive load.

For capacitive load, derate current by 20%.

| TYPE NUMBER   | 1N4001 | 1N4002 | 1N4003 | 1N4004 | 1N4005 | 1N4006 | 1N4007 | UNITS    |      |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|------|
| Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage  | 50     | 100    | 200    | 400    | 600    | 800    | 1000   | V        |      |
| Maximum RMS Voltage   | 35     | 70     | 140    | 280    | 420    | 560    | 700    | V        |      |
| Maximum DC Blocking Voltage   | 50     | 100    | 200    | 400    | 600    | 800    | 1000   | V        |      |
| Maximum Average Forward Rectified Current<br>.375"(9.5mm) Lead Length at Ta=75°C                      |        |        |        |        |        |        |        | 1.0      | A    |
| Peak Forward Surge Current, 8.3 ms single half sine-wave<br>superimposed on rated load (JEDEC method) |        |        |        |        |        |        |        | 30       | A    |
| Maximum Instantaneous Forward Voltage at 1.0A   |        |        |        |        |        |        |        | 1.0      | V    |
| Maximum DC Reverse Current Ta=25°C  |        |        |        |        |        |        |        | 5.0      | μA   |
| at Rated DC Blocking Voltage Ta=100°C   |        |        |        |        |        |        |        | 50       | μA   |
| Typical Junction Capacitance (Note 1)   |        |        |        |        |        |        |        | 15       | pF   |
| Typical Thermal Resistance RθJA (Note 2)  |        |        |        |        |        |        |        | 50       | °C/W |
| Operating and Storage Temperature Range T <sub>J</sub> , T <sub>STG</sub>                             |        |        |        |        |        |        |        | -65—+150 | °C   |

## ANEXO 4

# CARACTERISTICAS ELECTRICAS DEL REGULADO DE VOLTAJE 7805

## Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit,  $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{mA}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $C_I = 0.33\mu\text{F}$ ,  $C_O = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

| Parameter                | Symbol                  | Conditions   | KA7805                                |      |      | Unit                   |    |
|--------------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|------|------|------------------------|----|
|                          |                         |  | Min.                                  | Typ. | Max. |                        |    |
| Output Voltage           | $V_O$                   | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$  | 4.8                                   | 5.0  | 5.2  | V                      |    |
|                          |                         | $5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$ , $P_O \leq 15\text{W}$<br>$V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$ | 4.75                                  | 5.0  | 5.25 |                        |    |
| Line Regulation (Note1)  | Regline                 | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$  | $V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$      | -    | 4.0  | 100                    | mV |
|                          |                         |  | $V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$      | -    | 1.8  | 50                     |    |
| Load Regulation (Note1)  | Regload                 | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$  | $I_O = 5.0\text{mA to } 1.5\text{A}$  | -    | 9    | 100                    | mV |
|                          |                         |  | $I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$ | -    | 4    | 50                     |    |
| Quiescent Current        | $I_Q$                   | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$  | -                                     | 5.0  | 8.0  | mA                     |    |
| Quiescent Current Change | $\Delta I_Q$            | $I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$   | -                                     | 0.03 | 0.5  | mA                     |    |
|                          |                         | $V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$   | -                                     | 0.3  | 1.3  |                        |    |
| Output Voltage Drift     | $\Delta V_O / \Delta T$ | $I_O = 5\text{mA}$   | -                                     | -0.8 | -    | mV/ $^{\circ}\text{C}$ |    |
| Output Noise Voltage     | $V_N$                   | $f = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$                                    | -                                     | 42   | -    | $\mu\text{V}/V_O$      |    |
| Ripple Rejection         | RR                      | $f = 120\text{Hz}$<br>$V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$   | 62                                    | 73   | -    | dB                     |    |
| Dropout Voltage          | $V_{\text{Drop}}$       | $I_O = 1\text{A}$ , $T_J = +25^{\circ}\text{C}$  | -                                     | 2    | -    | V                      |    |
| Output Resistance        | $r_O$                   | $f = 1\text{kHz}$  | -                                     | 15   | -    | m $\Omega$             |    |
| Short Circuit Current    | $I_{\text{SC}}$         | $V_I = 35\text{V}$ , $T_A = +25^{\circ}\text{C}$   | -                                     | 230  | -    | mA                     |    |
| Peak Current             | $I_{\text{PK}}$         | $T_J = +25^{\circ}\text{C}$  | -                                     | 2.2  | -    | A                      |    |

### Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

## ANEXO 5

- a) BUS DE DATOS ID 20 CANALES
- b) BUS DE DATOS ID 10 CANALES

a)

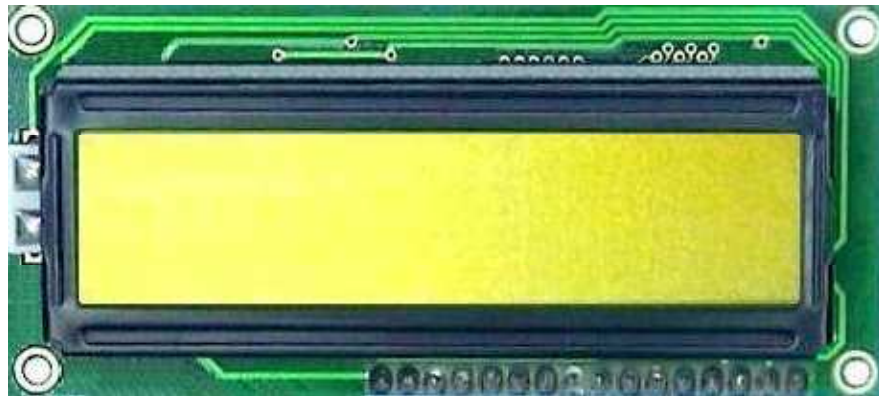


b)



## ANEXO 6

### LCD. DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO



## ANEXO 7

### TECLADO MATRICIAL DE 4X4





## ANEXO 8

SENSOR DE HUMO ECO 1003



## ANEXO 9

# CARACTERISTICAS DEL TRANSISTOR 2N3904

**MAXIMUM RATINGS**

| Rating  | Symbol         | Value       | Unit                       |
|---|----------------|-------------|----------------------------|
| Collector – Emitter Voltage   | $V_{CEO}$      | 40          | Vdc                        |
| Collector – Base Voltage  | $V_{CBO}$      | 60          | Vdc                        |
| Emitter – Base Voltage  | $V_{EBO}$      | 6.0         | Vdc                        |
| Collector Current – Continuous  | $I_C$          | 200         | mAdc                       |
| Total Device Dissipation<br>@ $T_A = 25^\circ\text{C}$<br>Derate above $25^\circ\text{C}$ | $P_D$          | 625<br>5.0  | mW<br>mW/ $^\circ\text{C}$ |
| Total Device Dissipation<br>@ $T_C = 25^\circ\text{C}$<br>Derate above $25^\circ\text{C}$ | $P_D$          | 1.5<br>12   | W<br>mW/ $^\circ\text{C}$  |
| Operating and Storage Junction<br>Temperature Range                                       | $T_J, T_{stg}$ | -55 to +150 | $^\circ\text{C}$           |

## ANEXO 10

### SENSOR DE PRESENCIA



## ANEXO 11

### SIRENA UTILIZADA EN EL PROYECTO





## ANEXO 12

### MANUAL DE USUARIO

## PARTE INTERNA

Al tratarse de una alarma el interruptor de encendido y apagado debe ir dentro de la caja y cerrado con llave para evitar que los intrusos puedan manipular dicha alarma. Para que esta alarma entre en funcionamiento debemos tener un tomacorriente de 110VAC y un Jack telefónico (línea telefónica convencional activada para llamadas a celular)

Parte interior de la caja



1. Interruptor de encendido y apagado.- enciende la alarma para el lado derecho y la apaga para el izquierdo. Este interruptor sirve para apagar completamente la alarma saliendo de cualquier proceso en el que se encuentre.
2. Pulsador de interrupción.- permite reiniciar el sistema en cualquier instrucción que se encuentre sin la necesidad de que el sistema sea apagado.
3. Fusible de protección
4. Conector para línea telefónica.- usted debe insertar aquí el conector telefónico macho y el otro extremo debe ir conectado a la red telefónica (jack telefónico de pared).

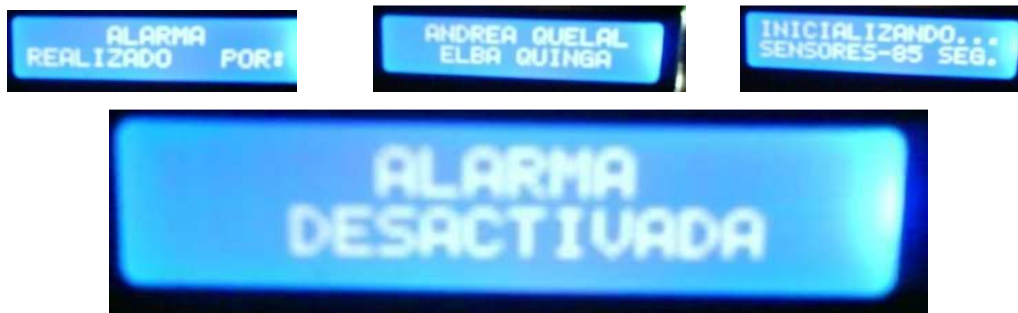
5. Perilla.- sirve para controlar el contraste del LCD es decir para aumentar o disminuir su luminosidad.

### PARTE EXTERIOR



1. Pantalla de Cristal líquido.- Una vez encendido el sistema de alarma en el LCD aparecen varios mensajes.
2. Teclado.- sirve para activar o desactivar la alarma, para cambiar la clave o para cambiar los números telefónicos.

Los mensajes iniciales que se muestran en pantalla son:



Para la manipulación del usuario se recomienda que la alarma permanezca activada o desactivada de preferencia sin ser apagada.

Luego de que aparece este último mensaje solo presionando cualquiera de teclas de

letras **A**, **B**, **C** o **D**. Entonces aparecerá el mensaje

ingresamos la clave de 4 dígitos que por default es 1234 y presionamos , en el momento de digitar no aparece los números ingresados solo se puede visualizar la

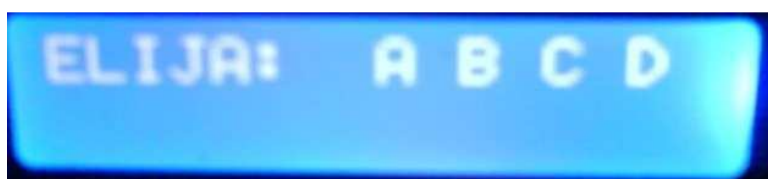
pantalla de la siguiente manera esto es por seguridad, si no está seguro de haber ingresado correctamente la clave o si digitó de manera errónea

algún número se puede borrar presionando la tecla , se debe volver a ingresar

los números y presionar que sirve para aceptar cualquier ingreso manual, si la

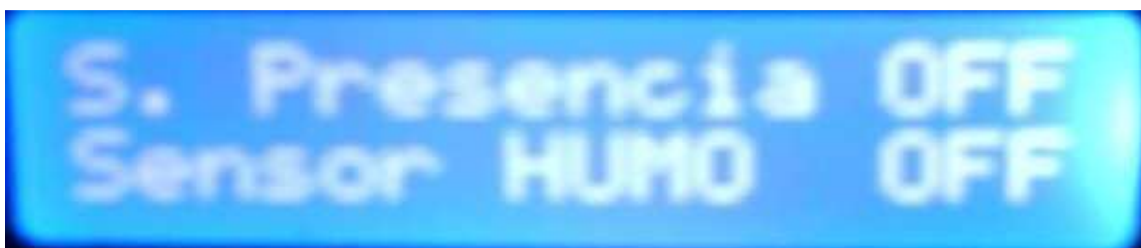
clave ingresada fue correcta aparecerá

a continuación de esto se despliega un menú con cuatro opciones:






### 1. Para activar la alarma.

Presione la tecla A y puede observar que aparece el mensaje ACTIVANDO ALARMA 90 SEG, después de transcurridos los 90 segundos en cuenta regresiva, estos 90 segundos le dará tiempo para que pueda salir de su casa sin ser detectado como amenaza. Luego aparece ALARMA ACTIVADA, y el sistema chequea los sensores mostrando en la pantalla lo siguiente:







Esto quiere decir que los sensores están apagados y todo está en orden. En el caso de que el sensor de presencia o el sensor de humo se activen, se enciende la sirena y empieza el ciclo de llamada telefónica.

Entonces, aparecerá  o  (es decir la primera llamada al teléfono 1 está en proceso), hará una pausa de 5 segundos y realizará la siguiente llamada  o ..... (Primera llamada al teléfono 2 en proceso). Hace otra pausa de 5 segundos y llama por segunda vez a los 2 teléfonos después de esto aparece un mensaje en el LCD que indica el FIN DE LLAMADA pero durante todo este proceso de llamada ninguna tecla puede desactivar la alarma salvo que sea apagada internamente desde el interruptor y esto solo es posible teniendo la llave.




Aquí tenemos una pausa más larga de 5 minutos tiempo durante el cual podemos desactivar la alarma solo teniendo la clave o apagándolo desde el interior de la caja. Chequea otra vez los sensores y si siguen activados se repite el proceso hasta que la alarma sea desactivada o desenergizada.

### 2. Para cambiar los números telefónicos

En el menú de opciones escoja la tecla B para cambiar el teléfono 1 o la tecla C para cambiar el teléfono 2

Si escoge cualquiera de las dos opciones deberá ingresar el número manualmente utilizando el teclado y el número ingresado se muestra en pantalla  , si el número es correcto presione la tecla  para aceptar el cambio y si es incorrecto presione la tecla  ingrese otra vez todo el número y presione  y el número telefónico será cambiado y guardado.

### 3. Para cambiar la clave

Presione la tecla D puede observar el mensaje CAMBIAR CLAVE, en la misma pantalla aparecerá los números que presione  presione la tecla  para guardar o,  para corregir.

Siempre después haber ingresado a cualquiera de las 3 últimas opciones el sistema regresa a la pantalla de ALARMA DESACTIVADA.