

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

## **CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD INALÁMBRICO PARA UNA URBANIZACIÓN PRIVADA**

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

**CHICAIZA CHANCUSIG CRISTINA RAQUEL**  
kelycriss2006@hotmail.com

**ANDREA YADIRA LLUMIQUINGA JIMÉNEZ**  
aerdna18\_llj@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. ALCÍVAR EDUARDO COSTALES GUADALUPE**  
eduardo.costales@epn.edu.ec

**Quito, junio, 2013**

## DECLARACIÓN

Nosotras CRISTINA RAQUEL CHICAIZA CHANCUSIG Y ANDREA YADIRA LLUMIQUINGA JIMÉNEZ, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada 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.

.....  
Cristina Chicaiza Ch.

.....  
Andrea Llumiquinga J.

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por CRISTINA RAQUEL CHICAIZA CHANCUSIG Y ANDREA YADIRA LLUMIQUINGA JIMÉNEZ, bajo mi supervisión.

---

**Ing. ALCÍVAR COSTALES**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por iluminar siempre mi camino y seguir cada uno de mis pasos permitiéndome hoy culminar una de mis metas.

A mis queridos y extrañados padres por su apoyo incondicional a pesar de la distancia nunca me dejaron desmayar con su amor, comprensión y aliento.

A mi suegra y cuñadas, por el gran apoyo que me dieron con el cuidado de mi pequeño Dilan mientras yo iba a estudiar, gracias de corazón.

Por otro lado agradezco al Ing. Alcívar Costales por la disposición a ayudarme en la elaboración de este proyecto.

***Cristina Chicaiza***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por siempre estar junto a mí, por nunca abandonarme y permitirme culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi carrera y desarrollo de esta tesis.

A mis hermanos, sobrinos, cuñadas, cuñado y familiares cercanos que siempre me han ayudado y apoyado en toda mi vida.

***Gracias a todos ustedes***

***Andrea Llumiquinga***

## **DEDICATORIA**

A mis padres Sergio Chicaiza y Adela Chancusig por todo su sacrificio, trabajo y dedicación para darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual, gracias a su apoyo se cristaliza una más de mis metas.

A mi esposo por su comprensión, paciencia y amor que hicieron que yo pueda seguir siempre adelante, como también por los días y horas que tuvo que hacer los papeles de madre y padre.

A mi hijo por ser mi fuerza e impulso desde el momento en que lo sentí dentro de mí, y por todas esas horas que no pude estar junto a él y comprender a su corta edad que su madre debía cumplir sus objetivos, te amo mi tesoro Dilan.

A mis hermanos René, Mauro, Diego y mi hermana Lorena por confiar en mí, apoyarme en todo momento y circunstancias de mi vida y demostrar a todos que siempre estaremos unidos a pesar de la distancia estamos cuidándonos el uno hacia el otro, Amo mucho a toda mi familia.

***Cristina Chicaiza***

## DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Eduardo Llumiquinga y Teresa Jiménez, que han sido un ejemplo a seguir, por ser unos excelentes padres y siempre estar a mi lado en los buenos y malos momentos que he vivido en el desarrollo de mi carrera y de mi vida. Gracias a ellos he llegado a culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi esposo Wladimir y a mi princesa Doménica, por ser mi fortaleza y la luz de mi vida.

A mis hermanos Lenin, Paola, Edwin, Elena y Fernanda por enseñarme que no hay límites y que siempre me impulsaron para cumplir todas mis metas.

*Con mucho amor*  
**Andrea Llumiquinga**

# ÍNDICE

<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XII</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>1</b>
1.1 SISTEMA DE ALARMA1 .....	1
1.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALARMA.....	1
1.1.2 BENEFICIOS DEL SISTEMA DE ALARMA.....	1
1.1.3 ELEMENTOS DE UNA ALARMA1.....	2
1.2 SENSORES.....	5
1.2.1 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SENSOR.....	5
1.2.2 TIPOS DE SENSORES.....	6
1.3 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.....	9
1.3.1 CAMPOS DE UTILIZACIÓN .....	9
1.4 RADIOFRECUENCIA .....	10
1.4.1 DEFINICIÓN .....	10
1.4.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO .....	11
1.4.3 DIVISIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO <sup>6</sup> .....	13
1.4.4 BANDA CIUDADANA .....	14
1.4.5 LA ANTENA.....	16
1.5 MODOS DE TRANSMISIÓN.....	18
1.5.1 SIMPLEX.....	18
1.5.2 HALF-DUPLEX O SEMI-DUPLEX .....	19
1.5.3 FULL DUPLEX.....	20
1.6 MICROCONTROLADOR .....	20
1.6.1 DEFINICIÓN .....	20
1.6.2 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN MICROCONTROLADOR9 .....	21
1.6.3 RECURSOS ESPECIALES DEL MICROCONTROLADOR .....	26
1.6.4 DIFERENCIA ENTRE MICROPROCESADOR Y MICROCONTROLADOR.....	30
1.7 DESCRIPCIÓN DEL PIC 16F877A .....	32
1.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL PIC 16F877A.....	32
1.7.2 MEMORIA DE PROGRAMA PIC 16F877A .....	33
1.7.3 MEMORIA DE DATOS.....	34
1.7.4 DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS .....	35
1.7.5 LÍNEAS DE ENTRADA/SALIDA.....	35
1.7.6 RELOJ PRINCIPAL.....	36
1.7.7 DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL PIC 16F877A .....	37
1.7.8 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES Y SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR.....	39
1.8 TRANSMISOR TX- 2B Y RECEPTOR RX-2B .....	41

1.8.1	TRANSMISOR TX-2B.....	42
1.8.2	RECEPTOR RX- 2B.....	44
1.9	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PIC-C COMPILER.....	46
1.9.1	INICIO.....	47
1.9.2	COMPILADOR.....	48
1.9.3	HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE .....	49
1.9.4	INSTRUCCIONES BÁSICAS DE PIC-C COMPILER PARA EL PROGRAMADOR .....	51
1.9.5	FUNCIONES PARA EL LCD.....	55
1.10	SENTENCIAS LÓGICAS Y OPERADORES.....	56
1.10.1	IF – THEM – ELSE.....	56
1.10.2	FOR – NEXT .....	56
1.10.3	SELECT – CASE .....	57
1.10.4	OPERADORES Y EXPRESIONES .....	57
<b>CAPÍTULO II: PROPUESTA DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA INALÁMBRICO.....</b>		<b>62</b>
1.11	REQUERIMIENTOS RESIDENCIALES.....	62
1.12	DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE .....	63
1.12.1	ETAPA DE SEGURIDAD EN EL HOGAR (SENSORES).....	64
1.12.2	ETAPA DE SEGURIDAD COMUNITARIA (MODULADORES DE FRECUENCIA).....	68
1.13	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS .....	69
1.13.1	SISTEMA DE CONTROL .....	69
1.13.2	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN .....	75
1.13.3	SISTEMA DE POTENCIA .....	77
1.13.4	FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONTÍNUA. ....	79
1.13.5	SISTEMA DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO (sensores).....	80
1.14	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE .....	85
1.14.1	DIAGRAMAS DE FLUJO.....	85
1.14.2	PROGRAMA DEL SISTEMA INALÁMBRICO PARA 16F877A.....	90
<b>CAPÍTULO III: SIMULACIONES, COMPROBACION, PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>		<b>95</b>
1.15	PRUEBAS.....	95
1.15.1	CIRCUITO DE RECEPCIÓN DE DATOS.....	95
1.15.2	CIRCUITO DE TRASMISIÓN DE DATOS.....	95
1.15.3	CIRCUITO DEL MICROCONTROLADOR 16F877A CON EL LCD. ....	96
1.16	PRUEBAS Y RESULTADOS .....	96
1.17	ELABORACIÓN DE PLACAS .....	97
<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>99</b>
1.18	CONCLUSIONES .....	99
1.19	RECOMENDACIONES .....	102
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>104</b>
<b>ANEXO A: DATASHEET 16F877A.....</b>		<b>105</b>
<b>ANEXO B: DATASHEET TX-2B Y RX-2B .....</b>		<b>105</b>
<b>DATASHEET 16F877A.....</b>		<b>106</b>
<b>DATASHEET TX-2B Y RX-2B.....</b>		<b>108</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

FIGURA 1.1 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SENSOR.....	6
FIGURA 1.2 DETECTOR DE MOVIMIENTO ANTI MASCOTAS.....	7
FIGURA 1.3 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO Y LONGITUD DE ONDA EN METROS.....	11
FIGURA 1.11 DIFERENCIAS ENTRE MICROPROCESADOR Y MICROCONTROLADOR .....	31
FIGURA 1.12 MEMORIA DE PROGRAMA PIC 16F877A .....	33
FIGURA 1.15 DIAGRAMA DE BLOQUES DE TRANSMISOR TX 2B <sup>16</sup> .....	42
FIGURA 1.16 PINES DE CONFIGURACIÓN TX-2B <sup>16</sup> .....	43
FIGURA 1.17 DIAGRAMA DE BLOQUES DE RECEPTOR RX 2B <sup>16</sup> .....	44
FIGURA 1.18 PINES DE CONFIGURACIÓN RX-2B <sup>16</sup> .....	45
FIGURA 1.19 AMBIENTE DE PROGRAMACIÓN PIC-C COMPILER.....	47
FIGURA 1.20 BARRA DE HERRAMIENTAS.....	48
FIGURA 1.21 ICONO DEL COMPILADOR C COMPLILER .....	48
FIGURA 1.22 CUADRO DE CONFIRMACIÓN DE COMPILACIÓN.....	49

## CAPÍTULO 2

FIGURA 2.1 MENSAJE ALARMA COMUNITARIA .....	64
FIGURA 2.2 MENSAJE ALARMA CARGADA.....	65
FIGURA 2.3 MENSAJE INGRESE CONTRASEÑA .....	66
FIGURA 2.4 MENSAJE DE LA CONTRASEÑA INGRESADA.....	67
FIGURA 2.5 MENSAJE ALERTA INTRUSO.....	67
FIGURA 2.6 MENSAJE DE ALERTA POR MEDIO DE RX Y TX.....	68
FIGURA 2.7 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA .....	69
FIGURA 2.8 ÉTAPA DE CONTROL ( DISEÑO DE LA TARJETA PRINCIPAL PARA EL UC).....	70
FIGURA 2.9 TECLADO MATRICIAL 4x4 .....	73
FIGURA 2.10 LCD 2x16 .....	75
FIGURA 2.11 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LOS ACTUADORES.....	76
FIGURA 2.12 CONTROL DEL MOTOR DE LA PUERTA DE ACCESO VEHICULAR.....	77
FIGURA 2.13 SIRENAS INTERCONECTADAS AL SISTEMA DE POTENCIA.....	79
FIGURA 2.14 FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONTINUA.....	80
<b>FIGURA 2.15</b> CONEXIÓN DE PINES DEL LCD .....	81

## CAPÍTULO 3

FIGURA 3.1 CIRCUITO DE RECEPCIÓN DE DATOS.....	95
FIGURA 3.2 CIRCUITO DE TRANSMISIÓN DE DATOS .....	95
FIGURA 3.3 CONEXIÓN DEL PIC 16F877A CON EL LCD .....	96
FIGURA 3.4 PLACAS DE LAS CENTRALES PARA LAS CASAS .....	97
FIGURA 3.5 PLACAS SOLDANDO LOS ELEMENTOS.....	98

# ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

## CAPÍTULO 1

DIAGRAMA DE FLUJO: 1.1 CONDICIÓN LÓGICA IF-ELSE.....	56
DIAGRAMA DE FLUJO: 1. 2 CONDICIÓN DE REPETICIÓN FOR – NEXT.....	56
DIAGRAMA DE FLUJO: 1. 3 CONDICIÓN DE SELECCIÓN SELECT – CASE.....	57

## CAPÍTULO 2

DIAGRAMA DE FLUJO: 2. 1 SISTEMA .....	86
DIAGRAMA DE FLUJO: 2. 2 SISTEMA.....	87
DIAGRAMA DE FLUJO: 2. 3 SISTEMA .....	88
DIAGRAMA DE FLUJO: 2. 4 DIAGRAMA DE ACCESO A PUERTAS.....	89

## RESUMEN

El presente proyecto desarrolla un prototipo de un sistema de seguridad basado en tecnologías de radio frecuencia y diseñado en base a las necesidades, requerimientos, sugerencias del usuario, y aplicando teoría de microcontroladores, para lo cual se requiere de un conocimiento previo de un sistema basado en entradas y salidas lógicas programables, además de un correcto manejo de control a base de interrupciones del microcontrolador, conociendo tiempo de ejecuciones de las rutinas programadas y sistemas de acondicionamiento de señales tanto de entradas como de salidas al microcontrolador.

Toda la programación se realizó en lenguaje C para microcontroladores bajo el programa PCW C Compiler IDE versión 3.227 y tanto su simulación como su placa base fueron desarrolladas bajo el software Proteus 7.0 de Labcenter Electronics ©

El primer capítulo del proyecto consiste en identificar los elementos que se pueden utilizar dentro del circuito y establecer el tipo de transmisor y receptor que se va utilizar para la comunicación inalámbrica.

El segundo capítulo contiene la propuesta para el diseño del sistema de seguridad inalámbrico para una urbanización privada en el cual se describe los tipos de circuitos que se utiliza en cada una de las zonas que brindaremos seguridad.

En este capítulo también se contempla el lenguaje de programación PICC y la programación del PIC 16F877A que tendrá pequeñas variaciones en cada circuito. En el tercer capítulo se desarrollará la simulación y pruebas necesarias para la comprobación de resultados.

El cuarto capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones, como consecuencia del trabajo realizado.

## PRESENTACIÓN

En la actualidad la seguridad ciudadana se encuentra en grave estado, todos los días somos víctimas o testigos de todo tipo de atraco, robo, estafa o invasión de la propiedad privada, la misma que tiende a ser vulnerable por algunos aspectos como:

- El valor que debe pagar el propietario para un servicio de guardianía confiable durante las 24 horas es considerable, debido a que se necesita más de una persona para la seguridad de la urbanización.
- Hoy en día el propietario es más exigente ante la estética de su casa, evitando los sistemas de seguridad alámbricos.
- Ciertos sistemas de seguridad son propensos a dar falsas alarmas, además de no ser seguros tienden a ser ignorados.

Este proyecto plantea un sistema de seguridad ciudadana con un amplio aspecto en lo que es invulnerabilidad, aplicando el trabajo en equipo y la confianza de cada uno de los miembros que constituyen el sistema de seguridad de una urbanización privada.

Es decir, aplicando sistemas inalámbricos de comunicación en cada hogar de la urbanización, para proteger la invasión, robos o atracos hacia la misma, como también economizar el pago mensual de un guardia y mantener la estética en cada una de las casas.

Cada hogar se comunicará de forma inalámbrica entre sí, brindando una alerta temprana a cada una de las casas que cuenten con el sistema, logrando de esta manera el apoyo necesario de las casas vecinas para alarmar a la urbanización

completa, con este sistema, en el caso de una invasión a la propiedad privada, ya no estamos solos, estamos rodeados de todos aquellos vecinos que cuenten con el sistema de alarma inalámbrico.

Además, con el afán de brindar mayor confiabilidad e invulnerabilidad, los sistemas están fabricados en base a comunicaciones inalámbricas y con baterías de respaldo, lo que hace de dicho sistema, una unidad auto eficiente y capaz de soportar cortes inesperados de voltaje.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 1.1 SISTEMA DE ALARMA<sup>1</sup>

Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasivo. Esto significa que no evitan una intrusión, pero sí son capaces de advertir de ella, cumpliendo así una función disuasoria frente a posibles intrusos. Por ejemplo: La intrusión de personas, inicio de fuego, el desbordamiento de un tanque, la presencia de agentes tóxicos. Cualquier situación que sea anormal para el usuario. Son capaces además de reducir el tiempo de ejecución de la intrusión, minimizando las pérdidas.

### 1.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALARMA

La función principal de un sistema de alarma es advertir el allanamiento en una vivienda o inmueble. Los equipos de alarma pueden estar conectados con una Central Receptora, también llamada Central de Monitoreo, a través de teléfono, radio, celular o internet. Además de cumplir una función disuasoria, activando una sirena que funciona a unos 90 db.

### 1.1.2 BENEFICIOS DEL SISTEMA DE ALARMA

**Clima de Seguridad.-** El tener instalada en el hogar u oficina, una alarma de alta tecnología, monitoreada por una compañía profesional; proporciona la tranquilidad de saber que el patrimonio está seguro.

---

<sup>1</sup> COSTALES, Alcívar Apuntes de microcontroladores

**Disuasión Efectiva.-** Los sistemas de alarma son altamente disuasivos, ya que el 99% de los ladrones prefieren robar lugares sin alarma.

**Cuidan Enfermos y Personas Mayores.-** Una de las aplicaciones cada vez más populares de los sistemas de alarma son los llaveros o medallones inalámbricos. Estos llaveros cuentan con un botón que al presionarlo hacen que el panel de alarma llame a uno o varios lugares predeterminados.

**Detección de Incendios.-** Aplicando nuevamente el sistema de ambiente seguro, los sistemas de alarma alertan de maneras distintas, diferenciando una emergencia como un incendio o un intruso, una aplicación importante de los sistemas de alarma es la detección inmediata de humo o fuego en la propiedad; el panel de alarma detecta el incendio como emergencia y no como intruso para enviar una señal especial a la central de monitoreo para que ésta de aviso a las unidades de emergencia adecuadas.

**Automatización.-** La mayoría de los sistemas de alarma cuentan con funciones de automatización que permiten controlar el encendido de luces, el control de puertas, activación de dispositivos especiales, etc.

## **ELEMENTOS DE UNA ALARMA**

### **1.1.2.1 Panel de Alarma**

Es la tarjeta electrónica en la que se conectan los dispositivos de entrada (sensores) y los dispositivos de salida (línea telefónica, radios, módulos de transmisión, celular GPRS) y teclado. La capacidad del panel puede medirse por la cantidad de zonas que acepta. Se alimenta de corriente alterna y de una batería de respaldo que, en caso de falla de energía eléctrica, le proporciona autonomía entre un mínimo de 8

horas y 3 días como máximo, dependiendo de la capacidad de la batería de respaldo. En nuestro caso práctico, el diseño de la alarma se basa en el desarrollo de un software sobre el pic 16f877A y el estudio de varios sistemas de comunicación inalámbrica.

#### **1.1.2.2 Teclado**

Es el elemento más fácil de identificar del sistema; este dispositivo se utiliza para configurar, activar o desactivar el sistema. A veces pueden tener botones con funciones especiales como: Emergencia Médica, Intrusión, Fuego, etc, siendo un caso general el uso de una teclado con números del 0 al 9 y teclas especiales adicionales de las cuales su uso se programa de acuerdo a la necesidad del sistema.

#### **1.1.2.3 Transformador de Corriente**

La central utiliza un dispositivo conectado a la corriente alterna residencial para proporcionar la energía eléctrica al panel de alarma y cargar la batería, este transformador a la vez que limita la cantidad de corriente, proporciona una señal de corriente continua regulada, capaz de abastecer la necesidad de energía tanto de la central como de la sirena, relés y demás elementos interconectados en la misma.

El transformador de corriente forma parte de la central, está en su interior y debe transformar 110Vac en 12Vdc de manera general.

#### **1.1.2.4 Batería de Respaldo**

Es la encargada de mantener al sistema funcionando en caso de fallas de energía eléctrica, en la actualidad, se debe tener en cuenta la gran cantidad de baterías recargables a disponibilidad en el mercado electrónico, baterías de menos de 1000mAh (Ah – Amperios / Hora), tendría una duración de un amperio durante una hora.

### **1.1.2.5 Sensores y Detectores**

Los sensores en los sistemas de alarma, son parte fundamental, ya que los mismos están diseñados para detectar las diferentes variaciones físicas, por ejemplo: humo, agua, presencia, temperatura, movimiento, metales, etc.

Siendo el caso de una alarma residencial, centraremos el estudio en los sensores de presencia o movimiento, acoplando sus señales a la forma en que las recepta la central.

El sensor será estudiado con extensión más adelante.

### **1.1.2.6 Sirenas, Bocinas y Estrobos**

Proporcionan señales audibles advirtiendo de una posible intrusión o activación de la alarma, estas señales de alerta son diferentes tratándose de intrusos o emergencias. Las sirenas básicas, utilizadas en hogares, oficinas, etc, tienen un rango de operación entre 6-12 Vdc, con una corriente de 1.12A, consumiendo una potencia de 30Watts para generar tonos audibles a 120DB.

### **1.1.2.7 Comunicador a la Central**

Esta tarjeta o módulo tiene la importante función de enviar la señal de auxilio a la central de monitoreo, a través de distintos medios como: línea telefónica, radio, celular o internet.

El estudio de la central de alarma, se centra en la eliminación de cables que interconecten a la central con los sensores y a la vez con otras centrales ya que al ser inalámbrica, brinda una mayor seguridad al no tener cables que puedan ser manipulados con el fin de desactivar la central.

## 1.2 SENSORES<sup>2</sup>

Un **sensor** es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse, que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

### 1.2.1 ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SENSOR

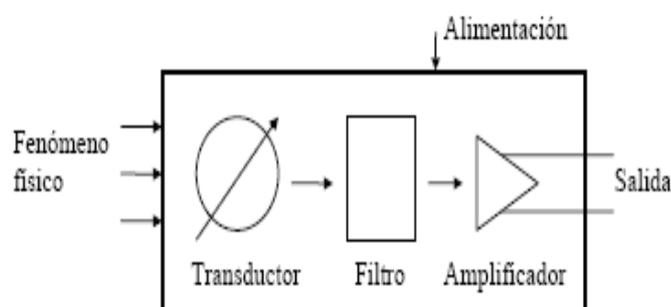
Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir o controlar, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa ( un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores detectados puedan ser leídos por un humano.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un puente de Wheatstone, amplificadores y

---

<sup>2</sup> COSTALES, Alcívar Apuntes de microcontroladores

filtros electrónicos que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.



**Figura 1.1** Estructura y funcionamiento de un sensor

## 1.2.2 TIPOS DE SENSORES

Existe una gran variedad entre los cuales se tiene:

- Sensores luminosos (basados en células LDR o fotoeléctricas)
- Sensores de contacto (pulsadores, finales de carrera, etc.).
- Sensores térmicos
- Sensores magnéticos
- Sensores de movimiento

Para efectos de estudio se profundizará los sensores de movimiento.

### 1.2.2.1 Sensores de movimiento

Los sensores de movimiento son dispositivos basados en la tecnología de los rayos infrarrojos o las ondas ultrasónicas para poder “mapear” o captar en tiempo real los movimientos que se generan en un espacio determinado. Estos sensores de movimiento, adscritos sobre todo a cámaras de seguridad, puertas en almacenes y centros comerciales, etc. Son uno de los dispositivos más reconocidos e importantes

por el tamaño y la funcionalidad de cada uno de los equipos que usan durante el proceso.

Entre los sensores de movimiento más usuales, están los que no detectan la presencia de mascotas dentro de los hogares, es decir, solo intrusos con contextura adulta, siendo el siguiente mostrado en la figura 1.2.



**Figura 1.2** Detector de Movimiento Anti Mascotas

No detecta objetos en movimiento menores a 12Kgs de masa. Ideal para cuando tiene mascotas en el interior de su hogar.

**Descripción:**

Alimentación: DC 9V(incluido batería de 9V) Corriente estática uA

Corriente de Transmisión: 20 mA

Frecuencia de Transmisión: 315/433 MHZ+-0.5MHZ

Alcance: sin obstáculos 80 metros

Velocidad de detección: 0.3 3m/s

Distancia de detección: 5-12m

Rango de detección: Horizontal 110° - Vertical 60ª Temperatura -10°C +40°C

- ❖ **Sensores infrarrojos:** Los detectores de movimiento utilizan luces infrarrojas para detectar los cambios de calor, como por ejemplo cuando una persona se mueve a través de una habitación, esta luz lo detecta con la ayuda del sensor infrarrojo. Si una persona se mueve en el rango del sensor de movimiento, se activa la alarma. Los sensores infrarrojos generalmente son más pequeños y muy confiables y más económicos que los sensores de microondas, esto se debe a que el sensor microondas necesita de doble condición de activación, primero a través de infrarrojo y luego a través de microonda, minimizando la ocurrencia de falsa alarma.
  
- ❖ **Sensores de vibración:** Detectan a una persona a través de la vibración. Muchas alarmas de autos tienen esta característica para poder alertar a sus dueños de que alguien ha golpeado su auto.
  
- ❖ **Sensores foto eléctricos:** Algunos sistemas de detección de movimiento utilizan láser y rayos foto eléctricos. El láser se dispara hacia el otro lado de la habitación. Si el láser es interrumpido, entonces se activa la alarma.
  
- ❖ **Sensores ultrasónicos:** Utilizan una frecuencia de alrededor de 40 KHz. El transmisor rebota las ondas de las paredes, muebles, ventanas y techo y cuando la habitación se estabiliza, se arma la alarma.
  
- ❖ **Sensores acústicos:** Pueden detectar la energía producida por cualquier tipo de sonido, incluidos los vidrios rotos. En el caso de los vidrios rotos producidos por las ventanas violadas, se emite una alarma sonora.

## 1.3 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA<sup>3</sup>

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles, etc.

Actualmente, las transmisiones inalámbricas constituyen una eficaz herramienta que permite la transferencia de voz, datos y vídeo sin la necesidad de cableado. Esta transferencia de información es lograda a través de la emisión de ondas de radio teniendo dos ventajas: movilidad y flexibilidad del sistema en general.

En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre para transmitir, entre dispositivos. Estas condiciones de libertad de utilización sin necesidad de licencia, ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

### 1.3.1 CAMPOS DE UTILIZACIÓN

La tendencia a la movilidad y la ubicuidad hacen que cada vez sean más utilizados los sistemas inalámbricos, y el objetivo es ir evitando los cables en todo tipo de comunicación, no solo en el campo informático sino en televisión, telefonía, seguridad, domótica, etc.

---

<sup>3</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n\\_inal%C3%A1mbrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica)

El término **Domótica** proviene de la unión de las palabras *domus* (que significa *casa* en latín) y *tica* (de *automática*, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control se lo puede realizar desde dentro o fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado.

## 1.4 RADIOFRECUENCIA<sup>4</sup>

### 1.4.1 DEFINICIÓN

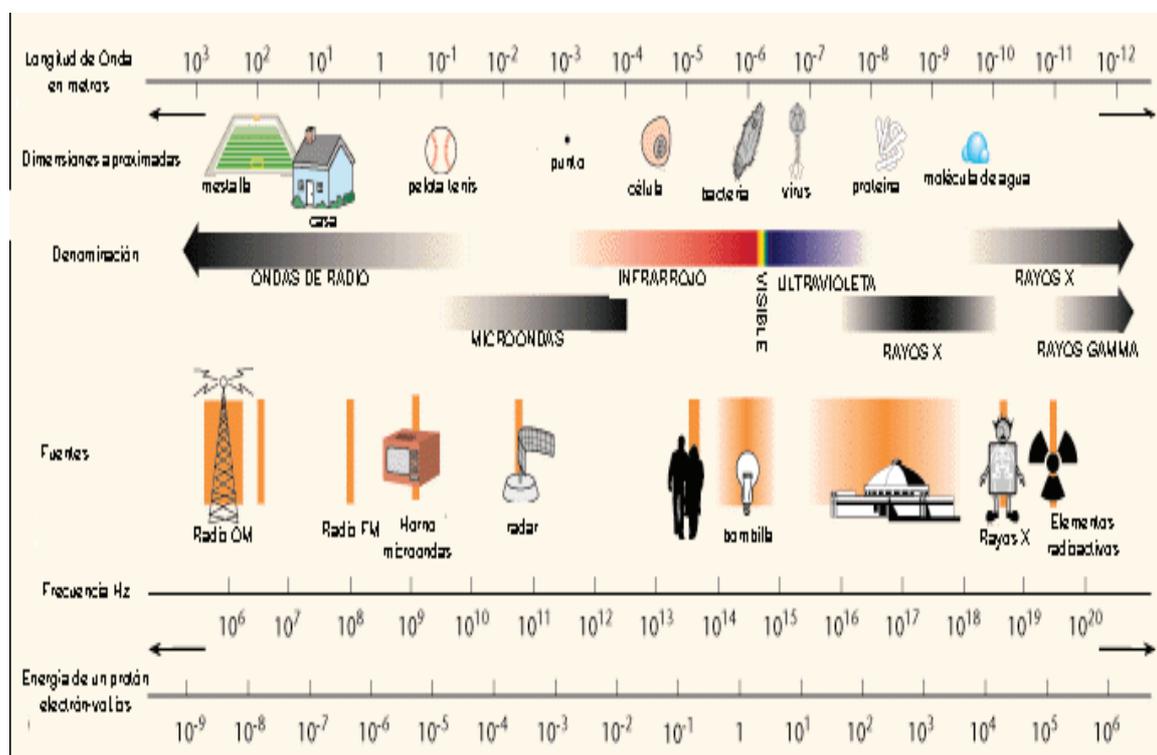
El término Radiofrecuencia o RF, se aplica a la porción del espectro electromagnético en el que se pueden generar ondas electromagnéticas aplicando corriente alterna a una antena. La Radiofrecuencia se localiza en el espectro de la radiación electromagnética menos energética, entre 1 GHz y los 30 KHz y su longitud de onda está entre 1 m. y 10 km. de amplitud.

A partir de 1 GHz las bandas entran dentro del espectro de las Microondas. Por encima de 300 GHz la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

---

<sup>4</sup> <http://www.info-radiofrecuencia.es/propiedades-de-la-radiofrecuencia.html>

## 1.4.2 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO<sup>5</sup>



**Figura 1.3** Espectro Radioeléctrico y Longitud de onda en metros

El espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado compuesto por el conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial y utilizado para la prestación de servicios de telecomunicaciones, radiodifusión sonora y televisión, seguridad, defensa, emergencias, transporte e

<sup>5</sup> <http://electronica-detodounpoco-luigui.blogspot.com/2010/10/espectro-radioelectrico.html>

investigación científica, así como para un elevado número de aplicaciones industriales y domésticas, como se observa en la figura 1.3.

En la actualidad, existe una demanda creciente de espectro para la consolidación de nuevos servicios inalámbricos como ponen de manifiesto, entre otros, los sistemas de comunicaciones móviles, las redes de difusión de televisión digital terrestre o los diversos sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha.

No todas las partes del espectro reúnen las mismas características, por ejemplo capacidad de cobertura, propiedades frente al ruido y las interferencias. A si mismo los diferentes tipos de informaciones (voz, audio, datos, vídeo) requieren márgenes de espectro (bandas de frecuencias) específicos.

Todas estas características conducen a que hasta ahora se haya considerado que unas determinadas zonas del espectro están especialmente indicadas para proporcionar unos servicios concretos, incluyendo, en ocasiones, inevitables conflictos entre servicios distintos que pugnan por la misma banda de frecuencias.

El proyecto trabajan en el espectro de ondas de radio y esta elaborado con un Transmisor TX-2B y un Receptor RX-2B los mismos que oscilan a una frecuencia de 27 MHZ perteneciendo a la banda de frecuencia HF( *HIGH FREQUENCY*) cuyo rango es de 3 MHZ a 30 MHZ del espectro radioeléctrico , como se observa en la **Tabla 1.1.**

Por ejemplo, algunas frecuencias HF han sido reservadas para los aviones de línea como frecuencias secundarias cuando atraviesan los océanos; otras han sido reservadas para teléfonos inalámbricos, dispositivos de control remoto e incluso para la **Banda Ciudadana** o CB.

1.4.3 DIVISIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO<sup>6</sup>

<b>DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO</b>					
<b>SIGLA</b>	<b>DENOMINACION</b>	<b>LONGITUD DE ONDA</b>	<b>GAMA DE FRECUENC.</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>USO TIPICO</b>
<b>VLF</b>	<b>VERY LOW FRECUENCIES</b> Frecuencias Muy Bajas	30.000 m a 10.000 m	10 KHz a 30 KHz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil. Características estables.	ENLACES DE RADIO A GRAN DISTANCIA
<b>LF</b>	<b>LOW FRECUENCIES</b> Frecuencias Bajas	10.000 m. a 1.000 m.	30 KHz a 300 KHz	Similar a la anterior, pero de características menos estables.	Enlaces de radio a gran distancia, ayuda a la navegación aérea y marítima.
<b>MF</b>	<b>MEDIUM FRECUENCIES</b> Frecuencias Medias	1.000 m. a 100 m.	300 KHz a 3 MHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Prevalece propagación ionosférica durante la noche.	RADIODIFUSIÓN
<b>HF</b>	<b>HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Altas	100 m. a 10 m.	3 MHz a 30 MHz	Prevalece propagación Ionosférica con fuertes variaciones estacionales y en las diferentes horas del día y de la noche.	COMUNICACIONES DE TODO TIPO A MEDIA Y LARGA DISTANCIA
<b>VHF</b>	<b>VERY HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Muy Altas	10 m. a 1 m.	30 MHz a 300 MHz	Prevalece propagación directa, ocasionalmente propagación Ionosférica o Troposférica.	Enlaces de radio a corta distancia, TELEVISIÓN, FRECUENCIA MODULADA
<b>UHF</b>	<b>ULTRA HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Ultra Altas	1 m. a 10 cm.	300 MHz a 3 GHz	Solamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales.	Enlaces de radio, Ayuda a la navegación aérea, Radar, TELEVISIÓN
<b>SHF</b>	<b>SUPER HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Superaltas	10 cm. a 1 cm.	3 GHz a 30 GHz	COMO LA PRECEDENTE	Radar, enlaces de radio
<b>EHF</b>	<b>EXTRA HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Extra-Altas	1 cm. a 1 mm.	30 GHz a 300 GHz	COMO LA PRECEDENTE	COMO LA PRECEDENTE
<b>EHF</b>	<b>EXTRA HIGH FRECUENCIES</b> Frecuencias Extra-Altas	1 mm. a 0,1 mm.	300 GHz a 3.000 GHz	COMO LA PRECEDENTE	COMO LA PRECEDENTE

Tabla 1.1 División y características del Espectro Radioeléctrico

#### **1.4.4 BANDA CIUDADANA<sup>6</sup>**

La Banda Ciudadana, Banda Civil, Banda Local, Citizens Band o CB es un servicio público de comunicación por radio del que hacen uso los ciudadanos y para el que no se requieren conocimientos técnicos.

##### **¿Quién puede operar una estación de Banda Ciudadana?**

Todo el mundo. Una estación de CB es tan simple y de tan fácil uso que está al alcance de cualquiera.

##### **¿Qué alcance se obtiene en una comunicación por CB?**

La distancia que se alcanza en una comunicación en Banda Ciudadana depende de muchos factores. Influyen la altura desde la que se opera, los alrededores, el tipo de antena y la potencia de emisión. Si vives en un valle, las montañas de alrededor pueden bloquear tu señal. Si vives en una ladera conseguirás mayores distancias en una dirección que en otra.

Los grandes edificios de las ciudades hacen difícil la comunicación en núcleos urbanos. Existen muchos tipos de antenas. Algunas trabajan mejor que otras. La altura en la que se ubican es muy importante. Por lo general, mientras más alta está colocada la antena, mejor.

Existen transceptores de CB (emisoras) que permiten seleccionar la potencia de emisión pero sin sobrepasar los 4 vatios máximos autorizados (12 vatios de pico para emisiones en SSB).

---

<sup>6</sup> [http://www.radiocb.es/viewpage.php?page\\_id=6](http://www.radiocb.es/viewpage.php?page_id=6)

## ¿Qué ventajas tiene la CB frente a otros medios de comunicación?

Son muchas las ventajas que nos ofrecen las comunicaciones por radio en Banda Ciudadana frente a otros medios como la telefonía móvil o internet.

- Internet y la red de repetidores de telefonía móvil necesitan de la red eléctrica para abastecerse de energía.
  - **Una batería de automóvil o un buen sistema de placas solares es suficiente para que funcione una estación de CB.**
- Sin una red de cableado los sistemas de telefonía convencional e internet son incapaces de funcionar. En la mayoría de los casos sin línea telefónica no hay comunicación.
  - **La Banda Ciudadana usa las ondas de radio y por tanto no es necesario la interconexión física de las estaciones para establecer comunicación.**
- Los servicios de telefonía móvil y fija e internet requieren el pago de cuotas y gastos.
  - **El uso de la CB es gratuito y en la mayoría de los países no requiere ni tan siquiera de licencia o autorización especial ni pago de tasas.**
- Si bien la telefonía móvil puede llevarse de un lado para otro, algunos servicios avanzados requieren que las redes de cobertura estén basadas en tecnologías especiales.
  - **A través de los aparatos de Banda Ciudadana se pueden emitir también señales digitales, transportando datos desde y hacia cualquier parte: automóvil, vivienda, embarcación, vehículos pesados e industriales, etc...**
- En caso de catástrofe o en situaciones de emergencia las comunicaciones por cable pueden verse seriamente afectadas e incluso totalmente inutilizadas.

- **Bajo esas mismas condiciones, los medios basados en las ondas de radio, entre ellos la CB, son la única forma viable de establecer puentes y vías de comunicación.**

### 1.4.5 LA ANTENA<sup>7</sup>

Una Antena convierte la energía eléctrica de alta frecuencia, entregada por el transmisor, en ondas electromagnéticas que pueden viajar por el espacio, llevando la información hacia uno o varios receptores.

Una antena es básicamente un pedazo de material conductor que está conectado al transmisor. Este conductor es generalmente un alambre de cobre o una varilla de aluminio, material muy utilizado debido a su buena resistencia y bajo peso. Una antena, para que cumpla su función correctamente, debe tener un determinado tamaño, forma y estar construida con materiales especiales.

#### 1.4.5.1 Tipos de antenas para Banda Ciudadana

Los tipos básicos de antenas para Banda Ciudadana son: las de **látigo vertical**, las **coaxiales**, las de **plano de tierra** y las de **haces verticales**.

Las de látigo vertical reciben ese nombre debido a su flexibilidad y movimiento, y se utilizan principalmente en las instalaciones móviles o vehiculares.

La antena coaxial se usa principalmente para instalaciones fijas de base, pero se utilizan en algunos casos para operación móvil. Su construcción es más compleja y casi no se ha popularizado su uso.

La **antena de plano de tierra** es la más popular entre los tipos básicos en todas las instalaciones de Banda Ciudadana. Esta antena, en su forma básica, es omnidireccional y no tiene ganancia. Sin embargo, con algunas modificaciones se le

---

<sup>7</sup> <http://abc.htmlplanet.com/curso/curso4.html>

puede introducir ganancia y hacerla semidireccional. Esta es la antena más económica y con un rendimiento muy aceptable para comunicados locales y aún internacionales. Estas antenas se utilizan especialmente en las estaciones fijas o bases.

La **antena de haces verticales** está formada por varios elementos en forma de parrilla o arreglo de varillas paralelas. En su forma es muy similar a las antenas que se utilizan para los receptores de televisión; estas antenas reciben el nombre de "YAGI", debido a que fueron ideadas por los japoneses Yagi y Uda. La **antena dipolo** es la más sencilla que se puede construir y está derivada de la forma fundamental de antena formada por un solo conductor cuya longitud es igual a la mitad de la longitud de onda de la señal transmitida. Esta antena está formada por dos conductores cuya longitud total es igual a la longitud de media onda de la señal. Los conductores están aislados en los extremos de cualquier superficie conductora y separados en el centro por otro aislador. De estos dos terminales centrales se conecta la línea de transmisión que va al equipo.

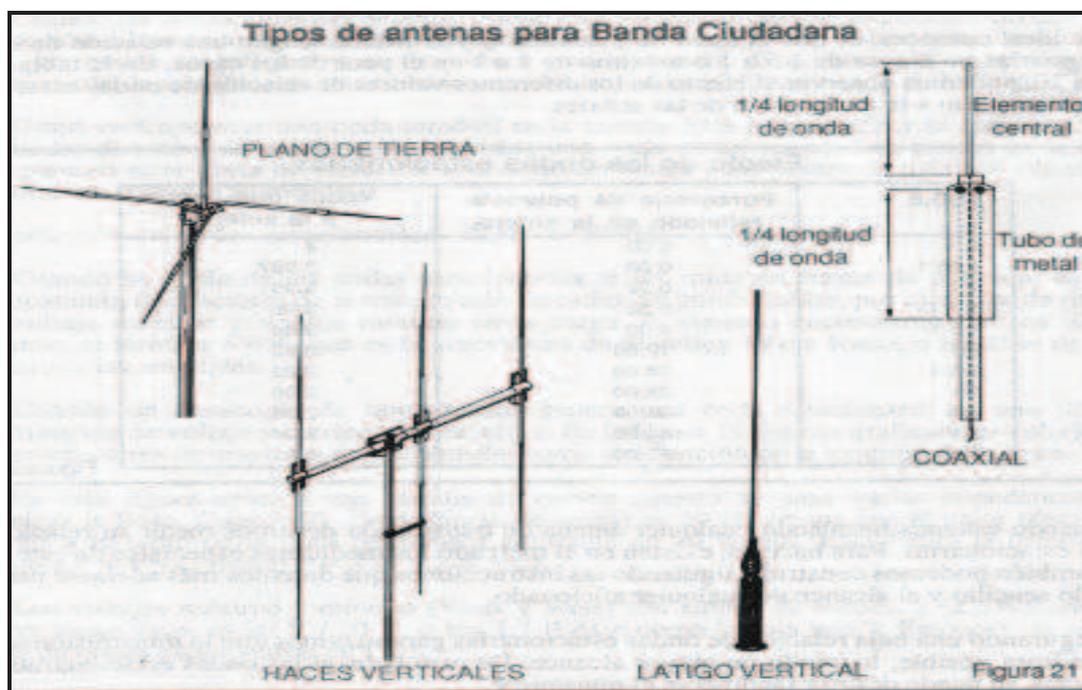
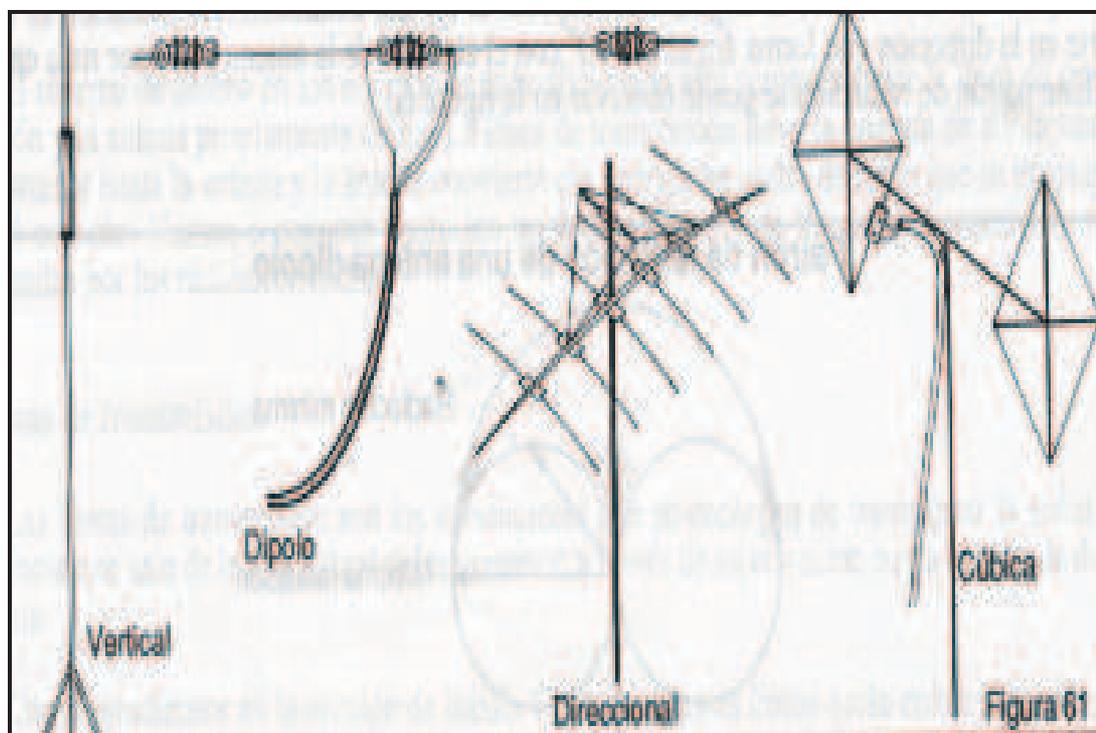


Figura 1.4 Tipos de Antenas para Banda Ciudadana<sup>7</sup>



**Figura 1.5** Tipos de Antenas para Banda Ciudadana<sup>7</sup>

## 1.5 MODOS DE TRANSMISIÓN<sup>8</sup>

Los distintos modos de transmisión de un canal de comunicaciones pueden ser de tres clases:

### 1.5.1 SIMPLEX

En este caso el transmisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean usualmente en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor.

<sup>8</sup> <http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos>

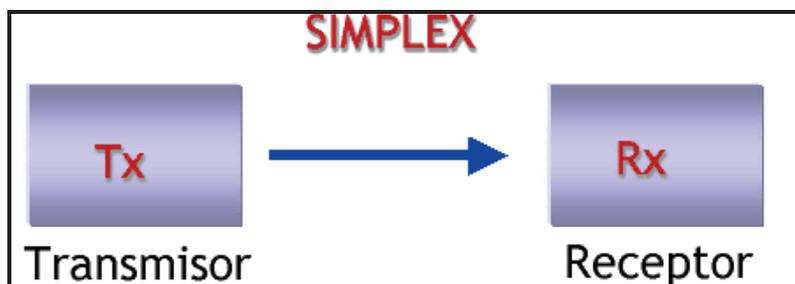


Figura 1.6 Transmisión Simplex<sup>9</sup>

### 1.5.2 HALF-DUPLEX O SEMI-DUPLEX

La transmisión half-duplex (hdx) permite transmitir en ambas direcciones; sin embargo, la transmisión puede ocurrir solamente en una dirección a la vez. Tanto transmisor y receptor comparten una sola frecuencia. Un ejemplo típico de half-duplex es el radio de banda civil (CB) donde el operador puede transmitir o recibir, pero no puede realizar ambas funciones simultáneamente por el mismo canal. Cuando el operador ha completado la transmisión, la otra parte debe ser avisada que puede empezar a transmitir (e.g. diciendo "cambio").

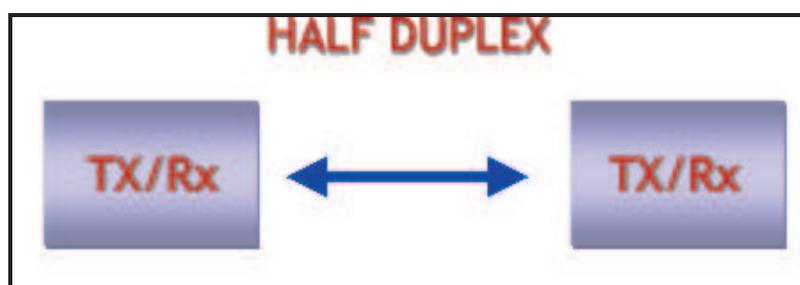


Figura 1.7 Transmisión Semiduplex<sup>8</sup>

<sup>9</sup> <http://dul-hiruma.blogspot.com/2010/04/modos-de-transmision-navarro-iglesias.html>

### 1.5.3 FULL DUPLEX

El sistema es similar al duplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para ello ambos transmisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados, mientras que la comunicación semi-duplex necesita normalmente uno solo.

Para el intercambio de datos entre computadores este tipo de comunicaciones son más eficientes que las transmisiones semi-duplex.

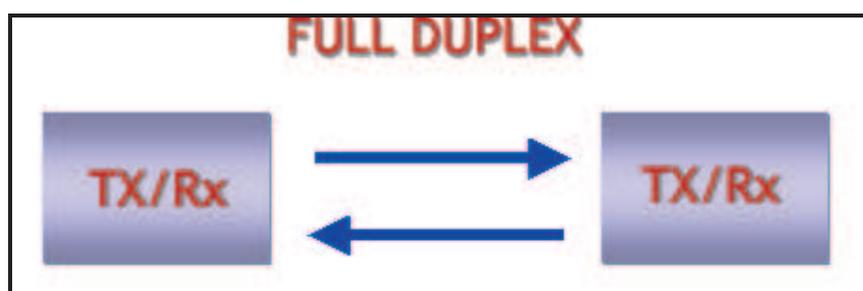


Figura 1.8 Transmisión Full Duplex<sup>8</sup>

## 1.6 MICROCONTROLADOR<sup>10</sup>

### 1.6.1 DEFINICIÓN

Un **microcontrolador** es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida. Los microcontroladores son diseñados para la aplicación de control de máquinas, más que para interactuar con humanos.

---

<sup>10</sup> <http://www.monografias.com/trabajos34/microcontroladores-genericos/microcontroladores-genericos.shtml>

## 1.6.2 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN MICROCONTROLADOR<sup>9</sup>

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Dentro de un microprocesador siempre encontraremos procesador (CPU), buses, memoria, periféricos y puertos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital, temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializados.

Fuera del encapsulado se ubican otros circuitos para completar periféricos internos y dispositivos que pueden conectarse a los pines de entrada/salida.

También se conectarán a los pines del encapsulado la alimentación, masa, circuito de completamiento del oscilador y otros circuitos necesarios para que el microcontrolador pueda trabajar.

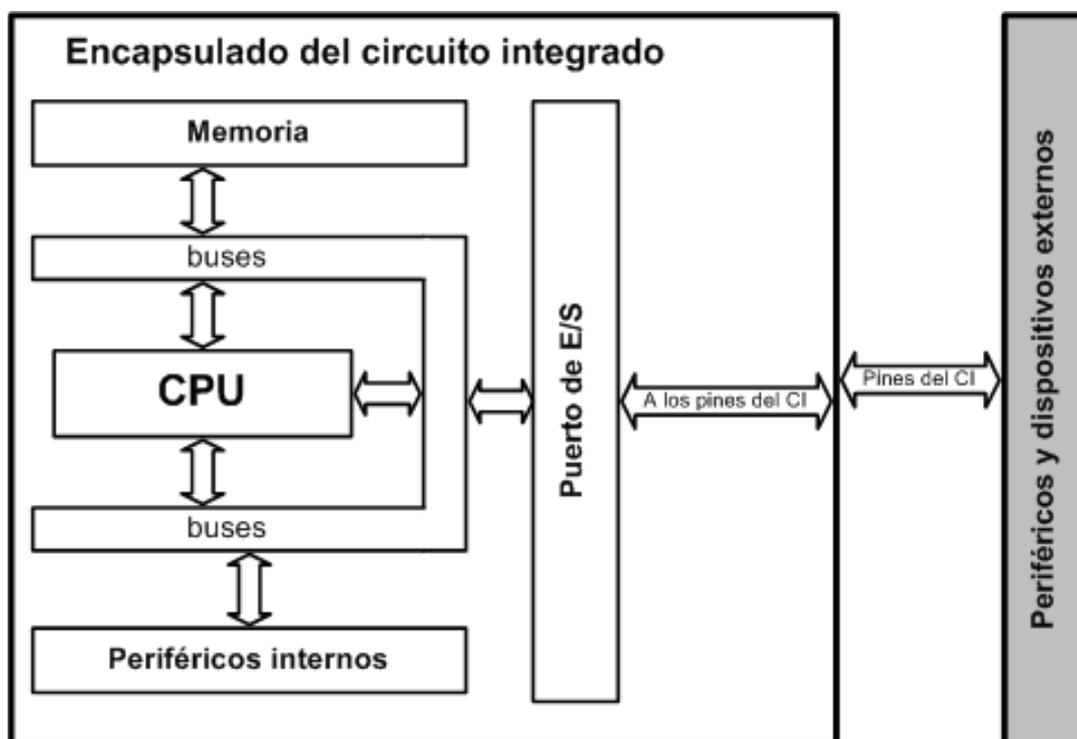


Figura 1.9 Estructura básica de un microcontrolador<sup>10</sup>

### 1.6.2.1 Procesador

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software.

Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir la palabra de control representada en 8 bits de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado.

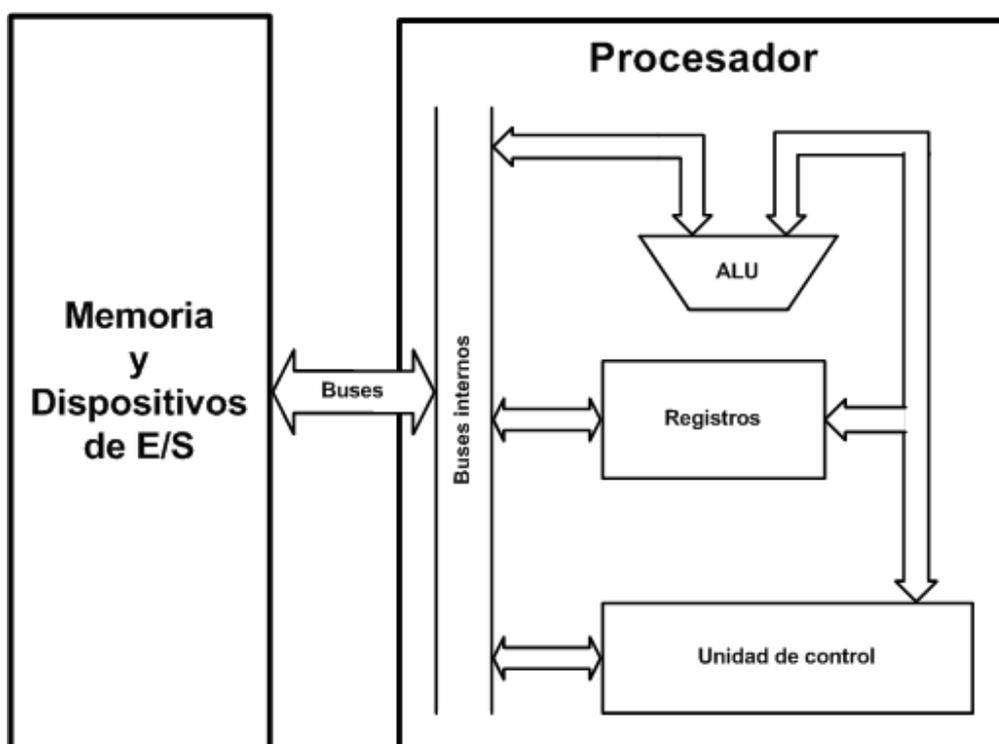


Figura 1.10 Estructura básica de un procesador<sup>9</sup>

### 1.6.2.2 Registros

Son un espacio de memoria muy reducido pero necesario para cualquier microprocesador, de aquí se toman los datos para varias operaciones que debe realizar el resto de los circuitos del procesador. Los registros sirven para almacenar

los resultados de la ejecución de instrucciones, cargar datos desde la memoria externa o almacenarlos en ella.

Aunque la importancia de los registros parezca trivial, no lo es en absoluto. De hecho una parte de los registros, la destinada a los datos, es la que determina uno de los parámetros más importantes de cualquier microprocesador. Cuando escuchamos que un procesador es de 4, 8, 16, 32 o 64 bits, nos estamos refiriendo a procesadores que realizan sus operaciones con registros de datos de ese tamaño, y por supuesto, esto determina muchas de las potencialidades de estas máquinas.

Mientras mayor sea el número de bits de los registros de datos del procesador, mayores serán sus prestaciones, en cuanto a poder de cómputo y velocidad de ejecución, ya que este parámetro determina la potencia que se puede incorporar al resto de los componentes del sistema, por ejemplo, no tiene sentido tener una ALU de 16 bits en un procesador de 8 bits.

### **1.6.2.3 Unidad de control**

Esta unidad es de las más importantes en el procesador, en ella recae la lógica necesaria para la decodificación y ejecución de las instrucciones, el control de los registros, la ALU, los buses, unidades especiales como convertidores analógico/digital, unidades CCP detección rápida de pulsos, etc.

La unidad de control es uno de los elementos fundamentales que determinan las prestaciones del procesador, ya que su tipo y estructura, determina parámetros tales como el tipo de conjunto de instrucciones, velocidad de ejecución, tiempo del ciclo de máquina, tipo de buses que puede tener el sistema, manejo de interrupciones, sobrecargas de acumulador, banderas y otros procesos más de acuerdo al software que se desarrolle.

La unidad de control agrupa componentes tales como la unidad de decodificación, unidad de ejecución, controladores de memoria cache, controladores de buses,

controladores de interrupción, pipelines, entre otros elementos, dependiendo siempre del tipo de procesador.

#### **1.6.2.4 Unidad aritmético-lógica**

Como los procesadores son circuitos que hacen básicamente operaciones lógicas y matemáticas, se le dedica a este proceso una unidad completa, con cierta independencia. Aquí es donde se realizan las sumas, restas, y operaciones lógicas típicas del álgebra de Boole.

#### **1.6.2.5 Buses**

Son el medio de comunicación que utilizan los diferentes componentes del procesador para intercambiar información entre sí, eventualmente los buses o una parte de ellos estarán reflejados en los pines del encapsulado del procesador.

En el caso de los microcontroladores, no es común que los buses estén reflejados en el encapsulado del circuito, ya que estos se destinan básicamente a las E/S de propósito general y periféricos del sistema.

Existen tres tipos de buses:

- Dirección: Se utiliza para seleccionar al dispositivo con el cual se quiere trabajar o en el caso de las memorias, seleccionar el dato que se desea leer o escribir.
- Datos.
- Control: Se utiliza para gestionar los distintos procesos de escritura lectura y controlar la operación de los dispositivos del sistema.

#### **1.6.2.6 Conjunto de instrucciones**

El Conjunto de instrucciones define las operaciones básicas que puede realizar el procesador, que conjugadas y organizadas forman el software.

### 1.6.2.7 Memoria

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos.

### 1.6.2.8 Memoria Ram

En estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa.

Por otra parte, como sólo existe un programa activo, no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM.

Según el tipo de memoria ROM que dispongan los microcontroladores, la aplicación y utilización de los mismos es diferente. Se describen las cinco versiones de memoria no volátil que se pueden encontrar en los microcontroladores del mercado.

### 1.6.2.9 Memoria Rom

Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip. El elevado costo del diseño de la máscara sólo hace aconsejable el empleo de los microcontroladores con este tipo de memoria cuando se precisan cantidades superiores a varios miles de unidades.

- Las memorias ROM han ido evolucionando es por eso que tenemos
- Las memorias PROM (*Programmable Read Only Memory*, o Memoria Programable de Sólo Lectura).
- Las memorias EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*, o Memoria Programable y Borrable de Sólo Lectura), son memorias PROM que se pueden eliminar. Estos chips disponen de un panel de vidrio que deja entrar los rayos ultra-violeta. Cuando el chip es sometido a rayos ultra-violeta de una determinada longitud de onda, se reconstituyen los fusibles, lo que

implica que todos los bits de memoria vuelven a 1. Por esta razón, este tipo de PROM se denomina *borrable*.

- Las memorias EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*, o Memoria Programable de Sólo Lectura Borrable Eléctricamente) también son memorias PROM borrables, pero a diferencia de éstas, se pueden borrar mediante una sencilla corriente eléctrica, es decir, incluso si se encuentran en posición en el ordenador.
- *Flash ROM* o *Flash EPROM*.- Esta memoria a diferencia de la memorias EEPROM clásicas, que utilizan 2 o 3 transistores por cada bit a memorizar, la memoria EPROM Flash utiliza un solo transistor. Además, la memoria EEPROM puede escribirse y leerse palabra por palabra, mientras que la Flash únicamente puede borrarse por páginas (el tamaño de las páginas disminuye constantemente).

### 1.6.3 RECURSOS ESPECIALES DEL MICROCONTROLADOR<sup>11</sup>

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o "Timers".
- Protección ante fallo de alimentación o "Brownout".
- Estado de reposo o de bajo consumo.
- Conversor A/D.
- Conversor D/A.
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM.
- Puertas de E/S digitales.
- Puertas de comunicación.

---

<sup>11</sup> <http://www.monografias.com/trabajos34/microcontroladores-genericos/microcontroladores-genericos.shtml>

## **Temporizadores o "Timers"**

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 micro controlador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

### **1.6.3.1 Perro guardián o "Watchdog"**

Cuando el computador personal se bloquea por un fallo del software u otra causa, se pulsa el botón del reset y se reinicializa el sistema. Pero un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema. Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que refresque o inicialice al perro guardián antes de que provoque el reset. Si falla el programa o se bloquea, no se refrescará al Perro guardián y, al completar su temporización, "ladrará y ladrará" hasta provocar el reset.

### **1.6.3.2 Protección ante fallo de alimentación o "Brownout"**

Se trata de un circuito que resetea al micro controlador 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.

### **1.6.3.3 Estado de reposo o de bajo consumo**

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. Para ahorrar energía, (factor clave en los aparatos portátiles), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos. En dicho estado se detiene el reloj principal y se "congelan" sus circuitos asociados, quedando sumido en un profundo "sueño" el microcontrolador. Al activarse una interrupción ocasionada por el acontecimiento esperado, el microcontrolador se despierta y reanuda su trabajo.

### **1.6.3.4 Conversor A/D**

Los microcontroladores que incorporan un CAD (Conversor Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD (Conversor Analógico/Digital) diversas señales analógicas desde las patitas del circuito integrado.

### **1.6.3.5 Conversor D/A**

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por uno de los pines de la cápsula. Existen muchos dispositivos que trabajan con señales analógicas.

### **1.6.3.6 Comparador analógico**

Algunos modelos de micro controladores 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 micro controladores con un módulo de tensión de referencia que proporciona diversas tensiones de referencia que se pueden aplicar en los comparadores.

#### **1.6.3.7 Modulador de anchura de impulsos o PWM**

Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de los pines del encapsulado.

#### **1.6.3.8 Puertos de E/S digitales**

Aparte de los pines de alimentación Vcc y Gnd de los microcontroladores, todos los demás pines son programables ya sean como entradas o salidas digitales, entradas analógicas, detección de pulsos, buses de datos de comunicación 8bits o más, etc. Es decir, destinan algunos de sus pines a soportar líneas de E/S (entrada / salidas) digitales. Por lo general, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando Puertos.

Las líneas digitales de los Puertos pueden configurarse como entrada o como salida cargando un 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración al inicio del programa a desarrollarse y brindando la oportunidad de utilizar dichos puertos de acuerdo la necesidad del programador.

#### **1.6.3.9 Puertos de comunicación**

Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos.

Algunos modelos disponen de recursos que permiten directamente esta tarea, entre los que destacan:

UART, adaptador de comunicación serie asíncrona.

USART, adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona

Puerta paralela esclava para poder conectarse con los buses de otros microprocesadores.

USB (Universal Serial Bus), que es un moderno bus serie para los PC.

Bus I2C, que es un interfaz serie de dos hilos desarrollado por Philips.

Uno de los factores que más importancia tiene a la hora de seleccionar un microcontrolador entre todos los demás es el soporte tanto software como hardware de que dispone. Un buen conjunto de herramientas de desarrollo puede ser decisivo en la elección, ya que pueden suponer una ayuda inestimable en el desarrollo del proyecto.

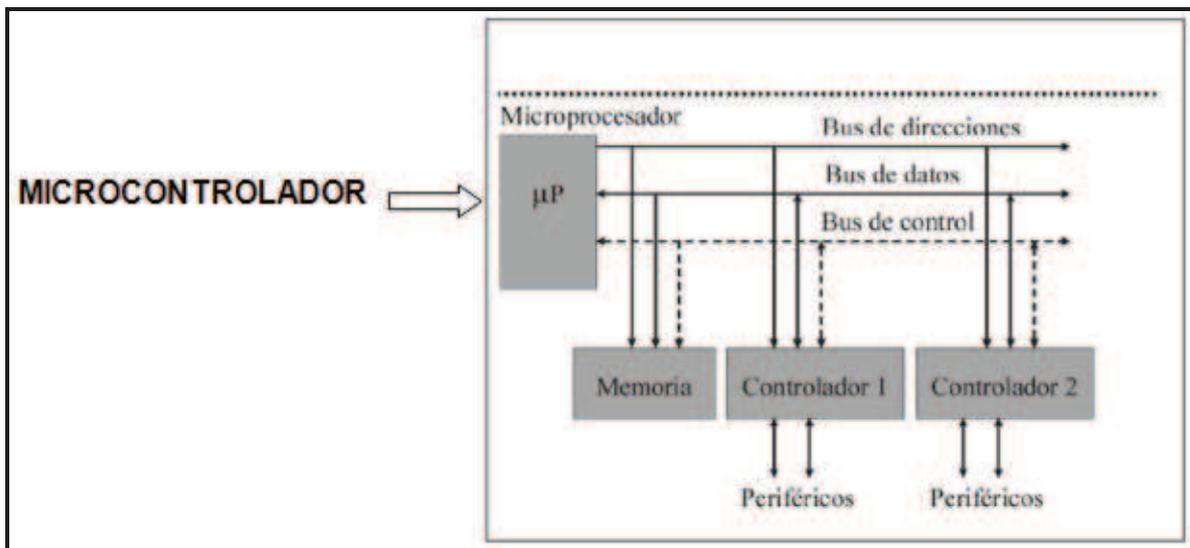
#### **1.6.4 DIFERENCIA ENTRE MICROPROCESADOR Y MICROCONTROLADOR<sup>12</sup>**

El microprocesador es un circuito integrado que contiene la Unidad Central de Proceso (UCP), también llamada procesador, de un computador. La UCP está formada por la Unidad de Control, que interpreta las instrucciones, y el Camino de datos, que las ejecuta.

Los pines de un microprocesador sacan al exterior las líneas de sus buses de direcciones, datos y control, para permitir conectarle con la Memoria y los Módulos de E/S y configurar un computador implementado por varios circuitos integrados. Se dice que un microprocesador es un sistema abierto porque su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine.

---

<sup>12</sup> COSTALES, Alcívar Apuntes de microcontroladores



**Figura 1.41** Diferencias entre microprocesador y microcontrolador

Estructura de un sistema abierto basado en un microprocesador. La disponibilidad de los buses en el exterior permite que se configure a la medida de la aplicación.

Si sólo se dispusiese de un modelo de microcontrolador, éste debería tener muy potenciados todos sus recursos para poderse adaptar a las exigencias de las diferentes aplicaciones. Esta potenciación supondría en muchos casos un despilfarro.

En la práctica cada fabricante de microcontroladores oferta un elevado número de modelos diferentes, desde los más sencillos hasta los más poderosos. Es posible seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S, la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de funcionamiento, etc. Por todo ello, un aspecto muy destacado del diseño es la selección del microcontrolador a utilizar.

El microcontrolador es un sistema cerrado. Todas las partes del computador están contenidas en su interior y sólo salen al exterior las líneas que gobiernan los periféricos.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DEL PIC 16F877A<sup>13</sup>

### 1.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL PIC 16F877A

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Hardware	-
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	-

Tabla 1.2 Características del PIC 16F877A

<sup>13</sup> Microcontroladores PIC Programación en Basic

## 1.7.2 MEMORIA DE PROGRAMA PIC 16F877A

Es una memoria de almacenamiento no volátil (ROM, OTP, EEPROM, FLASH), en la que se almacena el programa que gobierna la aplicación a la que está destinado el microcontrolador.

El PIC16F877A tienen 8K direcciones x 14 bits de memoria de programa tipo flash como se indica en la Figura 1.12. Además al tener una memoria específica de programa se puede adecuar el tamaño de las instrucciones y los buses al más apropiado para cada aplicación.

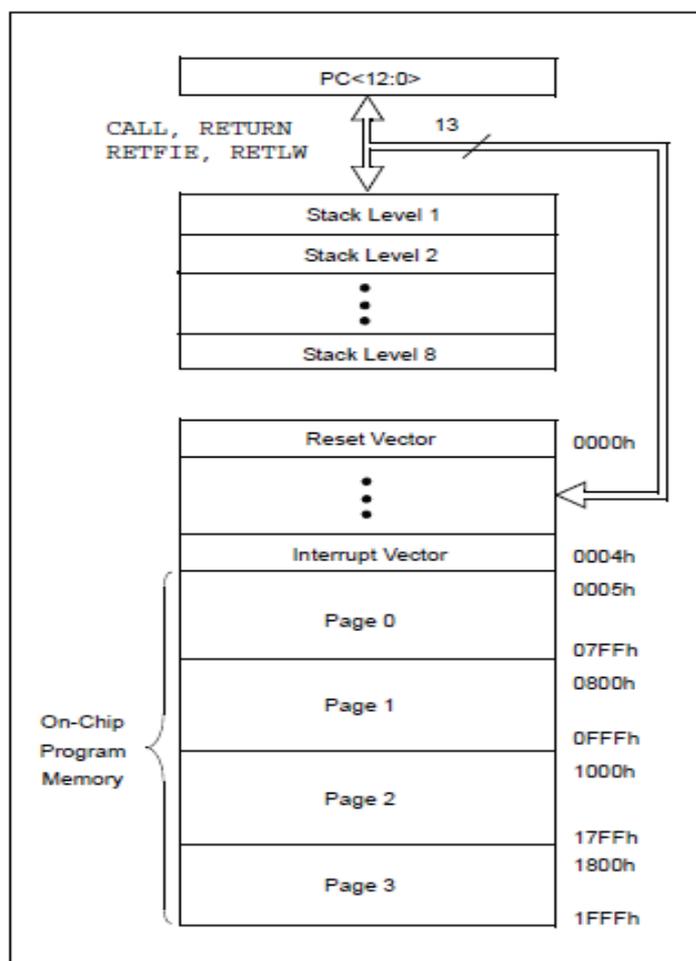


Figura 1.52 Memoria de programa PIC 16F877A<sup>14</sup>

<sup>14</sup> <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>

### 1.7.3 MEMORIA DE DATOS

Descripción de los puertos:

#### **Puerto A:**

- Puerto de e/s de 6 pines
- RA0 y AN0
- RA1 y AN1
- RA2, AN2 y Vref-
- RA3, AN3 y Vref+
- RA4 (Salida en colector abierto) y T0CKI(Entrada de reloj del modulo Timer0)
- RA5, AN4 y SS (Selección esclavo para el puerto serie síncrono)

#### **Puerto B:**

- Puerto e/s 8 pines
- Resistencias pull-up programables
- RB0 Interrupción externa
- RB4-7 Interrupción por cambio de flanco
- RB5-RB7 y RB3 Programación

#### **Puerto C:**

- Puerto e/s de 8 pines
- RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).
- RC1-RC2 PWM/COMP/CAPT
- RC1 o T1OSI (entrada osc timer1)
- RC3-4 o IIC
- RC3-5 o SPI
- RC6-7 o USART

**Puerto D:**

- Puerto e/s de 8 pines
- Bus de datos en PPS (Puerto paralelo esclavo)

**Puerto E:**

- Puerto de e/s de 3 pines
- RE0 y AN5 Read de PPS
- RE1, RE1 y AN6 Write de PPS
- RE2, RE2 y AN7 y CS de PPS

**1.7.4 DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS**

- Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler de 8 bits
- Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con preescaler que puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.
- Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler y postescaler.
- Dos módulos de Captura, Comparación, PWM (Modulación de Anchura de Impulsos).
- Conversor A/D de 10 bits.
- Puerto Serie Síncrono Master (MSSP) con SPI e I2C (Master/Slave).
- USART/SCI (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bit.
- Puerta Paralela Esclava (PSP) solo en encapsulados con 40 pines.

**1.7.5 LÍNEAS DE ENTRADA/SALIDA**

Estas líneas son los pines del microcontrolador que sirven para comunicarse con los periféricos conectados al sistema.

Pueden enviar o recibir datos digitales al o desde el periférico, manejan la información en paralelo y se agrupan en conjuntos que reciben el nombre de puertas o pódicos. los pines de las puertas pueden configurarse independientemente cada una de ellos como entrada o salida

### 1.7.6 RELOJ PRINCIPAL

Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema.

Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo.

Los microcontroladores admiten cuatro tipos de osciladores:

- **Oscilador RC:** oscilador de bajo costo formado por una resistencia y un condensador, cuyos valores determinan la frecuencia de oscilación. Proporciona una estabilidad mediocre.
- **Oscilador HS:** basado en un cristal de cuarzo, alcanza una velocidad entre 4 y 12 Mhz.
- **Oscilador XT:** oscilador de cristal o resonador para frecuencias entre 100 Khz y 4 Mhz.
- **Oscilador LP:** oscilador de bajo consumo con cristal o resonador para frecuencias entre 35 y 200 Khz.

Aumentar la frecuencia de reloj supone disminuir el tiempo en que se ejecutan las instrucciones pero lleva aparejado un incremento del consumo de energía.

### 1.7.7 DESCRIPCIÓN DE LOS PINES DEL PIC 16F877A

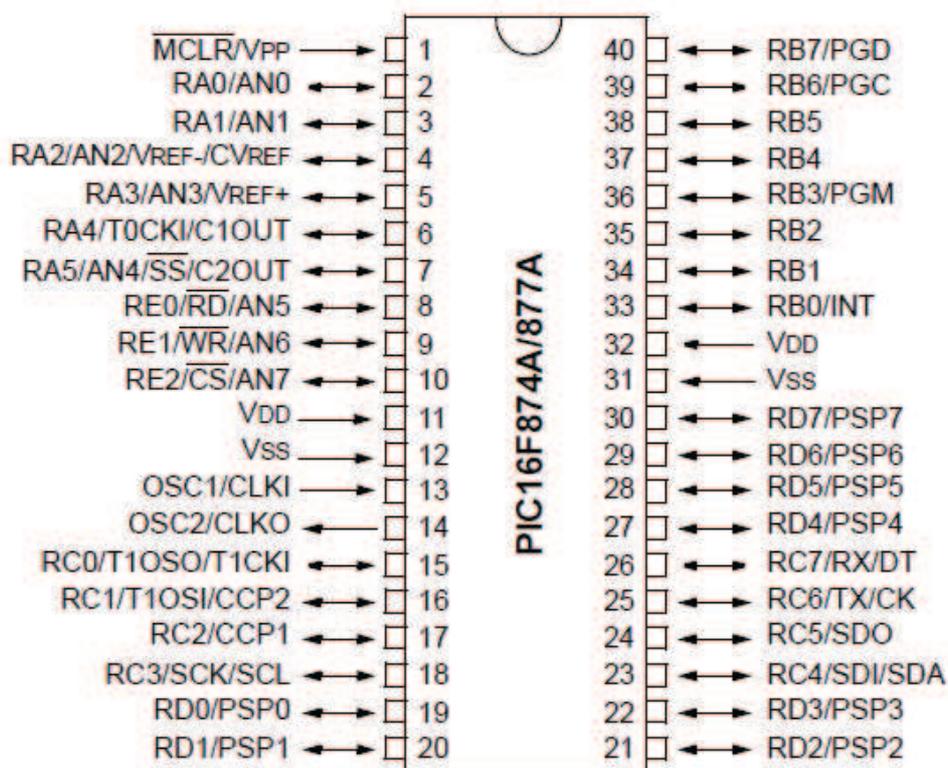


Figura 1.13 Aspecto externo del Pic 16F877A<sup>14</sup>

### DESCRIPCIÓN DE LOS PINES

NOMBRE DEL PIN	PIN	TIPO	TIPO DE BUFFER	DESCRIPCIÓN
OSC1/CLKIN	13	I	ST/MOS	Entrada del oscilador de cristal / Entrada de señal de reloj externa
OSC2/CLKOUT	14	O	-	Salida del oscilador de cristal
MCLR/Vpp/THV	1	I/P	ST	Entrada del Master clear (Reset) o entrada de voltaje de programación o modo de control high voltaje test

NOMBRE DEL PIN	PIN	TIPO	TIPO DE BUFFER	DESCRIPCIÓN
RA0/AN0	2	I/O	TTL	<p>PORTA es un puerto I/O bidireccional</p> <p>RA0: puede ser salida analógica 0</p> <p>RA1: puede ser salida analógica 1</p> <p>RA2: puede ser salida analógica 2 o referencia negativa de voltaje</p> <p>RA3: puede ser salida analógica 3 o referencia positiva de voltaje</p> <p>RA4: puede ser entrada de reloj el timer0.</p> <p>RA5: puede ser salida analógica 4 o el esclavo seleccionado por el puerto serial síncrono.</p>
RA1/AN1	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/ Vref-	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/Vref+	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	I/O	TTL	
RB0/INT	33	I/O	TTL/ST	<p>PORTB es un puerto I/O bidireccional. Puede ser programado todo como entradas</p> <p>RB0 puede ser pin de interrupción externo.</p> <p>RB3: puede ser la entada de programación de bajo voltaje</p> <p>Pin de interrupción</p> <p>Pin de interrupción</p> <p>Pin de interrupción. Reloj de programación serial</p>
RB1	34	I/O	TTL	
RB2	35	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	I/O	TTL	
RB4	37	I/O	TTL	
RB5	38	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	I/O	TTL/ST	
RB7/PGD	40	I/O	TTL/ST	
RC0/T1OSO/T1CKI	15	I/O	ST	<p>PORTC es un puerto I/O bidireccional</p> <p>RC0 puede ser la salida del oscilador timer1 o la entrada de reloj del timer1</p> <p>RC1 puede ser la entrada del oscilador timer1 o salida PMW 2</p> <p>RC2 puede ser una entrada de captura y comparación o salida PWN</p> <p>RC3 puede ser la entrada o salida serial de reloj síncrono para modos SPI e I2C</p> <p>RC4 puede ser la entrada de datos SPI y modo I2C</p> <p>RC5 puede ser la salida de datos SPI</p> <p>RC6 puede ser el transmisor asíncrono USART o el reloj síncrono.</p> <p>RC7 puede ser el receptor asíncrono USART o datos síncronos</p>
RC1/T1OS1/CCP2	16	I/O	ST	
RC2/CCP1	17	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	18	I/O	ST	
RC4/SD1/SDA	23	I/O	ST	
RC5/SD0	24	I/O	ST	
RC6/Tx/CK	25	I/O	ST	
RC7/RX/DT	26	I/O	ST	

NOMBRE DEL PIN	PIN	TIPO	TIPO DE BUFFER	DESCRIPCIÓN
RD0/PSP0 RD1/PSP1 RD2/PSP2 RD3/PSP3 RD4/PSP4 RD5/PSP5 RD6/PSP6 RD7/PSP7	19 20 21 22 27 28 29 30	I/O I/O I/O I/O I/O I/O I/O I/O   	ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL ST/TTL	PORTD es un puerto bidireccional paralelo
RE0/RD/AN5  RE1/WR/AN  RE2/CS/AN7	8  9  10	I/O  I/O  I/O	ST/TTL  ST/TTL  ST/TTL	PORTE es un puerto I/O bidireccional RE0: puede ser control de lectura para el puerto esclavo paralelo o entrada analógica 5 RE1: puede ser escritura de control para el puerto paralelo esclavo o entrada analógica 6 RE2: puede ser el selector de control para el puerto paralelo esclavo o la entrada analógica 7.
Vss	12.3 1	P	-	Referencia de tierra para los pines lógicos y de I/O
Vdd	11.3 2	P	-	Fuente positiva para los pines lógicos y de I/O
NC	-	-	-	No está conectado internamente

**Tabla 1.3 Descripción y tipo de los Pines del PIC16F877A**

### 1.7.8 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES Y SOFTWARE DEL MICROCONTROLADOR<sup>15</sup>

Uno de los factores que más importancia tiene a la hora de seleccionar un microcontrolador entre todos los demás es el soporte tanto software como hardware de que dispone. Un buen conjunto de herramientas de desarrollo puede ser decisivo en la elección, ya que pueden suponer una ayuda inestimable en el desarrollo del proyecto.

<sup>15</sup> <http://www.fimee.ugto.mx/profesores/gcerda/documentos/manual.pdf>

Las principales herramientas de ayuda al desarrollo de sistemas basados en microcontroladores son:

- Desarrollo del software:

Ensamblador. La programación en lenguaje ensamblador puede resultar un tanto ardua para el principiante, pero permite desarrollar programas muy eficientes, ya que otorga al programador el dominio absoluto del sistema.

Compilador. La programación en un lenguaje de alto nivel (como el C) permite disminuir el tiempo de desarrollo de un producto. No obstante, si no se programa con cuidado, el código resultante puede ser mucho más ineficiente que el programado en ensamblador. Las versiones más potentes suelen ser muy caras, aunque para los microcontroladores más populares pueden encontrarse versiones demo limitadas e incluso compiladores gratuitos.

- Depuración: debido a que los microcontroladores van a controlar dispositivos físicos, los desarrolladores necesitan herramientas que les permitan comprobar el buen funcionamiento del microcontrolador cuando es conectado al resto de circuitos.

Simulador. Son capaces de ejecutar en un PC programas realizados para el microcontrolador. Los simuladores permiten tener un control absoluto sobre la ejecución de un programa, siendo ideales para la depuración de los mismos. Su gran inconveniente es que es difícil simular la entrada y salida de datos del microcontrolador.

Placas de evaluación. Se trata de pequeños sistemas con un microcontrolador ya montado y que suelen conectarse a un PC desde el que se cargan los programas que se ejecutan en el microcontrolador. Las placas suelen incluir visualizadores LCD, teclados, LEDs, fácil acceso a los pines de E/S, etc. El sistema operativo de la placa recibe el nombre de programa monitor. El programa monitor de algunas placas de evaluación, aparte de permitir cargar programas y datos en la memoria del microcontrolador, puede permitir en cualquier momento realizar ejecución paso a

paso, monitorizar el estado del microcontrolador o modificar los valores almacenados los registros o en la memoria.

Emuladores en circuito. Se trata de un instrumento que se coloca entre el PC anfitrión y el zócalo de la tarjeta de circuito impreso donde se alojará el microcontrolador definitivo. El programa es ejecutado desde el PC, pero para la tarjeta de aplicación es como si lo hiciese el mismo microcontrolador que luego irá en el zócalo. Presenta en pantalla toda la información tal y como luego sucederá cuando se coloque la cápsula.

## **1.8 TRANSMISOR TX- 2B<sup>16</sup> Y RECEPTOR RX-2B<sup>17</sup>**

El transmisor Tx-2B y receptor RX-2B es un par de CMOS LSI (complementary metal-oxide-semiconductor, "estructuras semiconductor-óxido-metal complementarias) diseñado para aplicaciones controladas a control remoto.

El transmisor TX- 2B / RX-2B cuenta con cinco teclas de control de movimiento como:

- ✓ Adelante
- ✓ Atrás
- ✓ Derecha
- ✓ Izquierda
- ✓ Función de turbo

---

<sup>16</sup> <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/154571/SILAN/TX-2B.html>

<sup>17</sup> <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/154571/SILAN/TX-2B.html>

### 1.8.1 TRANSMISOR TX-2B

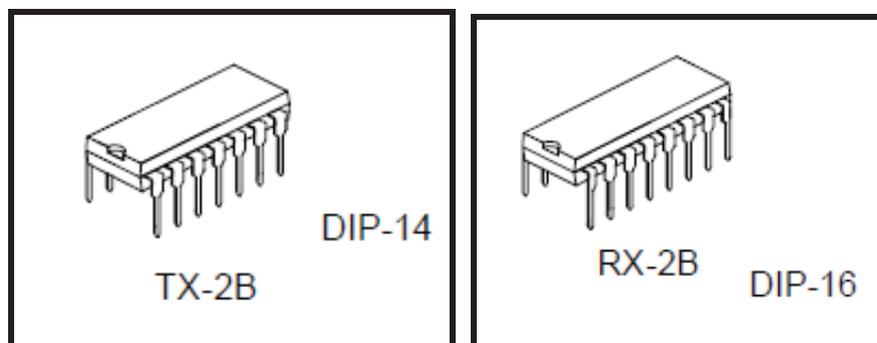


Figura 1.14 Transmisor y Receptor TX-2B y RX-2B

#### 1.8.1.1 Diagrama de bloques TX-2B

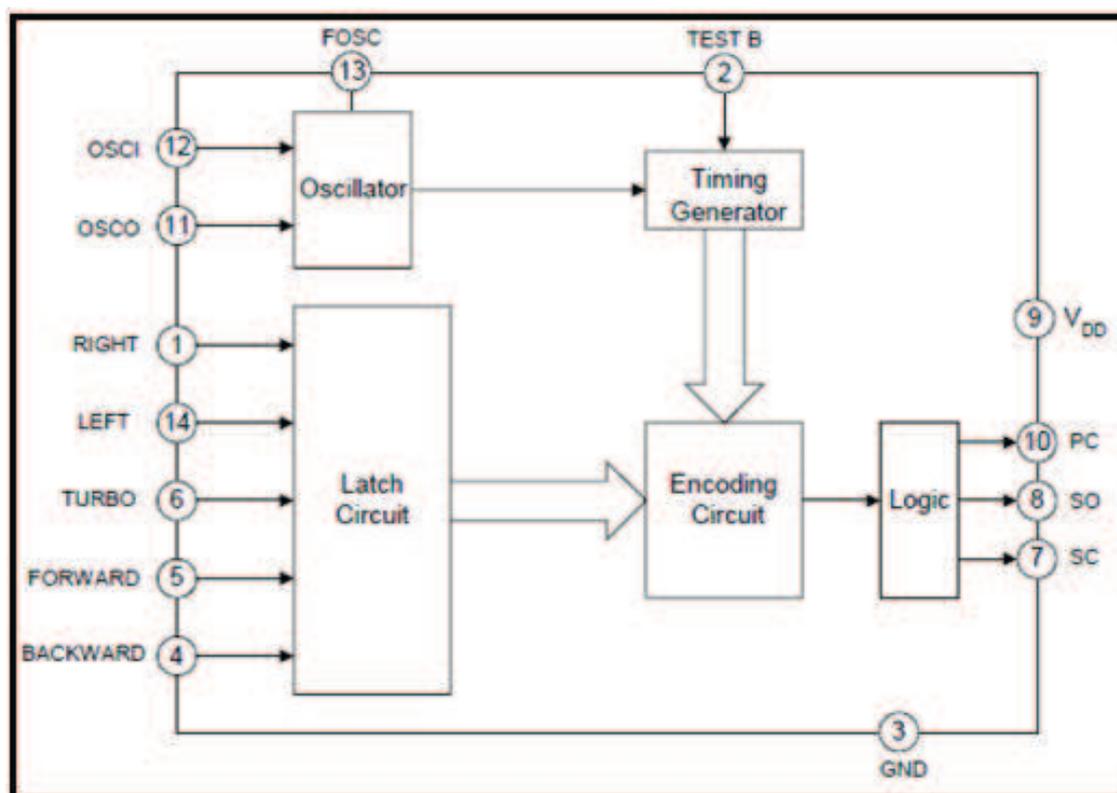
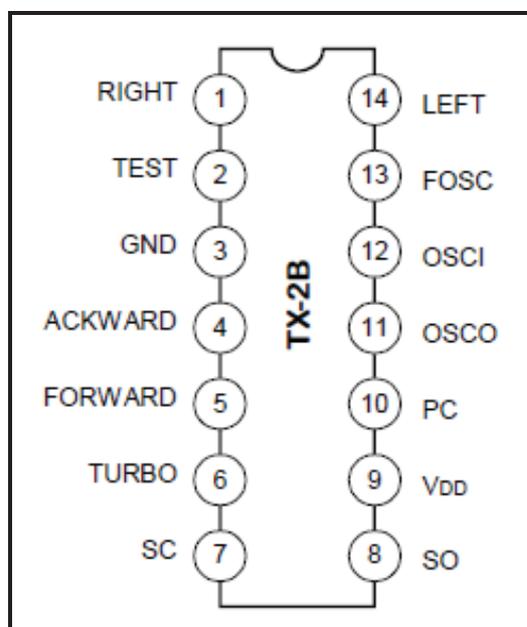


Figura 1.6 Diagrama de Bloques de Transmisor TX 2B<sup>16</sup>

### 1.8.1.2 PIN de configuración TX-2B



**Figura 1.7** Pines de Configuración TX-2B<sup>16</sup>

### 1.8.1.3 PIN de descripción

Pin No.	Símbolo	Descripción
1	RIGHT	Esta función se puede seleccionar si el pin se conecta a GND
2	TEST	Este pin se utiliza para tener a modo de prueba
3	GND	Fuente de alimentación negativa
4	BACKWARD	Esta función se puede seleccionar si el pin se conecta a GND
5	FORWARD	Esta función se puede seleccionar si el pin se conecta a GND
6	TURBO	Esta función se puede seleccionar si el pin se conecta a GND
7	SC	Pin de salida de la señal codificada con la frecuencia de la portadora
8	SO	Pin de salida de la señal codificada sin la frecuencia de la portadora
9	VDD	Suministro de energía
10	PC	Pin de control de poder de salida
11	OSCO	Pin de salida
12	OSCI	Pin de entrada
13	FOSC	Este pin es usado para el modo de prueba
14	LEFT	Esta función se puede seleccionar si el pin se conecta a GND

**Tabla 1.4** Descripción de Pines TX-2B

### 1.8.1.4 Máximas absolutas<sup>18</sup>

Características	Símbolo	Valor	Unidad
Tensión de alimentación	VDD	0.3 ~ 5.0	V
Voltaje de entrada /salida	VIN,VOUT	GND-0.3 ~VDD +0.3	V
Temperatura de funcionamiento	TOPR	-10~ 65	° C
Temperatura de almacenamiento	Tstg	-25~ 125	° C

Tabla 1.5 Máximas Absolutas

## 1.8.2 RECEPTOR RX- 2B<sup>19</sup>

### 1.8.2.1 Diagramas de bloques

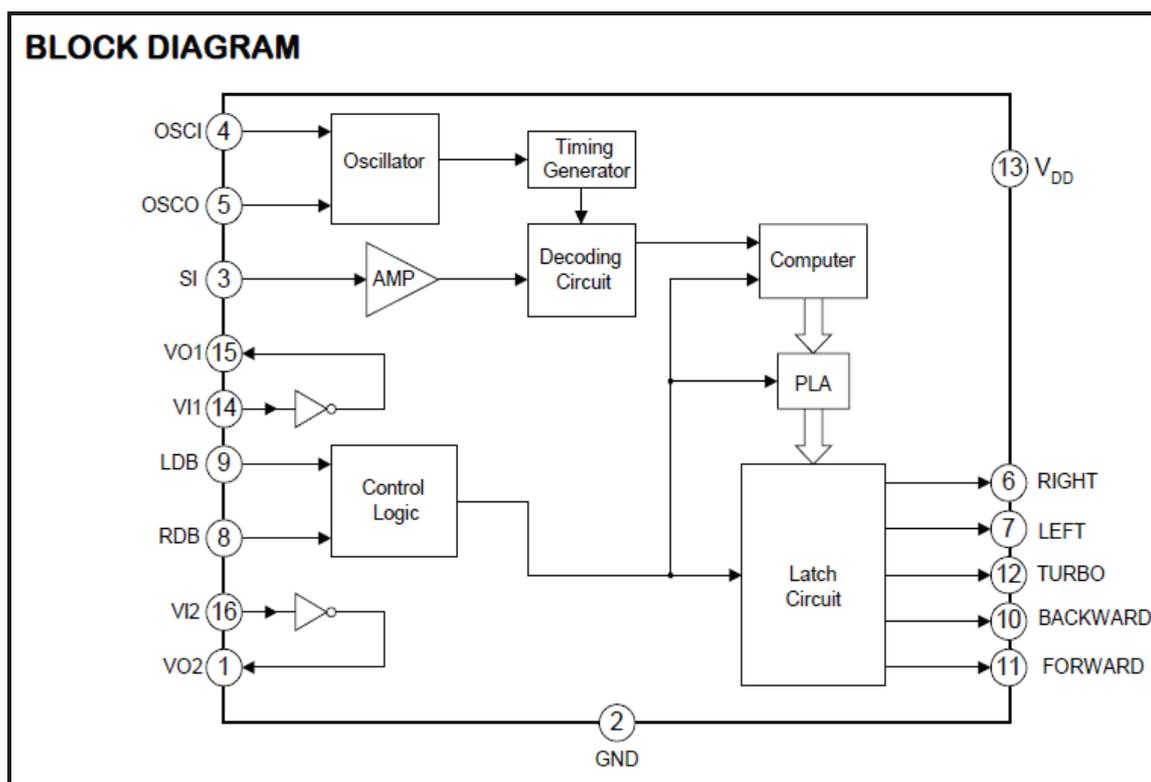


Figura 1.8 Diagrama de Bloques de Receptor RX 2B<sup>16</sup>

<sup>18</sup> <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/154571/SILAN/TX-2B.html>

<sup>19</sup> <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/154571/SILAN/TX-2B.html>

### 1.8.2.2 PIN de configuración RX-2B

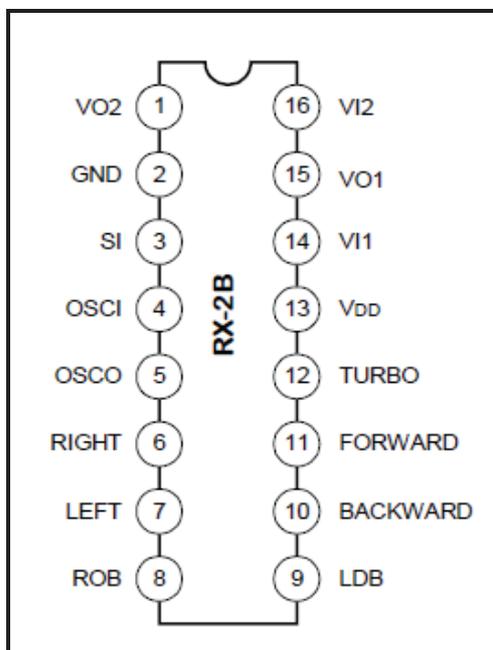


Figura 1.9 Pines de Configuración RX-2B<sup>16</sup>

### 1.8.2.3 PIN de descripción

Pin No.	Símbolo	Descripción
1	VO2	Inversor de 2 pines de salida para poder amplificar
2	GND	Fuente de alimentación negativa
3	SI	Pin de entrada de la señal de codificación
4	OSCI	Oscilador OSCI pin de entrada
5	OSCO	Oscilador OSCO pin de salida
6	RIGHT	Pin salida hacia la derecha
7	LEFT	Pin salida hacia la izquierda
8	ROB	Hacia la derecha deshabilitar, si este pin se conecta a GND
9	LDB	Función hacia la izquierda deshabilitar, si este pin se conecta a GND
10	BACKWARD	Salida hacia atrás
11	FORWARD	Salida hacia adelante
12	TURBO	Salida Turbo
13	VDD	Fuente de energía positiva VDD
14	VI1	Inversor 1 pin de entrada para poder amplificar
15	VO1	Inversor 1 pin de salida para poder amplificar
16	VI2	Inversor 2 pin de entrada para poder amplificar

Tabla 1.6 Descripción de Pines RX-2B

### 1.8.2.4 Máximas absolutas<sup>20</sup> RX-2B

Características	Símbolo	Valor	Unidad
Tensión de alimentación	VDD	0.3 ~ 5.0	V
Voltaje de entrada /salida	VIN, VOUT	GND-0.3 ~VDD +0.3	V
Temperatura de funcionamiento	TOPR	-10~ 65	° C
Temperatura de almacenamiento	Tstg	-25~ 125	° C

**Tabla 1.7** Máximas Absolutas Rx-2B

## 1.9 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PIC-C COMPILER

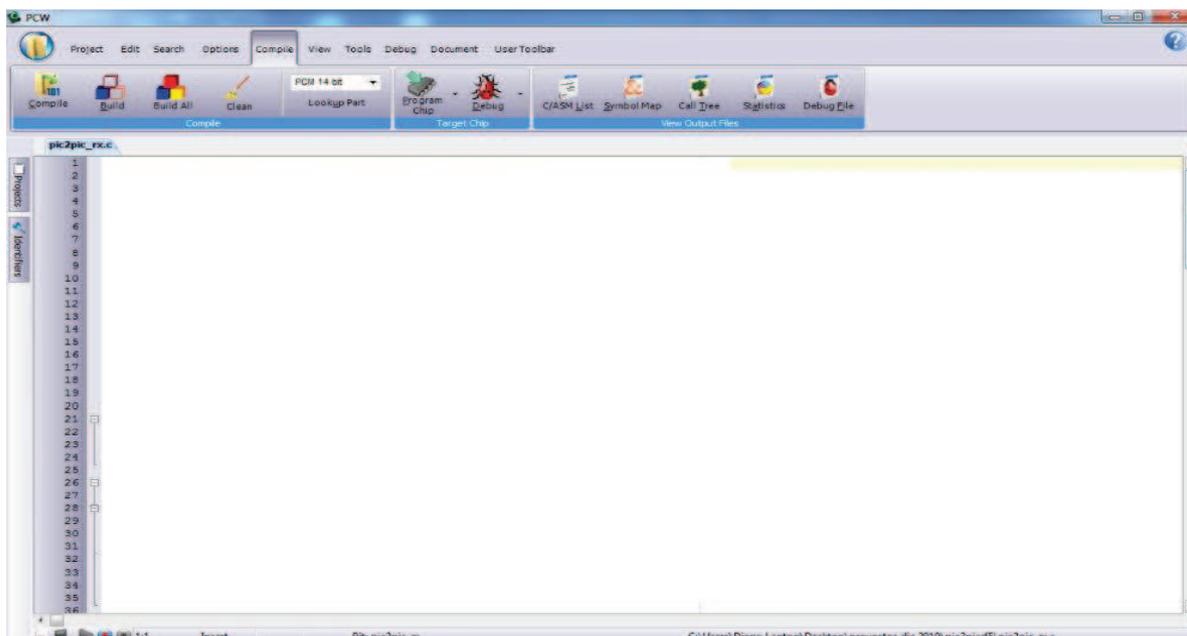
Para realizar la programación de los microcontroladores PIC en un lenguaje como el C, es preciso utilizar un compilador de C.

Dicho compilador genera ficheros en formato hexadecimal, que es el necesario para programar (utilizando un programador de PIC) un microcontrolador de 6, 8, 18 ó 40 patillas.

El compilador de C a utilizar es el PCW de la casa CCS Inc. A su vez, el compilador lo integraremos en un entorno de desarrollo integrado (IDE) para desarrollar todas y cada una de las fases que se compone un proyecto, desde la edición hasta la compilación pasando por la depuración de errores. La última fase, a excepción de la depuración y retoques hardware finales, será programar el PIC.

<sup>20</sup> <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/154571/SILAN/TX-2B.html>

Al igual que el compilador de Turbo C, éste "traduce" el código C del archivo fuente (.C) a lenguaje máquina para los microcontroladores PIC, generando así un archivo en formato hexadecimal (.HEX). Además de éste, también genera otros seis ficheros.



**Figura 1.10** Ambiente de programación PIC-C Compiler.

Dentro de ella se puede ver claramente una barra de herramientas, un menú y el área de trabajo. A continuación se explicará los iconos o atajos más importantes para manejar la herramienta C Compiler.

### 1.9.1 INICIO

A partir de la 4ta versión de PCW, menús y barras de herramientas se establecen en orden especial organizada de iconos. Cada icono se refiere a un tipo específico de actividad y sólo se muestra cuando se selecciona. CCS ha incluido una "barra de

herramientas de usuario" que permite al usuario personalizar los iconos de opciones para necesidades individuales.



**Figura 1.11** Barra de Herramientas

**Project.**-Para Abrir un proyecto existente (. PJT) como archivo especificado y es el archivo principal fuente cargado.

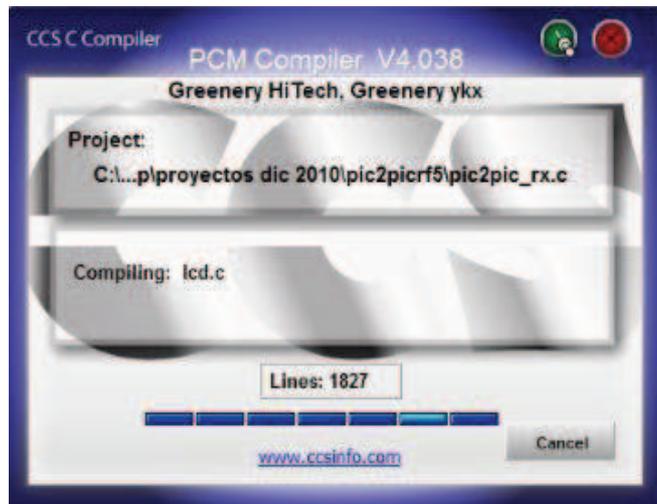
## 1.9.2 COMPILADOR

Presionando el icono de la barra de herramientas o F7, se compila el proyecto y obtenemos un archive .HEX, el cual va hacer grabado en el pic.



**Figura 1.12** Icono del compilador C Compiler

Una vez que se ha compilado el proyecto puede aparecer el siguiente cuadro de confirmación.



**Figura 1.13** Cuadro de confirmación de compilación

En el cual se puede comprobar el porcentaje de memoria utilizada en el microcontrolador.

### **1.9.3 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE**

#### **1.9.3.1 Device Editor**

Esta herramienta se utiliza para editar la base de datos del dispositivo utilizado por el compilador para controlar compilaciones. El usuario puede editar los chips de memoria, interrupciones, fusibles y otras configuraciones de periféricos para todos los dispositivos compatibles.

#### **1.9.3.2 Device Selector**

Esta herramienta utiliza la base de datos del dispositivo para permitir la selección paramétrica de dispositivos. La herramienta muestra todos los dispositivos de requisitos en base a los criterios de selección.

### **1.9.3.3 File Compare**

Se utiliza para comparar dos archivos. Las direcciones de memoria RAM / ROM para hacer las comparaciones más significativas.

### **1.9.3.4 Numeric Converter**

Se utilizar para convertir datos entre formatos diferentes. El usuario al mismo tiempo puede ver los datos en varios formatos como hexadecimal binario, IEEE, con y sin signo

### **1.9.3.5 Serial Port Monitor**

Esta herramienta es una manera fácil de conectar un PIC a un puerto serie. Los datos pueden ser vistos en formato ASCII o hexadecimal.

### **1.9.3.6 Disassembler**

Esta herramienta tendrá un hexadecimal de entrada y una salida ASM.

### **1.9.3.7 Convert Data to C**

Esta herramienta de entrada de datos desde un archivo de texto y genera el código de forma de un # ROM o instrucción Constante.

### **1.9.3.8 Extract Calibration**

Esta herramienta es entrada de un archivo hexadecimal y extrae los datos de calibración a una C . Esta función es útil para guardar los datos de calibración almacenados en la parte superior del programa y la memoria de los chips PIC determinados.

## 1.9.4 INSTRUCCIONES BÁSICAS DE PIC-C COMPILER PARA EL PROGRAMADOR

Para iniciar a descubrir cada una de las instrucciones que posee esta herramienta, se realizará la respectiva explicación de los comandos de instrucciones.

### 1.9.4.1 `#include` (funciones de manejo de cadenas)

Estas funciones están definidas en el archivo de cabecera `string.h`, que debe incluirse con una directiva `#include` en el fuente.

### 1.9.4.2 `#USE DELAY (CLOCK=frecuencia)`

Esta directiva indica al compilador la frecuencia del procesador, en ciclos por segundo, a la vez que habilita el uso de las funciones `DELAY_MS()` y `DELAY_US()`. Opcionalmente se puede usar la función `restart_WDT()` para que el compilador reinicie el WDT durante el retardo.

#### **Ejemplos:**

```
#use delay (clock=20000000)
```

```
#use delay (clock=32000, RESTART_WDT)
```

### 1.9.4.3 `#USE STANDARD_IO` (puerto)

Esta directiva afecta al código que el compilador genera para las instrucciones de entrada y salida. El método estándar de hacer I/O causará que el compilador genere un código para hacer que un pin de I/O sea entrada o salida cada vez que se utiliza.

En los procesadores de la serie 5X esto necesita un byte de RAM para cada puerto establecido como I/O estándar.

**Ejemplo:**

```
#use standard_io(A)
```

**1.9.4.4 #USE RS232 (BAUD=baudios, XMIT=pin, RCV=pin...)**

Esta directiva le dice al compilador la velocidad en baudios y los pines utilizados para la I/O serie. Esta directiva tiene efecto hasta que se encuentra otra directiva RS232.

La directiva #USE DELAY debe aparecer antes de utilizar #USE RS232. Esta instrucción habilita el uso de funciones tales como GETCH, PUTCHAR y PRINTF. Si la I/O no es estándar es preciso poner las directivas FIXED\_IO o FAST\_IO delante de #USE RS232

**1.9.4.5 OUTPUT\_HIGH(pin)**

Pone a 'uno' el pin indicado. El método de acceso de I/O depende de la última directiva #USE \*\_IO utilizada.

**Ejemplo:**

```
output_high(PIN_A0);
```

**1.9.4.6 DELAY\_MS(time)**

Esta función realiza retardos del valor especificado en time. Dicho valor de tiempo es en milisegundos y el rango es 0-65535.

Para obtener retardos más largos así como retardos 'variables' es preciso hacer llamadas a una función separada; véase el ejemplo siguiente.

Es preciso utilizar la directiva #use delay(clock=frecuencia) antes de la llamada a esta función, para que el compilador sepa la frecuencia de reloj.

**Ejemplos:**

```
#use delay (clock=4000000) // reloj de 4MHz
delay_ms( 2 ); // retardo de 2ms
void retardo_segundos(int n) { // retardo de 'n' segundos; 0 <= n => 255
for (; n!=0; n--)
delay_ms( 1000 ); // 1 segundo}
```

**1.9.4.7 OUTPUT\_LOW(pin)**

Pone a 'cero' el pin indicado. El método de acceso de I/O depende de la última directiva #USE \*\_IO.

**Ejemplo:**

```
output_low(PIN_A0);
```

**1.9.4.8 DISABLE\_INTERRUPTS(level)**

Esta función desactiva la interrupción del nivel dado en level. El nivel GLOBAL prohíbe todas las interrupciones, aunque estén habilitadas o permitidas. Los niveles de interrupción son:

- GLOBAL o INT\_AD o INT\_CCP2 o INT\_COMP
- INT\_EXT o INT\_EEPROM o INT\_SSP o INT\_ADOF
- INT\_RTCC o INT\_TIMER1 o INT\_PSP o INT\_RC
- INT\_RB o INT\_TIMER2 o INT\_TBE o INT\_I2C
- INT\_AD o INT\_CP1 o INT\_RDA o INT\_BUTTON

**Ejemplo:**

```
disable_interrupts(GLOBAL); /* prohíbe todas las interrupciones */
```

#### 1.9.4.9 ENABLE\_INTERRUPTS(level)

Esta función activa la interrupción del nivel dado en level. Queda a cargo del técnico definir un procedimiento o rutina de atención, para el caso que se produzca la interrupción indicada. El nivel GLOBAL permite todas las interrupciones que estén habilitadas de forma individual.

#### **Ejemplo:**

```
disable_interrupts(GLOBAL); // Prohíbe todas las interrupciones  
enable_interrupts(INT_AD); // Quedan habilitadas estas dos interrupciones,  
enable_interrupts(INT_I2C); //pero hasta que no se habilite GLOBAL, no  
podrán activarse//  
enable_interrupts(GLOBAL); // Ahora sí se pueden producir las interrupciones  
anteriores//
```

#### 1.9.4.10 Funciones SET\_TRIS

- SET\_TRIS\_A(value)
- SET\_TRIS\_B(value)
- SET\_TRIS\_C(value)
- SET\_TRIS\_D(value)
- SET\_TRIS\_E(value)

Estas funciones permiten escribir directamente los registros tri-estado para la configuración de los puertos.

Esto debe usarse con FAST\_IO() y cuando se accede a los puertos de I/O como si fueran memoria, igual que cuando se utiliza una directiva #BYTE. Cada bit de value representa un pin. Un '1' indica que el pin es de entrada y un '0' que es de salida.

**Ejemplo:**

```
SET_TRIS_B( 0x0F ); // pone B0, B1, B2 y B3 como entradas; B4, B5, B6 y B7 como salidas, en un PIC 16c84//
```

**1.9.5 FUNCIONES PARA EL LCD****1.9.5.1 SETUP\_LCD(mode,prescale,segments);**

Esta función se usa para inicializar al controlador 923/924 del LCD, donde *mode* puede ser:

- LCD\_DISABLED
- LCD\_STATIC
- LCD\_MUX12
- LCD\_MUX13
- LCD\_MUX14
- STOP\_ON\_SLEEP
- USE\_TIMER\_1

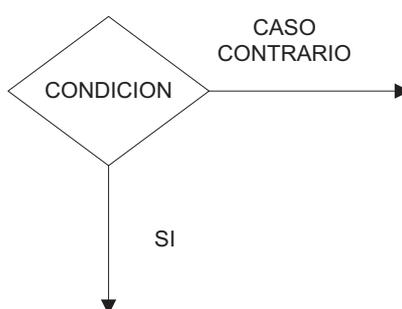
Además, *prescale* puede valer entre 0 y 15; *segments* pueden ser cualquiera del siguiente:

- SEGO\_4 o SEG16\_19
- SEG5\_8 o SEGO\_28
- SEG9\_11 o SEG29\_31
- SEG12\_15 o ALL\_LCD\_PINS

## 1.10 SENTENCIAS LÓGICAS Y OPERADORES

### 1.10.1 IF – THEM – ELSE

Son sentencias condicionales, las cuales responden a un estado de voltaje (0L, 1L), de contenido (caracteres), etc.



**Diagrama de Flujo: 1.1** Condición lógica IF-ELSE

### 1.10.2 FOR – NEXT

Son instrucciones de repetición, ya que se ejecutan un conjunto de instrucciones, dependiendo de una variable incremental que se encuentre dentro del lazo.

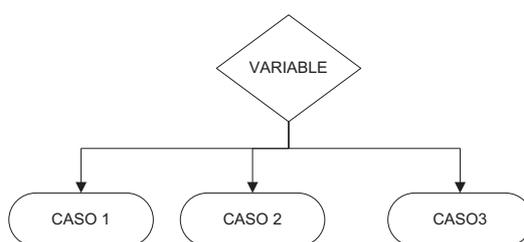


**Diagrama de Flujo: 1. 2** Condición de repetición FOR – NEXT

### 1.10.3 SELECT – CASE

Son sentencias que se pueden ejecutar, dependiendo del estado de una variable de selección.

Dentro de este esquema se puede tener un conjunto de casos que pueden ser ejecutados, dependiendo de las variables en juego.



**Diagrama de Flujo: 1. 3** Condición de selección SELECT – CASE

### 1.10.4 OPERADORES Y EXPRESIONES

#### 1.10.4.1 Operadores de asignación

Una expresión de asignación tradicional es de la forma:

$\text{expr1} = \text{expr1 operador expr2}$  , es decir,  $i = i + 5$ . Esta expresión se puede representar por otra forma más corta:  $\text{expr1 operador} = \text{expr2}$  siguiendo con el mismo ejemplo  $i += 5$ .

Es en las expresiones complejas, y no en una tan simple como la del ejemplo, donde se puede apreciar la conveniencia de usar esta notación. La siguiente tabla 1.6 resume los operadores de asignación compuesta y su significado.

Operador	Descripción
+=	Asignación de suma
-=	Asignación de resta
*=	Asignación de multiplicación
/=	Asignación de división
%=	Asignación de resto de división
<<=	Asignación de desplazamiento a la izquierda
>>=	Asignación de desplazamiento a la derecha
&=	Asignación de AND de bits
=	Asignación de OR de bits
^=	Asignación de OR exclusivo de bits
~=	Asignación de negación de bits

**Tabla 1.8** Operadores de asignación compuesta y su significado

#### 1.10.4.2 Operadores aritméticos

Los operadores aritméticos se usan para realizar operaciones matemáticas. Se listan en la siguiente tabla 1.9:

Operador	Descripción	Ejemplo
+	Suma (enteros o reales)	resul = var1 + var2
-	Resta (enteros o reales)	resul = var1 - var2
*	Multiplicación (enteros o reales)	resul = var1 * var2
/	División (enteros o reales)	resul = var1 / var2
-	Cambio de signo en enteros o reales	-var1
%	Módulo; resto de una división entera	rango = n [A1]% 256

**Tabla 1.9** Operadores aritméticos

#### 1.10.4.3 Operadores relacionales

Su misión es comparar dos operandos y dar un resultado entero:

1 (verdadero); 0 (falso).

La siguiente tabla 1.10 ilustra estos operadores:

Operador	Descripción
<	Menor que
>	Mayor que
<=	Menor o igual que
>=	Mayor o igual que
==	Igual a
!=	Distinto de

**Tabla 1.10** Operadores de relación

#### 1.10.4.4 Operadores lógicos

Al igual que los operadores relacionales, éstos devuelven 1 (verdadero), 0 (falso) tras la evaluación de sus operandos. La tabla 1.11 ilustra estos operadores.

Operador	Descripción
!	NO lógico
&&	Y lógico
	O lógico

**Tabla 1.11** Operadores lógicos

#### 1.10.4.5 Operadores de manejo de bits

Estos operadores permiten actuar sobre los operandos a nivel de bits y sólo pueden ser de tipo entero (incluyendo el tipo char). Son los que siguen:

Operador	Descripción
~	Negación de bits (complemento a 1)
&	Y de bits (AND)
^	O exclusivo de bits (EXOR)
	O de bits (OR)

**Tabla 1.12** Operadores de manejo de bits

#### 1.10.4.6 Operadores de incremento y decremento

Su comportamiento se asemeja a las instrucciones de incremento `incf f,d` del ensamblador del microcontrolador PIC 16x84 o `inc variable` del Intel 8051.

Operador	Descripción
++	Incremento
--	Decremento

**Tabla 1.13** Operadores de incremento y decremento

#### 1.10.4.7 Operadores de desplazamiento de bits

Los operadores de desplazamiento otorgan al C capacidad de control a bajo nivel similar al lenguaje ensamblador. Estos operadores utilizan dos operandos enteros (tipo `int`): el primero es el elemento a desplazar y el segundo, el número de posiciones de bits que se desplaza. Se resumen en la siguiente tabla 1.14:

Operador	Descripción
>>	Desplazamiento a la derecha
<<	Desplazamiento a la izquierda

**Tabla 1.14** Operadores de desplazamiento de bits

### 1.10.4.8 Expresiones

Constantes	
123	Decimal
0123	Octal
0x123	Hex
0b010010	Binario
'x'	Carácter
'\010'	Carácter octal
'\x'	Carácter especial; x puede ser: ¿n,t,b,r,f,'',\d,v?
"abcdef"	Cadena (el carácter nulo se agrega al final)

Identificadores	
ABCDE	Hasta 32 caracteres (no puede empezar con números)
ID[X]	Un subíndice
ID[X][X]	Múltiples subíndices
ID.ID	Referencia a una estructura o una unión
ID-->ID	Referencia a una estructura o una unión

**Tabla: 1.15** Expresiones

## **CAPÍTULO II: PROPUESTA DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA INALÁMBRICO**

### **1.11 REQUERIMIENTOS RESIDENCIALES**

Todo dueño residente, tiene como punto fundamental la estética de su hogar a la mano de una mejor seguridad, la colocación de sensores en cada área requerida pasan desapercibidos a la vista normal sin perder la confiabilidad, al igual que la eliminación de cableado visto entre las esquinas con o sin canaleta, son demandas residenciales prioritarias.

Actualmente, los sistemas de alarma cableados, generan grandes conflictos en el momento de su instalación, además de un alto costo al tiempo de colocarlos, ya sea por la mano de obra técnica, la tecnología utilizada o a su vez por la vulnerabilidad que ofrece al tener cables que se puedan suprimir con facilidad, sin nombrar la desagradable estética al tener cables colgando por toda el área que se desea proteger.

La comunicación inalámbrica, brinda en las residencias tanto mejor seguridad, mayores áreas de cobertura, más opciones de comunicación y mejora la estética del hogar.

El presente proyecto da solución a varios inconvenientes:

- Colocando a una alarma convencional, módulos de comunicación inalámbrica, lograremos recibir y transmitir datos entre sí, logrando una comunicación acertada, sin la necesidad de colocar cables que pudiesen ser cortados por

los individuos que quieren hacer daño al usuario e incluso sustraer pertenencias, y así mantener la estética interna y externa de las casas.

- Cada una de las casas de la urbanización necesita un sistema de seguridad inalámbrico, el mismo que debe funcionar el día y la noche, incluso si hay un corte de energía eléctrica, esta alarma inalámbrica seguirá funcionando debido a que posee baterías internas que se encuentran recargando constantemente.
- Mediante este sistema los usuarios podrán prescindir del servicio de guardianía, beneficiándose económicamente del pago de este servicio.

## **1.12 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE**

Las etapas principales del prototipo del sistema de seguridad inalámbrico, tanto de la central principal como de cada casa son:

- Sistema de control.
- Fuente reguladora.
- Sistema de Potencia
- Sensores de movimiento
- Sistema de Transmisión (Tx) de datos
- Sistema deRecepción (Rx) de datos.
- Batería recargable.

El sistema de alarma debe funcionar las 24 horas del día y los 365 días del año, con la particularidad que se va a tener un único teclado para la activación y desactivación de la alarma que tendrán los usuarios en cada casa y en la central principal que es el acceso a la urbanización, tendrán también un LCD donde visualizará la información que será transmitida y recibida por los moduladores inalámbricos.

El sistema de alarma inalámbrico se encuentra trabajando continuamente en dos niveles, primero es resguardando la seguridad del hogar y la segunda resguardando la seguridad comunitaria.

### 1.12.1 ETAPA DE SEGURIDAD EN EL HOGAR (SENSORES)

#### Primero:

Para que el usuario esté seguro del funcionamiento de su alarma de seguridad, el momento de energizar la alarma el LCD presentará en su pantalla el mensaje de “ALARMA COMUNITARIA”.

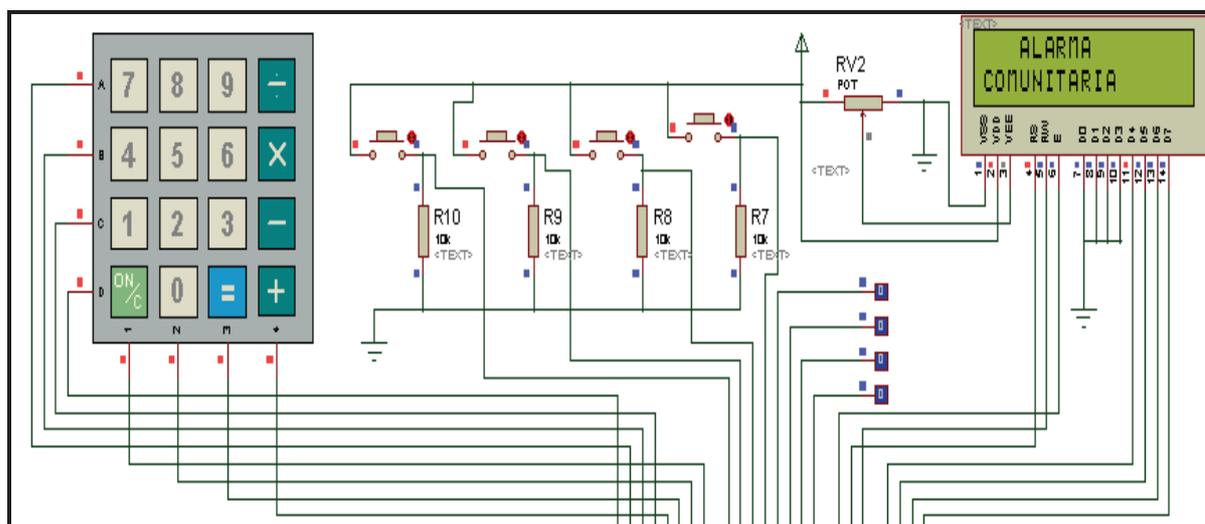
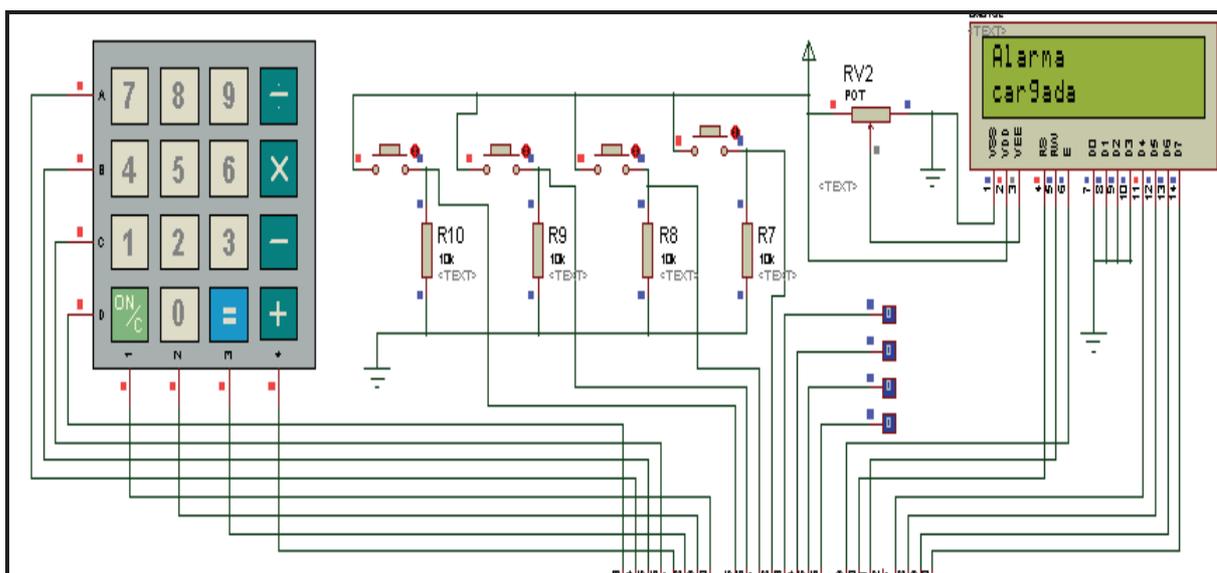


Figura 2.1 Mensaje Alarma Comunitaria

#### Segundo:

Presionar la tecla \* para que la alarma se cargue con los datos almacenados en el microcontrolador 16F877A y no se tenga ningún error al momento de romper con la

seguridad de la casa, es decir la alarma empieza a identificar cualquier señal tanto de los sensores de la casa donde ha sido instalada como también de las casas aledañas, en ese instante el LCD presentará el mensaje de **“ALARMA CARGADA”**.



**Figura 2.2** Mensaje Alarma Cargada

### Tercero:

Cuando el propietario ha dejado su hogar los sensores de la casa se activan y empieza a funcionar la alarma en su totalidad.

En el momento que el propietario retorna e ingresa a su hogar el sensor de la puerta se activará al igual que la alarma, en ese instante el LCD presentará un mensaje de **“CONTRASEÑA”** y un tiempo de 10 segundos para ingresar la clave de seguridad de tres dígitos que se le ha asignado a su casa.

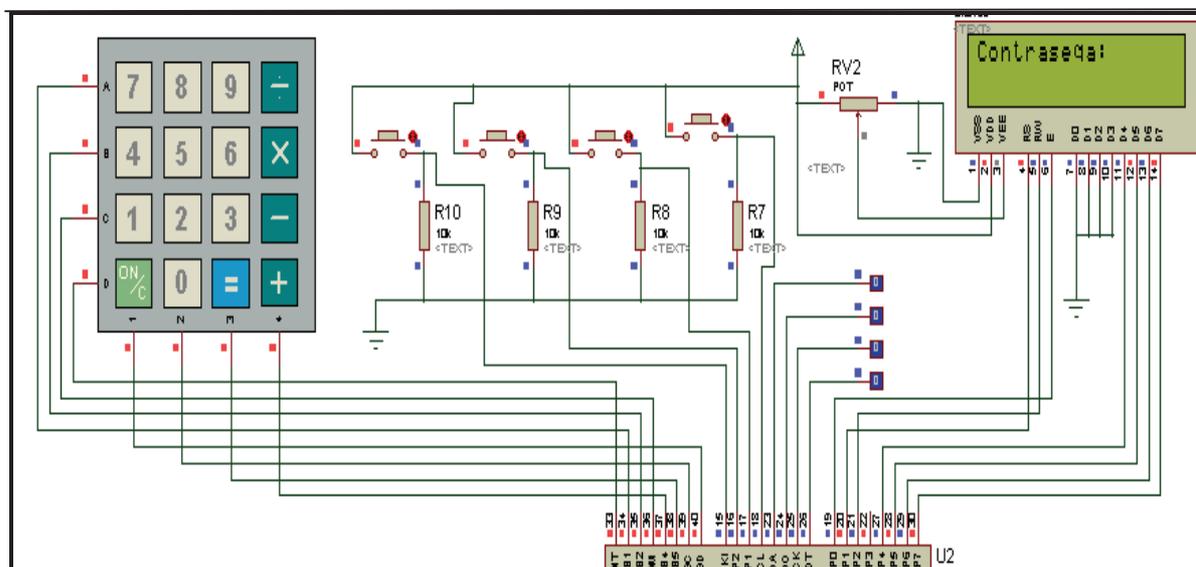


Figura 2.3 Mensaje Ingreso Contraseña

#### Cuarto:

Al ingresar la contraseña el microcontrolador 16F877A verificará la contraseña ingresada, presentando en el LCD la clave ingresada y las opciones A= Aceptar y B= Reiniciar, al ser correcta esta contraseña el LCD volverá a presentar el mensaje de **“ALARMA COMUNITARIA”** por consiguiente el propietario deberá nuevamente presionar la tecla \* para que se habilite su alarma.

Al ser incorrecta esta contraseña de tres dígitos el LCD vuelve a presentar el mensaje de **“CONTRASEÑA”**.

El propietario debe considerar que solo tiene dos oportunidades más para ingresar correctamente la contraseña

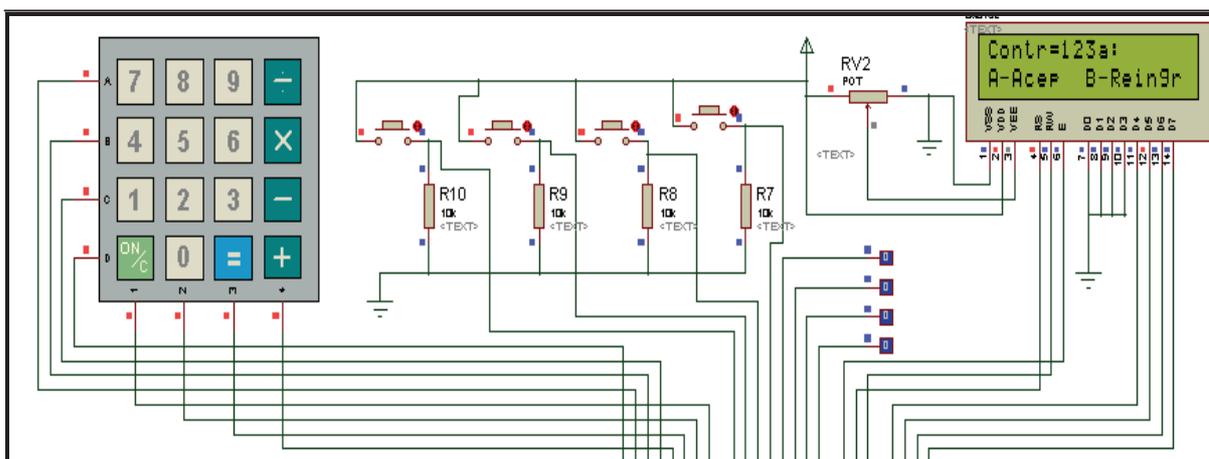


Figura 2.4 Mensaje de la contraseña ingresada

Quinto:

Después de haber ingresado tres veces la contraseña errada el LCD presentará un mensaje de “Alerta Intruso”, y se activará la alarma sonora mayor.

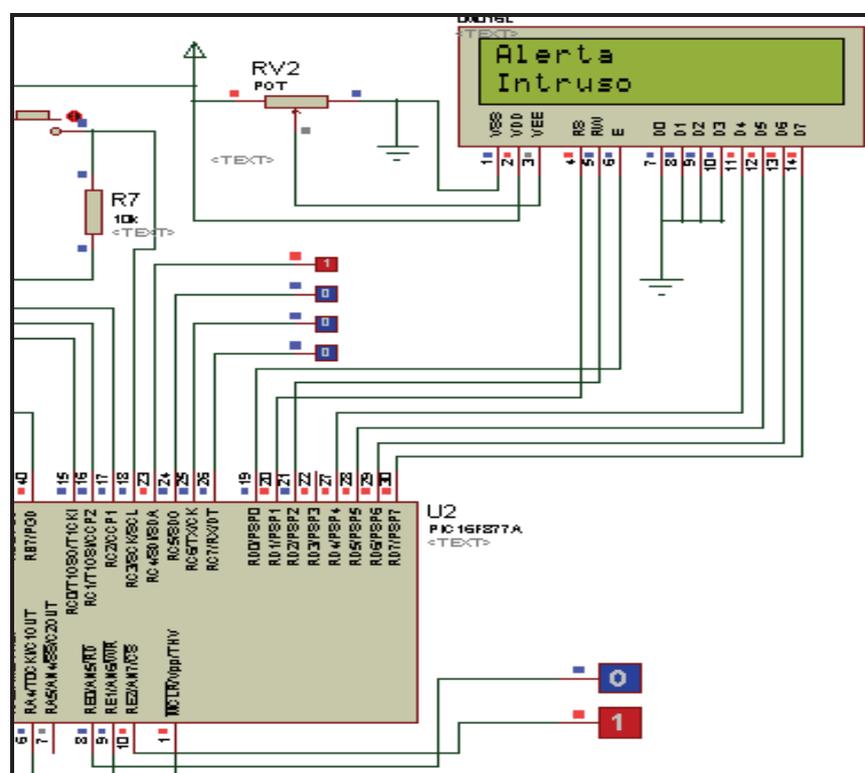


Figura 2.5 Mensaje Alerta Intruso

### 1.12.2 ETAPA DE SEGURIDAD COMUNITARIA (MODULADORES DE FRECUENCIA)

Cuando una casa está siendo asaltada esta emite una señal a través de los pines RC0, RC1,RC2,RC3 del puerto C.

La central ubicada en cada una de las casas tienen los pines RC4, RC5, RC6,RC7 configurados como entradas, estas entradas están interconectadas a un módulo de recepción, este módulo receptor capta la señal de la casa que está transmitiendo el auxilio, enviando el código de la casa al PIC y el LCD muestra en pantalla la casa que está siendo asaltada a la vez que emite un sonido de alerta.

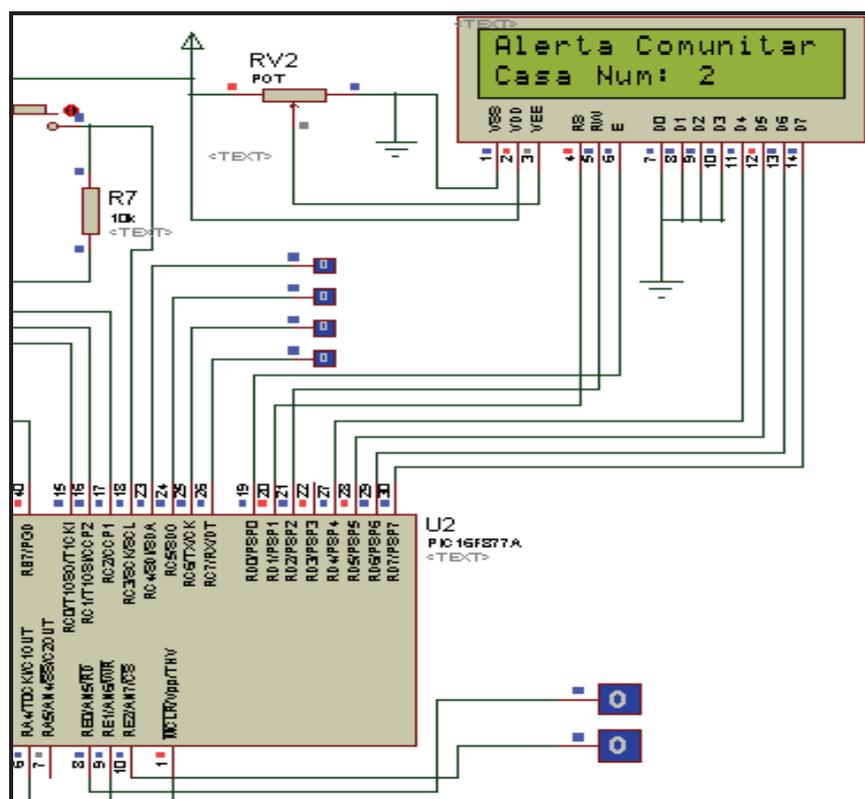
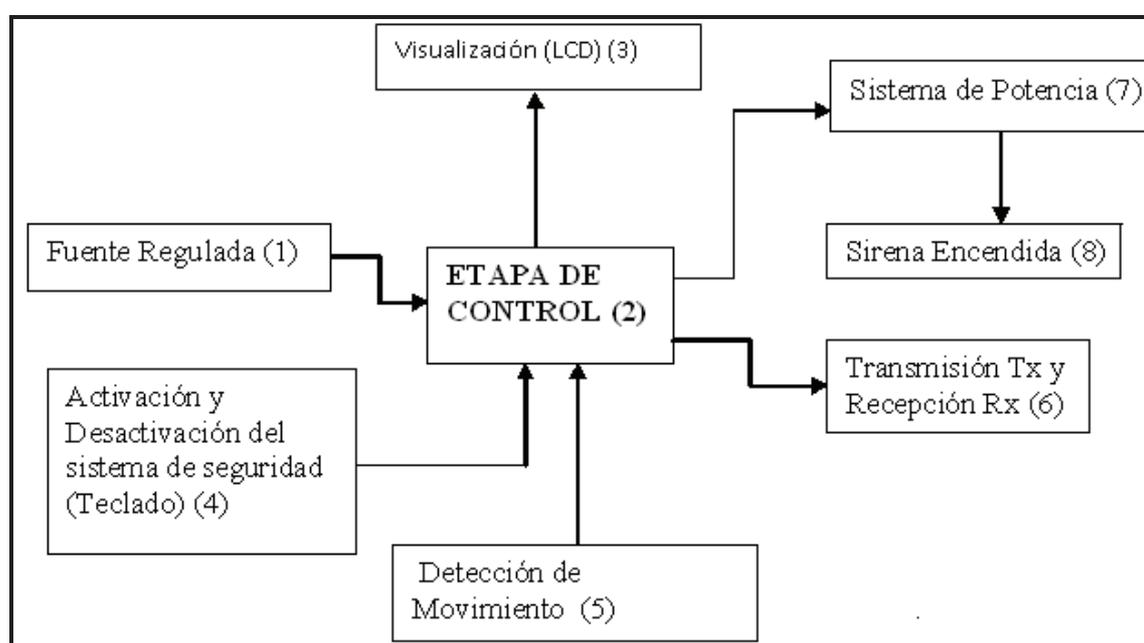


Figura 2.6 Mensaje de Alerta por medio de Rx y Tx

### 1.13 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS

Para plantear la estructura del sistema se genera una secuencia lógica de etapas que van desde la etapa de control, pasa por la etapa de detección y culmina en la etapa de activación de la alarma con la activación inalámbrica, todo esto representado en un diagrama que facilitará el diseño del hardware, a continuación se presenta en la figura 2.7



**Figura 2.7** Diagrama de bloques del sistema

#### 1.13.1 SISTEMA DE CONTROL

Esta etapa es el cerebro del proyecto ya que en base a esta trabaja todo el circuito. Como características relevantes del uC, se presenta la funcionalidad de comunicación vía código binario de 4 bits a través de los pines RC0 A RC3 para recepción y RC4 A RC7 para transmisión facilitando la interconexión entre las centrales con el mismo microcontrolador, además de una amplia memoria de programación a comparación con otros modelos de uC, la misma que mejora el rendimiento del uC y no limita en opciones de programación, cabe nombrar que este



El microcontrolador es el encargado de tomar las decisiones de activar o desactivar la alarma, de enviar señales por medio de los transmisores inalámbricos a cada casa e informar a los usuarios el número de casa en peligro, como también controlar el ingreso de la puerta para los autos y el ingreso de la puerta peatonal.

El PIC tiene 40 pines de los cuales 33 son puertos de entrada/salida, una memoria Flash de 8192 palabras, una RAM de 368 bytes y una EEPROM de 256 bytes, por lo que este microcontrolador cumple con las características necesarias para la elaboración del proyecto.

#### **1.13.1.1 Descripción de cada puerto.**

##### **En el puerto A:**

En el puerto A que va desde RA0 – RA4 se conectan los sensores que hay en cada casa, en el proyecto se representa con pulsadores debido a que es un prototipo, al ser aplicado en la realidad este prototipo se debe utilizar sensores de movimiento acondicionando una señal limitada de 5V DC dirigido al puerto de recepción .

**RA0 (pin 2).**-sensor 1

**RA1 (pin3).**- sensor 2

**RA2 (pin4).**- sensor 3

**RA3 (pin 5).**- sensor 4

**RA4 (pin 6).**- sensor 5

**En el puerto B:**

El puerto B que va desde RB0 – RB7 tiene 4 entradas y 4 salidas donde se conectan el teclado de 4 x4. Estas entradas y salidas están autoprogramadas con las librerías internas del compilador.

**RB0 (pin 33).**- Fila "D"

**RB1 (pin 34).**- Fila "C"

**RB2 (pin 35).**- Fila "B"

**RB3 (pin 36).**- Fila "A"

**RB4 (pin 37).**- Columna "1"

**RB5 (pin 38).**- Columna "2"

**RB6 (pin 39).**- Columna "3"

**RB7 (pin 40).**- Columna "4"

El teclado, que se muestra en la figura, es la única forma de intervención del usuario con el control principal y sirve para asignar los parámetros que son ingresados secuencialmente e indicados por el L.C.D.

El teclado internamente consta de interruptores internos, se envía desde el uC una señal tipo barrido a través de las columnas que son las entradas del mismo y al presionar cualquier botón, se provoca una interrupción en los pines de salida que vienen a ser las filas del teclado, esta señal viaja a través del interruptor presionado y llega a las entradas RB# del uC, el uC identifica el pin donde se provocó la interrupción y llama a la librería `kbd_getc()` la misma que fue inicializada por medio de la subfunción principal de manejo de teclado `kbd_init()`; que viene dentro de las librerías funcionales que brinda PCW C Compiler, esta función devuelve el dato en código anssi de la tecla presionada y es almacenado en la variable `tecla` mediante el código: `tecla=kbd_getc();`



Figura 2.9 Teclado matricial 4x4

#### En el puerto C:

El puerto C va desde RC0 – RC7 donde 4 pines corresponden al Transmisor (Tx) y 4 pines son para el Receptor (Rx).

RC0 (pin 15).-

RC1 (pin 16).-

RC2 (pin 17).-

RC3 (pin 18).-

RC4 (pin 23).-

RC5 (pin 24).-

RC6 (pin 25).-

RC7 (pin 26).-

Es un terminal de Recepción de datos serial Rx.

Es un terminal de Transmisión de datos serial Tx.

#### En el puerto D:

El puerto D tiene 8 terminales que van desde RD0 – RD7, el compilador que se ha utilizando para la programación del PIC incluye una librería donde se determina específicamente estos pines como exclusivos en el uso del LCD.

**RD0 (pin 19).**- Es un pin para la configuración Enable del LCD.

**RD1 (pin 20).**- Este pin se utiliza para activar el set y reset del LCD.

**RD2 (pin 21).**- Este pin se utiliza para la lectura y Escritura del LCD.

**RD3 (pin 22).**- Este pin no se lo utiliza.

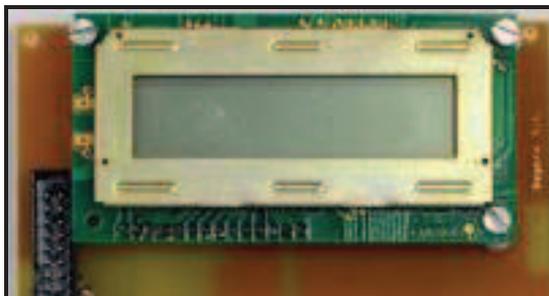
<b>RD4 (pin27)</b>	} Estos pines se utilizan para para el bit de datos.
<b>RD5 (pin 28)</b>	
<b>RD6 (pin 29)</b>	
<b>RD7 (pin 30)</b>	

El L.C.D que muestra en la figura, se encarga de mostrar todo lo que el usuario va a ingresar por teclado y además mensajes de errores como: que no están listas las condiciones iniciales de trabajo o que alguna protección está activada. También pide los datos que se necesita para realizar el corte.

El L.C.D. es una pantalla de cristal líquido de 2 filas por 16 caracteres, suficiente para mostrar el ingreso de los datos y el proceso de la máquina, este teclado se inicializa con la librería `lcd_init()`; esta función viene dentro del programa PCW C Compiler y facilita el manejo de los datos que van hacia el L.C.D. ya que una vez inicializado, se le envía en forma de código anssi los datos desde el PIC a dicha pantalla de la siguiente manera:

```
printf(lcd_putc," MENSAJE A MOSTRAR ");
```

Esta identifica y decodifica internamente los datos enviados por el uC y los muestra en la pantalla de acuerdo a la posición donde se lo haya indicado.



**Figura 2.10** Lcd 2x16

### **En el puerto E:**

En el puerto E va el circuito de Potencia

**RE0 (pin 8).**- Este pin va conectado a un led que indica la activación de la alarma visualmente.

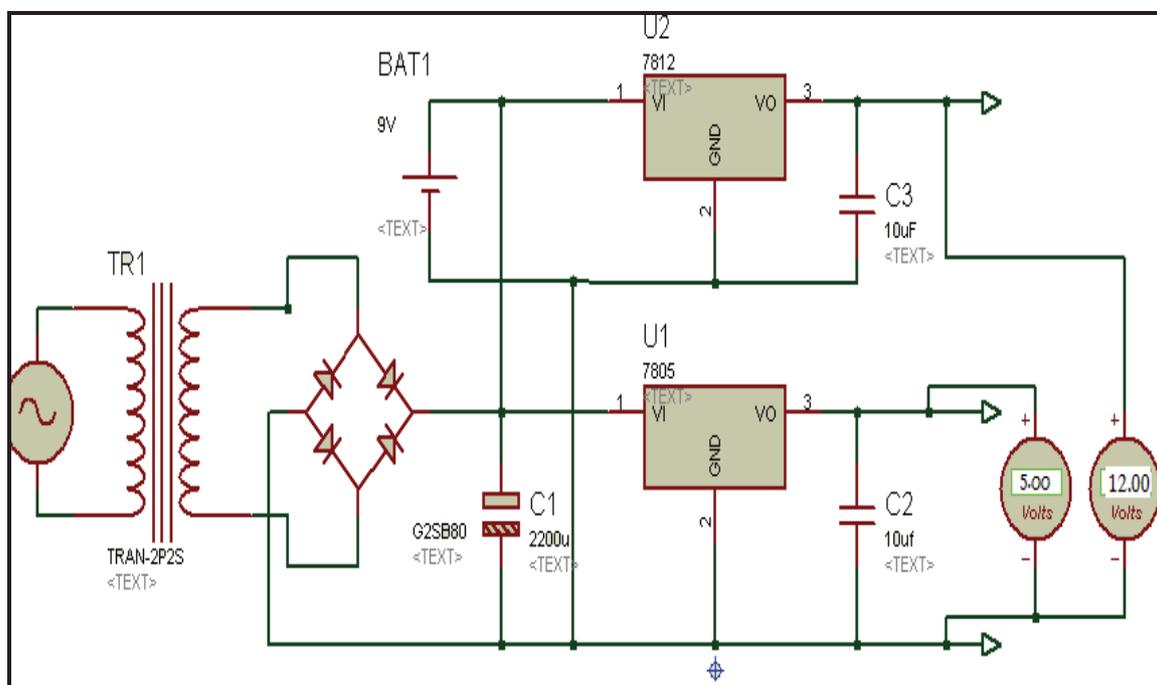
**RE1 (pin 9).**- Este pin va conectado al circuito de potencia para activar la alarma sonora menor.

**RE2 (pin 10).**- Este pin va conectado al circuito de potencia para activar la alarma sonora mayor.

## **1.13.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

### **1.13.2.1 Diagrama de fuerza**

Dentro del diagrama electrónico implementado, se encuentra el sistema de alimentación de los actuadores tales como relés, sirena, bobina de cerradura, etc. Estos sistemas eléctricos viene a ser las líneas de fuerza que accionan los mismos, la siguiente figura 2:11, indica cómo se encuentra instalado el sistema eléctrico de las líneas de fuerza y sus respectivas protecciones desde la alimentación de la línea de 110Vac hasta la salida para alimentar los actuadores.



**Figura 2.11** Sistema de Alimentación de los Actuadores

El transformador TR1 se alimenta directamente de la línea de 110Vac, este reduce el voltaje hasta los 12 Vac, directamente se rectifica con un puente de diodos.

El voltaje AC de 12 voltios, es convertido a voltaje DC de 12 voltios, para eliminar el rizado producido en el puente de diodos, se utiliza un capacitor electrolítico de 2200µF.

A la salida del capacitor de 2200µF, el voltaje es de 12Vdc completamente linealizado y con una corriente superior a 2 amperios gracias a que el transformador sin mayor dificultad genera 2 amperios.

Una vez que se obtuvo 12Vdc, es necesario regular la cantidad de voltaje para alimentar tanto el microcontrolador, lcd y demás partes que funcionan con rangos TTL de 5Vdc, y para esto se utiliza el regulador de voltaje LM7805 que reduce los 12Vdc a la entrada del mismo hasta 5Vdc a su salida.

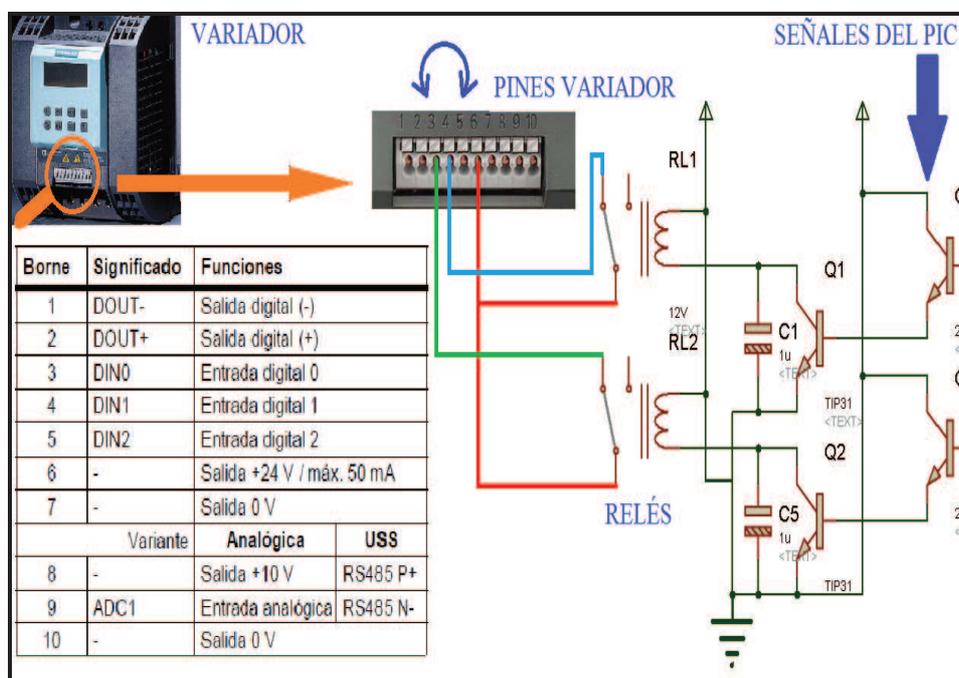
De igual manera se regula la alimentación de los relés y la sirena que son de 9Vdc con un regulador de voltaje LM7809 para reducir de 12Vdc a 9Vdc a la salida.

En ambos casos de regulación de voltaje, se colocan capacitores de 10uF para filtrar todos los posibles ruidos que puedan ingresar al sistema de control luego de la regulación y así evitar el mal funcionamiento del microcontrolador.

### 1.13.3 SISTEMA DE POTENCIA

#### 1.13.3.1 Actuadores

La central principal es la única que utiliza dos relés adicionales para controlar el encendido y control de giro del motor que abre y cierra la puerta de ingreso vehicular, para esto se utiliza dos relés de 9Vdc, los mismos que serán controlados directamente desde el microcontrolador, siendo necesario un circuito especial de control de fuerza capaz de llevar una señal TTL de 5Vdc hasta la activación y control de giro de un motor de 110Vac. El siguiente circuito muestra el control del motor de la puerta de acceso vehicular.



**Figura 2.12** Control del motor de la puerta de acceso vehicular

La señal que sale del microcontrolador, es de 1mA y 5Vdc aproximadamente, esta señal es muy débil para activar un relé, razón por la cual, se necesita amplificar la corriente de la misma, para ello se utiliza un transistor TIP31 que es un transistor de propósito general alimentado con 9VDC, con este transistor, se amplifica hasta 100mA, suficientes para excitar la bobina del relé y activarlo.

En todos los casos, el relé activado, es capaz de conducir señales digitales que salen del mismo variador de velocidad utilizado en este caso para controlar el giro de un motor trifásico de 220Vac.

Los relés controlan el giro del motor de acuerdo a la siguiente tabla y cumpliendo con las señales del microcontrolador.

RBo	RB1	MOTOR
0	0	Apagado
0	1	Derecha
1	0	Izquierda
1	1	Cond. Prohibida

La central principal, además consta con otro relé adicional para la activación de la cerradura eléctrica, aplica el mismo sistema de relé y transistor.

Para el control de la sirena sonora más fuerte, se utiliza el mismo sistema de activación por relé, como se muestra en la figura 13, en el primer caso de alarma sonora fuerte, se utiliza el switcheo por relé y en el segundo caso de alarma sonora débil, la central envía por el pin RE0 una frecuencia menor de 1khz, la misma que de igual manera debe ser amplificada para poder ser escuchada con una claridad de alerta.

La siguiente figura 2.13 muestra las sirenas interconectadas al sistema.

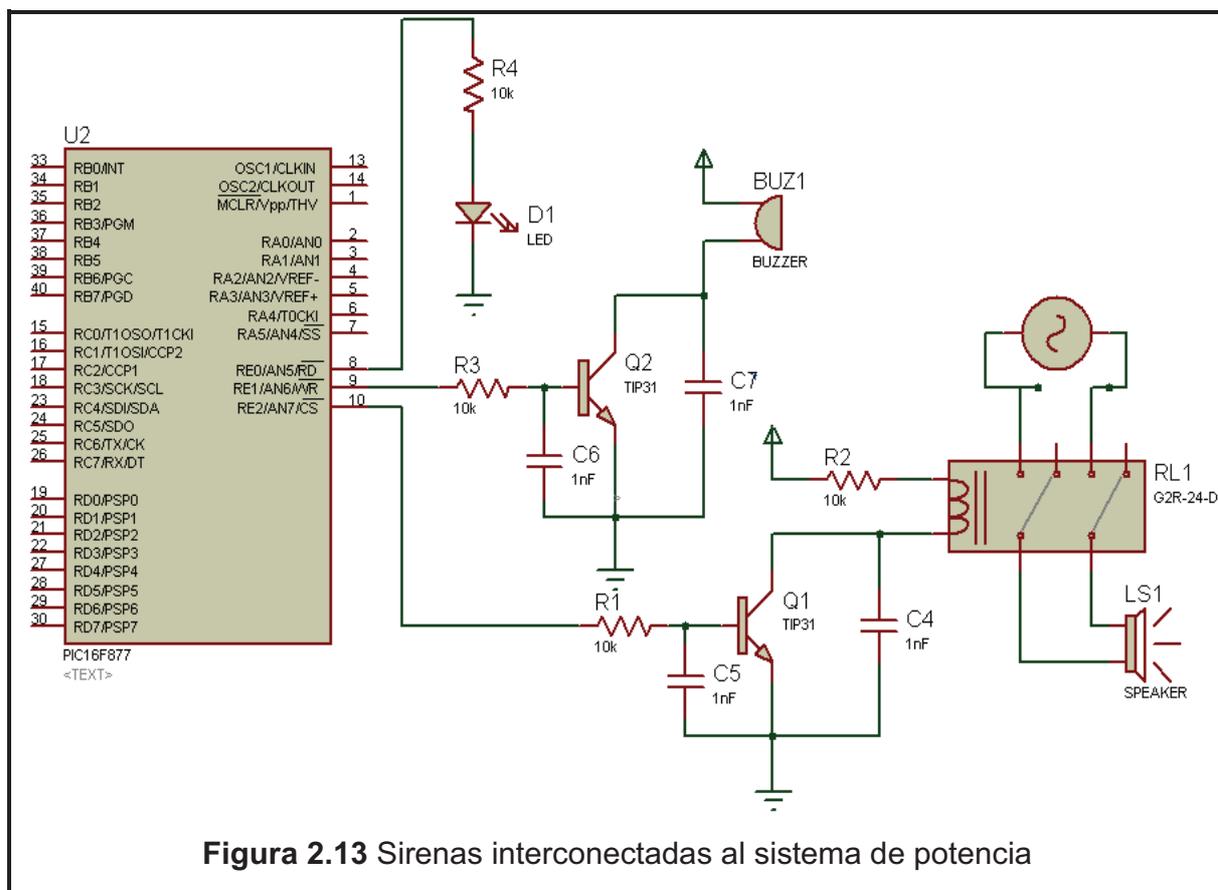


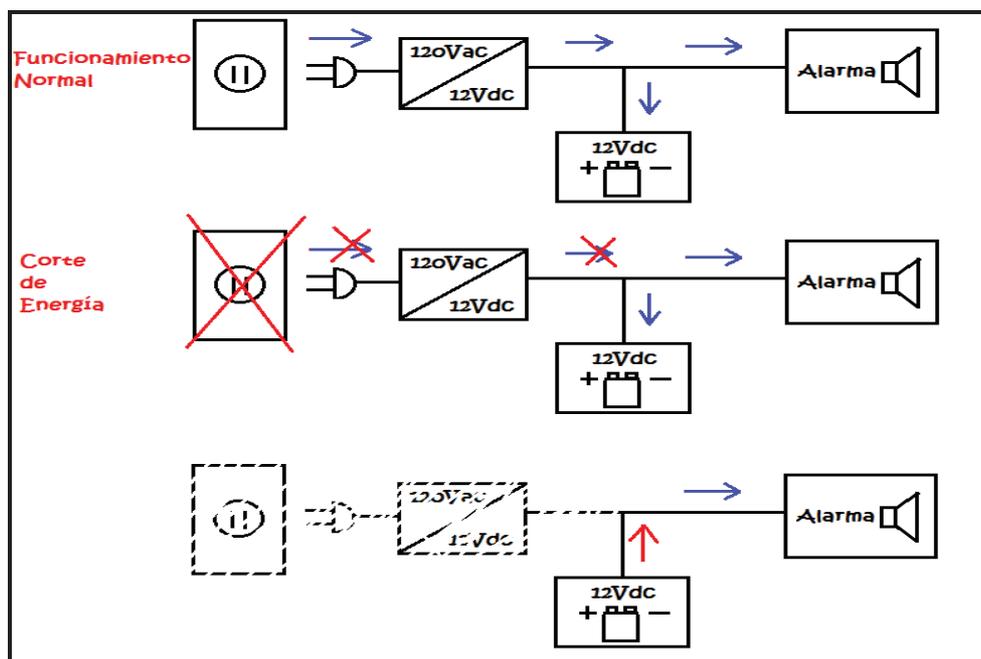
Figura 2.13 Sirenas interconectadas al sistema de potencia

#### 1.13.4 FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONTÍNUA.

El sistema constará básicamente de baterías recargables de 12VDC, conectadas a la red eléctrica, las mismas que estarán en continua carga, manteniendo su capacidad al máximo de rendimiento, capaces de ofrecer un mínimo de 2 horas de alimentación al sistema.

Las baterías recargables deben estar conectadas directamente al sistema, con el fin de tener 0ms entre el cambio de la energía eléctrica hacia la energía de respaldo.

Para conseguir esto, se diseña un sistema de carga estándar a la energía de las baterías, es decir la energía regulada que alimenta el sistema, debe ser al igual que las baterías, 12Vdc. Como se explica en la figura 2.14



**Figura 2.14** Fuente de Alimentación Continua

### 1.13.5 SISTEMA DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO (sensores)

En cada casa se colocan cinco sensores, cada sensor tiene internamente relés, una vez que cualquiera de estos sensores son activados envían un 1L para que el microcontrolador pueda hacer la activación de advertencia de la sirena y enviando el respectivo código de la casa que ha sido activada su alarma.

#### 1.13.5.1 Activación y desactivación (teclado)

El sistema de alarma tiene una clave sin la cual no se puede activar la alarma ni hacer cambios, por esta razón se tiene la obligación de tener hardware de conexión entre el usuario y el sistema. Este hardware comprende un LCD para visualizar el menú de información y un teclado para ingreso de datos. Por esta razón se llama etapa de activación y desactivación que permite por medio del teclado activar el

sistema o hacer cambios antes de activar la alarma y se puede observar en el LCD, a continuación se estudia las dos partes de esta etapa:

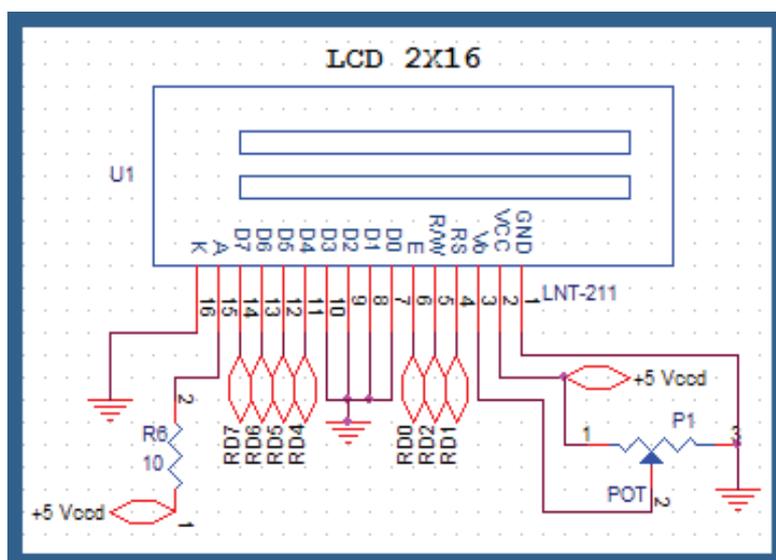
### 1.13.5.2 Visualización

Los módulos LCD son utilizados para mostrar mensajes que indican al operario las instrucciones de manejo, mostrar valores, etc.

Los LCD se pueden conectar con el PIC con un bus de 4 u 8 bits, la diferencia está en el tiempo que se demora, pues la comunicación de 4 bits, primero envía los 4 bits más altos y luego los 4 bits más bajos, mientras que la de 8 bits envía todo al mismo tiempo.

La parte de visualización está comprendida por el LCD el cual es conectado al circuito de alarma mediante un bus de datos ID de 7 canales los cuales conforman el puerto "D" del PIC.

El circuito de visualización de datos o información como se muestra en la Figura 2.15 está comprendido por:



**Figura 2.15** Conexión de pines del LCD



El diseño de esta alarma inalámbrica está orientada hacia la familia y el hogar, es decir que su uso es de fácil acceso, está fabricada con un teclado numérico de 16 teclas específicas, una pantalla LCD de dos líneas básicas, un botón de reset y tonos sonoros de alerta.

El sistema de alarma se puede clasificar en tres diferentes secciones:

- ✓ Circuito de Procesamiento de datos
- ✓ Circuitos de Transmisión inalámbrica RF
- ✓ Circuito de Recepción inalámbrica RF

El Circuito de Procesamiento de datos está formado por un microcontrolador seleccionado por sus pines de entradas y su facilidad de programación, además de sus funciones específicas, el microcontrolador se acopla a un teclado de números del 0 al 9 y letras A,B,C,D que serán usadas de acuerdo a las indicaciones que se muestran en la pantalla LCD.

La pantalla LCD en conjunto con el teclado numérico forman el método de ingreso de datos para activar y desactivar la alarma, además de un tono sonoro de alerta, en la pantalla se puede visualizar el número de casa donde se activó la alarma.

La variedad de pines programables del microcontrolador 16f877a, cubre con satisfacción la necesidad del sistema de contar con un teclado, una pantalla, entradas de sensores en 5 zonas, salidas de alertas sonoras, transmisión de datos hacia el módulo transmisor RF (radiofrecuencia), recepción de datos desde su módulo de recepción RF (radiofrecuencia) y botón de reset.

El módulo transmisor de RF se encuentra diseñado en base al circuito integrado TX-2B, utilizado en pequeños diseños de comunicación inalámbrica como puertas automáticas, coches a control remoto, controles de alarmas de automóviles, etc.

El sistema de alarma ayuda a desarrollar un nuevo avance en comunicaciones inalámbricas en sistemas de seguridad para viviendas, gracias a su fácil acoplamiento con el microcontrolador; se lo puede sintonizar para transmitir datos suficientes en los 27Mhz para comunicar las centrales de alarma entre las casas que tienen el sistema de seguridad inalámbrico.

Para el correcto funcionamiento del circuito integrado TX-2B acoplado al microcontrolador donde se conecta los pines más significativos del puerto C los mismos que están programados como pines de transmisión de datos.

El circuito integrado **RX-2B** va hacia los pines menos significativos del microcontrolador en el puerto C, el circuito de oscilación a 27Mhz, a base de un cristal de esta frecuencia, ayuda a que el acoplamiento al microcontrolador sea el correcto, se puede observar en la figura 2.16.

El sistema de seguridad inalámbrico incluye en su interior un parlante activado desde los pines del puerto E del microcontrolador y con ayuda de un transistor para amplificar su potencia sonora que se activa cuando la alarma de una casa vecina envíe la señal de alerta.

La alarma sonora a base de una sirena se activa con un relé que permite conectar cualquier tipo de sirena desde los 5Vdc (voltaje continuo) hasta los 110Vac (voltaje alterno) ya que el relé realiza la función de switch automático activado a base del microcontrolador desde el puerto E y que se activa siempre que la central recibe la señal de cualquiera de los sensores de movimiento.

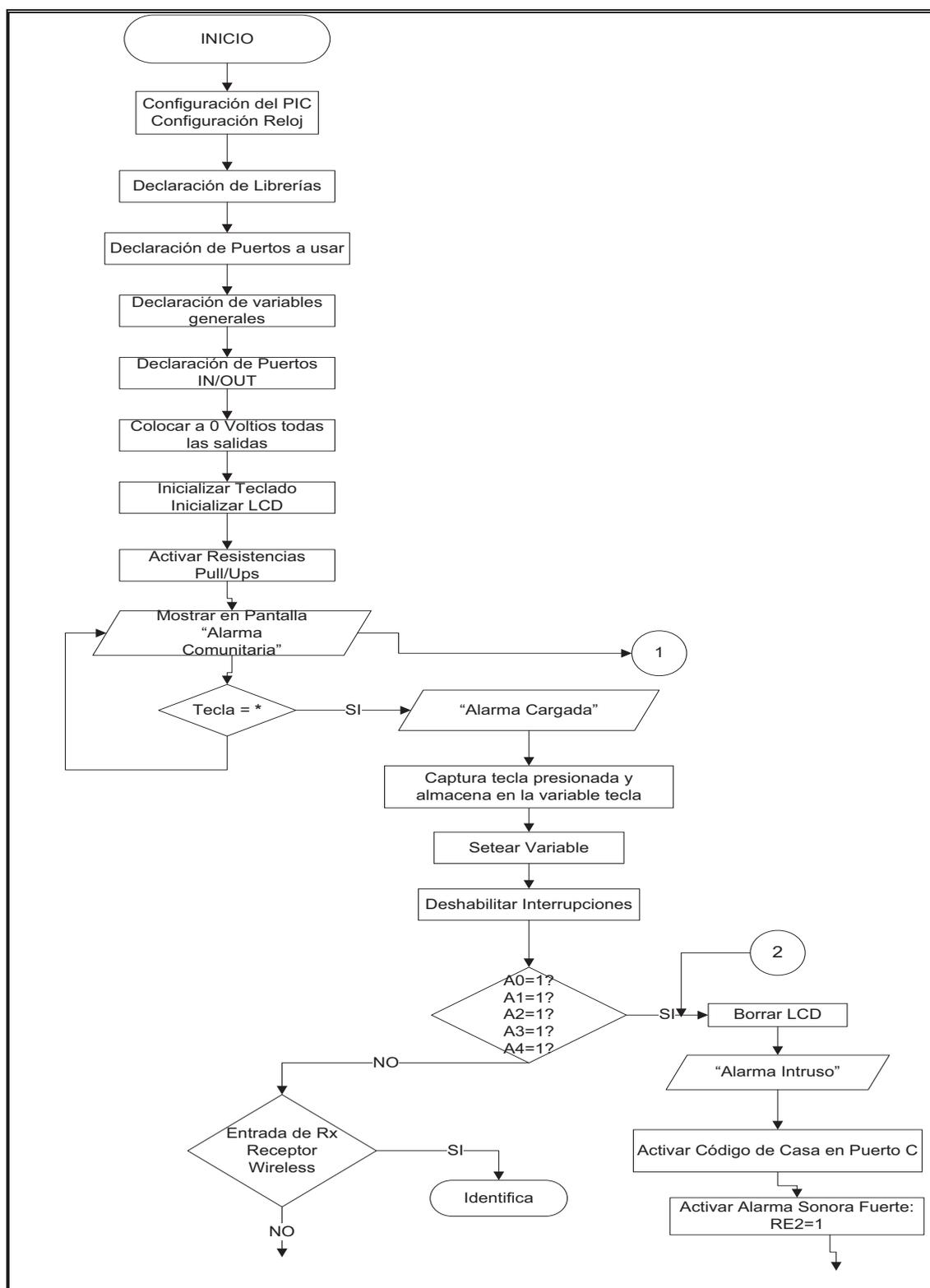
Todo este sistema de alarma funciona con una fuente de voltaje que convierte la alimentación de voltaje residencial de 110Vac a 12Vdc y en su interior incluye un regulador de voltaje LM7805 para alimentar de 5Vdc al microcontrolador.

Al detectarse una falla en el sistema o si se desea reiniciar la activación de la alarma, la central cuenta con un botón de reset que va directamente hacia el reinicio del programa en el microcontrolador.

## **1.14 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE**

### **1.14.1 DIAGRAMAS DE FLUJO**

El siguiente diagrama de flujo, muestra en bloques, el proceso de la función principal del programa, desde la declaración de variables, el uso general que se les da a las diferentes librerías del pic, la declaración de las diferentes funciones e interrupciones, la entrada y salida de datos por los dispositivos teclado y pantalla y las diferentes condiciones de ejecución de cada instrucción tanto para activar la alarma, determinar sensores activados o desactivados y desactivar la alarma.



**Diagrama de Flujo: 2. 1 Sistema**

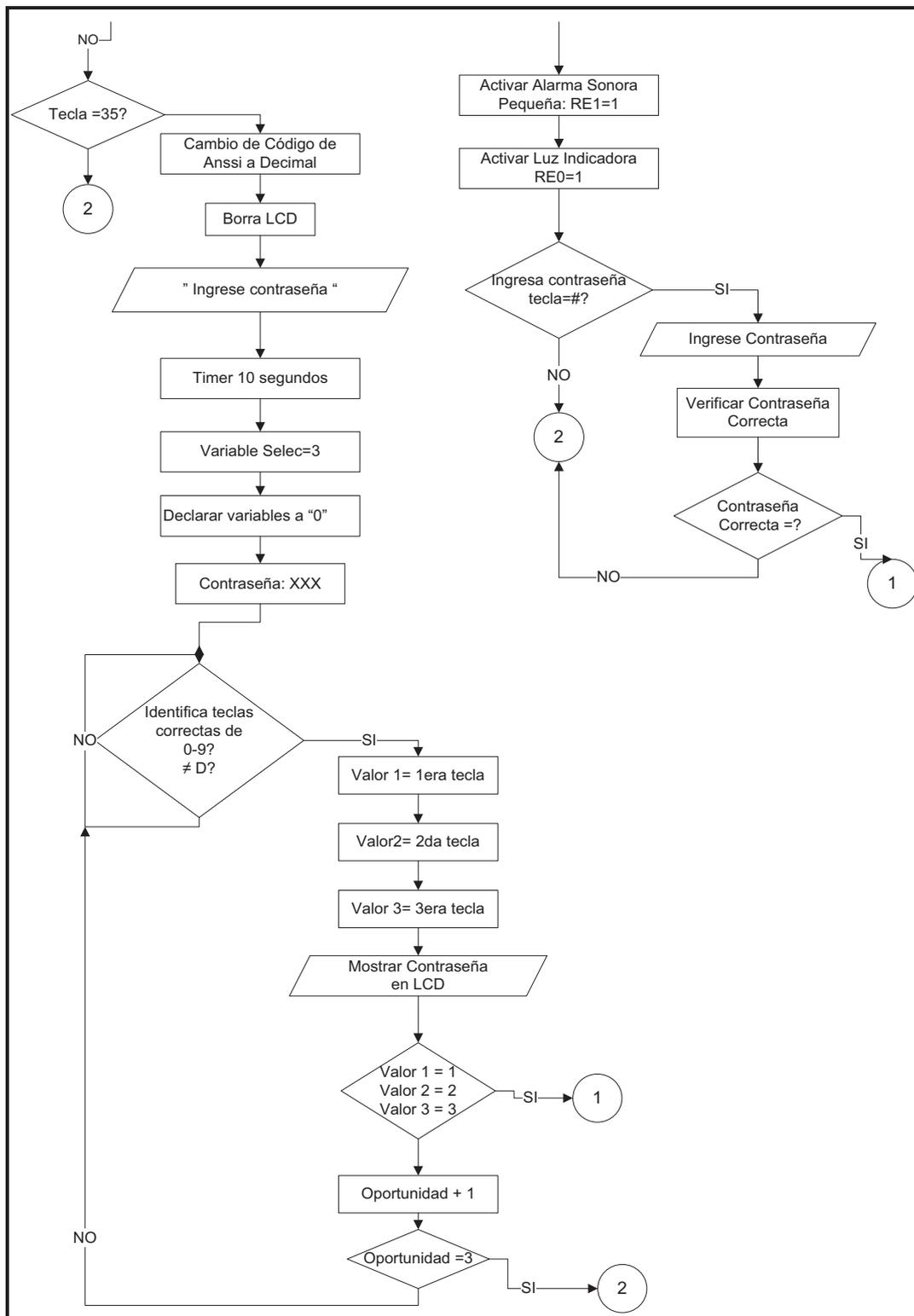
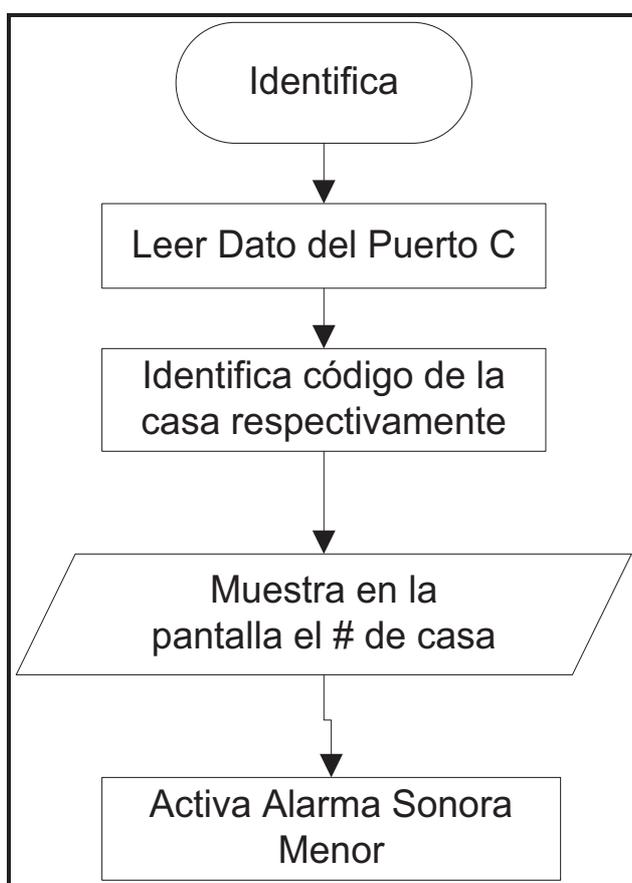
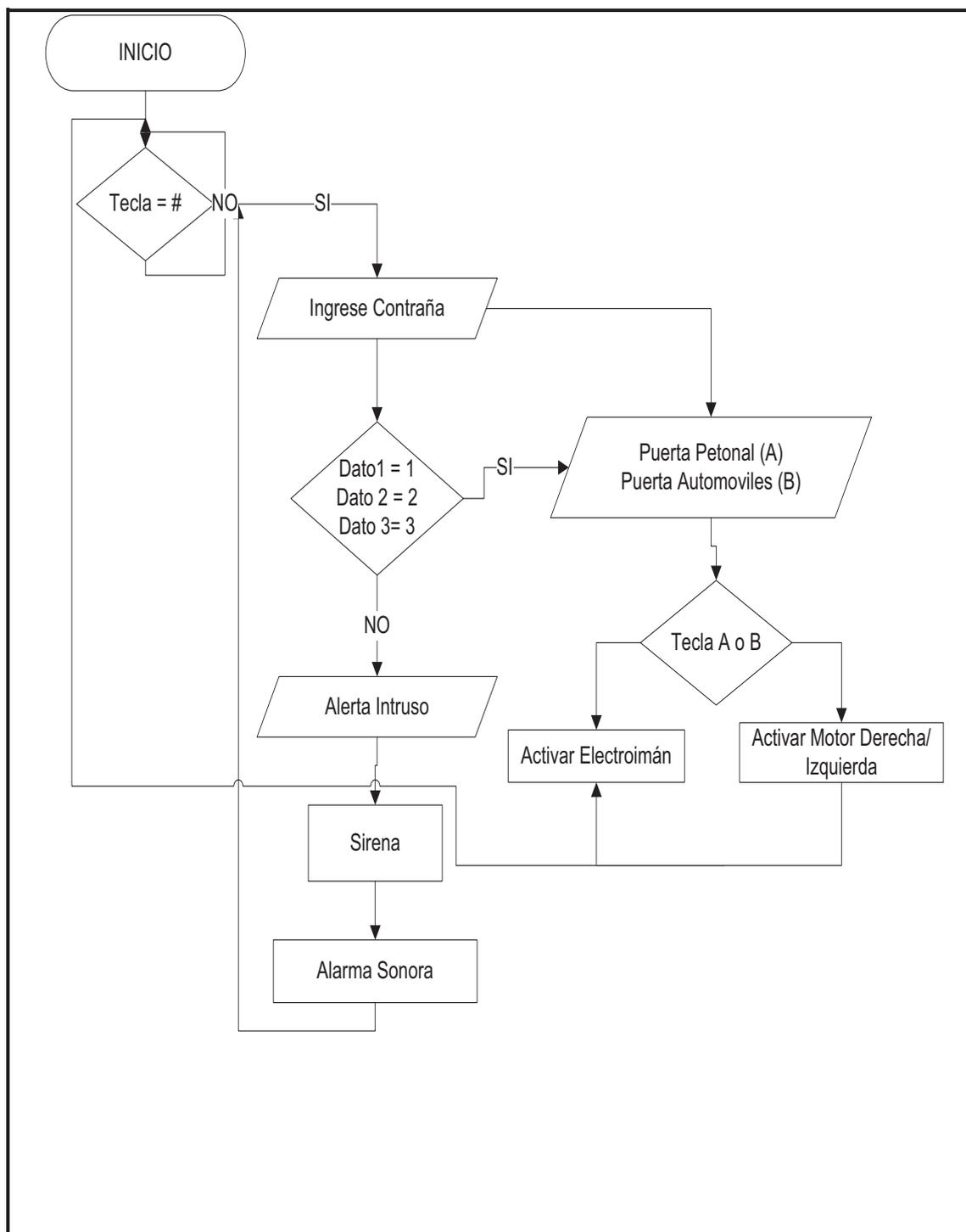


Diagrama de Flujo: 2. 2 Sistema

La función "Identifica", responde a una interrupción generada hacia el pic, la misma que viene desde el puerto receptor del dato inalámbrico al recibir la alerta de activación de otra alarma, esta activa en la central receptora la alarma sonora menor a la vez que muestra en pantalla el número de casa que detecto el intruso.



**Diagrama de Flujo: 2. 3 Sistema**



**Diagrama de Flujo: 2. 4 Diagrama de acceso a puertas**

### 1.14.2 PROGRAMA DEL SISTEMA INALÁMBRICO PARA 16F877A

Para la programación del PIC 16F877A para el sistema de seguridad inalámbrico se utilizó el programa en lenguaje de programación PICC.

Para empezar a programar se debe declarar un archivo de cabecera, el archivo de cabecera contiene toda la información del microcontrolador que se va a utilizar, el mismo es declarado en el programa de la siguiente manera:

```
#include <16f877a.h>
```

Esta sentencia le indica al programa que el microcontrolador que se utiliza el 16f877A de la empresa microchip.

Se utiliza este microcontrolador por algunos beneficios como:

Lcd, teclado, entrada de datos, sistema de alarma

El microcontrolador brinda la capacidad de comunicar una interfaz de datos serial, mediante esta interfaz se realizará la comunicación inalámbrica utilizando módulos de transmisión RF que se comunican directamente con la interfaz serial del PIC.

Las características a utilizarse del PIC se declaran de la siguiente forma:

```
#fuses XT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NOBROWNOUT // Fusibles
```

```
#use delay(clock=4000000) // Velocidad del cristal
```

Con la sentencia descrita en #fuses se declara que se va a utilizar con el PIC un oscilador de cristal, y deshabilitar el watchdog timer, protección sobre escritura, voltaje referencial, y reset por bajo voltaje.

El oscilador que se utiliza para realizar el circuito es un cristal de cuarzo de 4 Mhz, se lo utiliza por recomendación del fabricante descrito en la hoja técnica del fabricante del microcontrolador.

Este oscilador da pulsos de instrucción de 1us.

Se declara los siguientes archivos de cabecera adicionales:

`#include "lcd.c"`, va a permitir relacionar el pic con el LCD

`#include "KBD4.C"`, va a permitir relacionar el pic con el teclado

Las sentencias declaran las entradas y salidas de los pórtricos en modo estandar

`#use standard_io(a)` Entrada de sensores

`#use standard_io(b)` Entrada para el teclado

`#use standard_io(c)` Entrada y Salida de comunicación serial

`#use standard_io(d)` Salida al LCD

La Declaración de variables que se va usar en el programa son las siguientes:

`char tecla;` Para identificar la tecla presionada en el teclado

`int dato;` Es una variable auxiliar que ayuda a convertir códigos ansii en código decimal.

`int i,j;` Estas variables son utilizadas para realizar conteos de temporización

`int cont;` Esta variable ayuda a realizar

`int valor,valor1,valor2,valor3;` Son datos que se ingresan para la contraseña .

`int selec;` Esta variable ayuda a identificar cada una de las subfunciones

Llamamos a esta función cada vez que se necesita mostrar nuevos datos a esta pantalla.

```
//funcion para borrar el LCD
```

```
void borra_lcd()
```

```
{
```

```
    lcd_putc("\f"); // Con esta instrucción borramos el lcd
```

```
}
```

Cada vez que se presiona una tecla, este dato esta declarado en código ansii y mediante la siguiente función cambia los datos ansii del teclado por su equivalente decimal.

```
void ansii_to_dec()
```

```
{
```

```
    if(tecla==48){dato=0;} //0
```

```
    if(tecla==49){dato=1;} //1
```

```
    if(tecla==50){dato=2;} //2
```

```
    if(tecla==51){dato=3;} //3
```

```
    if(tecla==52){dato=4;} //4
```

```
    if(tecla==53){dato=5;} //5
```

```
    if(tecla==54){dato=6;} //6
```

```
    if(tecla==55){dato=7;} //7
```

```
    if(tecla==56){dato=8;} //8
```

```
    if(tecla==57){dato=9;} //9
```

```

    if(tecla==65){dato=10;} //A
    if(tecla==66){dato=11;} //B

    if(tecla==67){dato=12;} //C
    if(tecla==68){dato=13;} //D
    if(tecla==42){dato=14;} //*
    if(tecla==35){dato=15;} //#
}

```

La función principal contiene toda la funcionalidad principal del programa, al encender el circuito el PIC revisa una configuración con todos los archivos y sentencias de cabecera a igual que guarda un espacio en RAM para cada una de las variables declaradas al inicio del programa, luego de esto el PIC salta hacia la función principal y realiza cada una de las sentencias en un orden secuencial, empezando por configurar puertos, inicializar el LCD y crear una interrelación entre PIC y el teclado.

`set_tris_a(0xFF);` En esta sentencia el Puerto a es configurado como entrada para sensors.

`set_tris_e(0x00);` En esta sentencia el Puerto e está configurado como salidas para la sirena alarma sonora menor y el motor.

`set_tris_c(0xFF);` En esta sentencia el puerto c está configurado como entrada para la comunicación serial.

`lcd_init();` Esta sentencia llama a la librería `lcd.c` ya mencionada en los archivos de cabecera, esta librería contiene comandos de configuración del LCD, los mismos que permiten inicializar el LCD con la siguiente secuencia.

Limpiar pantalla

Posicionar el cursor

Despertar el LCD

Modo de 4 bit de datos

Modo de 2 líneas, tamaño de 5x8

Apagar la pantalla

Enciende, con cursor la pantalla

Auto-incremento del cursor

Se activa las resistencias internas del puerto b en el PIC, para utilizar estas resistencias con el teclado con la siguiente sentencia.

```
port_b_pullups(TRUE);
```

`kbd_init();` Esta sentencia llama a la librería KBD4.C ya mencionada en los archivos de cabecera, esta librería contiene comandos de configuración del teclado los mismos que permiten inicializar el teclado realizando un barrido en el puerto b para identificar la tecla presionada.

Luego de configurar entradas, salidas, lcd, teclado y la comunicación serial el sistema de alarma se encuentra listo.

## CAPÍTULO III: SIMULACIONES, COMPROBACION, PRUEBAS Y RESULTADOS

### 1.15 PRUEBAS

#### 1.15.1 CIRCUITO DE RECEPCIÓN DE DATOS

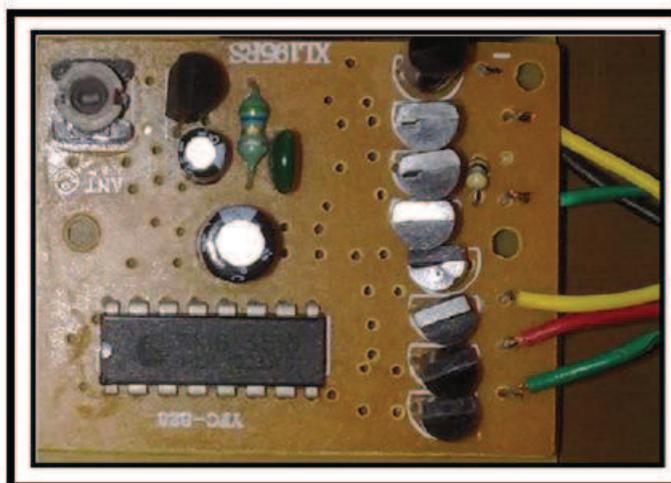


Figura 3.1 Circuito de Recepción de Datos

#### 1.15.2 CIRCUITO DE TRASMISIÓN DE DATOS

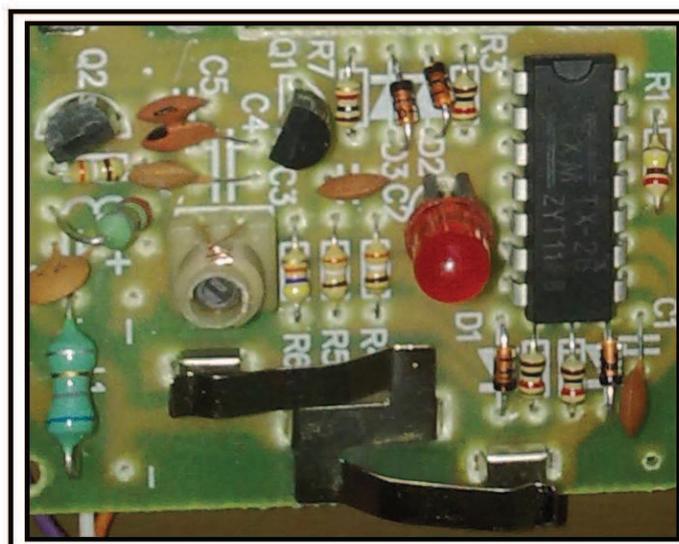
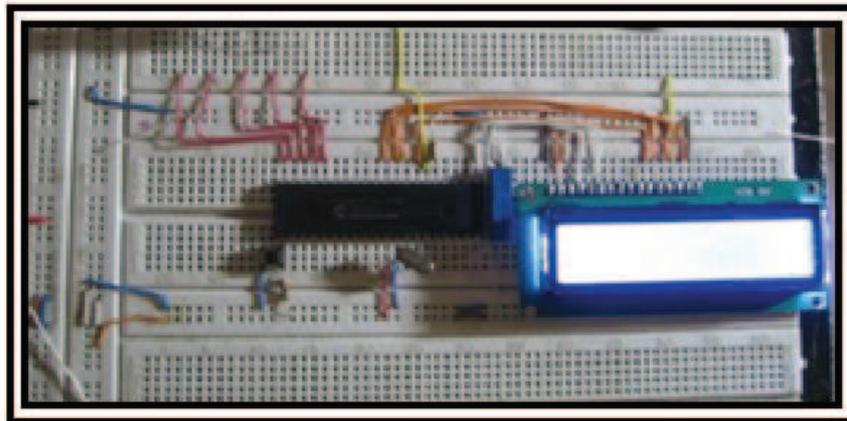


Figura 3.2 Circuito de Transmisión de Datos

Se realizó la transmisión y recepción de datos sin módulos solo con pulsadores para comprobar si estaba recestando la información que se envía.

### 1.15.3 CIRCUITO DEL MICROCONTROLADOR 16F877A CON EL LCD.



**Figura 3.3** Conexión del Pic 16f877a con el LCD

### 1.16 PRUEBAS Y RESULTADOS

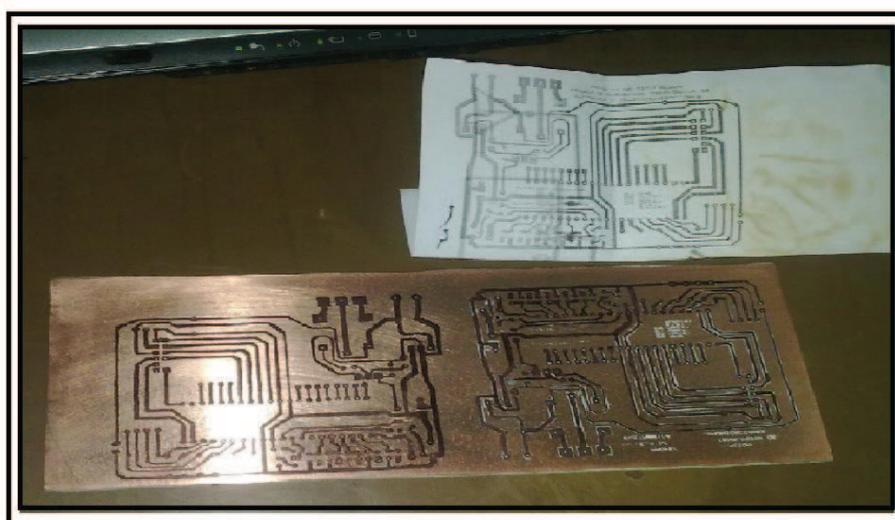
- Es muy importante que el voltaje con el que trabaja el circuito sea de 9V DC, ya que al ser menor este voltaje genera errores en la transmisión y recepción de datos hasta perder por completo la transmisión de datos.
- Es importante que la batería este cargada en su totalidad ya que de esto depende la velocidad de transmisión del sistema de seguridad.
- El sistema de seguridad, trabaja con un receptor y transmisor asequibles en el mercado y muy económicos por lo que su rendimiento no es muy satisfactorio.
- El sistema de seguridad trabaja con una batería recargable, la misma que funciona cuando existe un recorte de energía, esto es para no perder datos y no generar errores de transmisión.

- Al realizar las pruebas de transmisión y recepción de datos podemos identificar ruido.
- La utilización de mejor tecnología involucra mayores gastos.

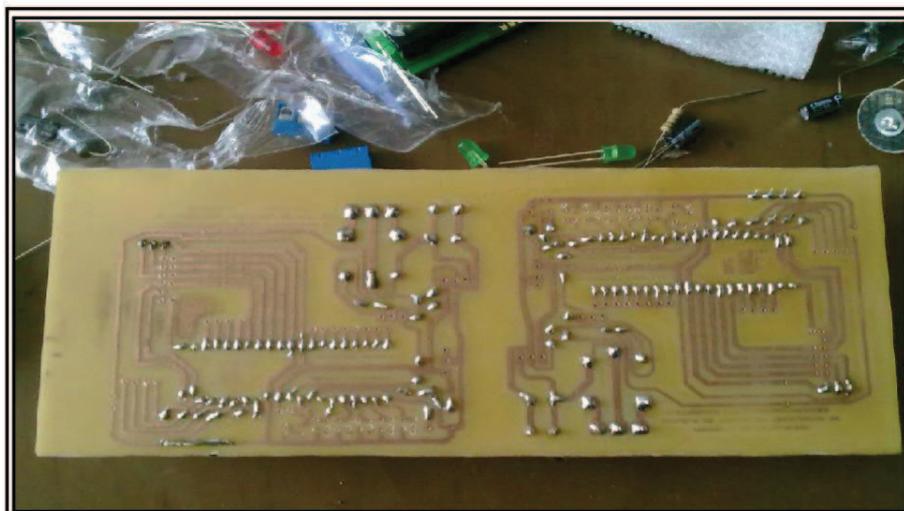
### 1.17 ELABORACIÓN DE PLACAS

El procedimiento para la elaboración de las cinco placas es el siguiente:

- Elaborar el circuito en el sistema **PROTEUS**.
- Realizar las respectivas simulaciones para corregir errores que pueden afectar tanto en la recepción y transmisión de datos.
- Rutear las pistas y elegir el grosor correcto para evitar cortocircuitos o pérdidas de las mismas.
- Una vez realizado todos estos procedimientos, imprimir el circuito.
- Planchar el circuito en la baquelita
- Quemar la baquelita con el ácido sulfúrico
- Limpiar la baquelita y soldar los elementos del circuito



**Figura 3.4** Placas de las centrales para las Casas



**Figura 3.5** Placas soldando los Elementos

## **CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **1.18 CONCLUSIONES**

- Los módulos de radiofrecuencia necesitan trabajar a una frecuencia de 27Mhz, para lograr una intercomunicación óptima, es decir que el módulo de transmisión está trabajando con una frecuencia de oscilación de 27Mhz para la transmisión de datos, y a su vez, el módulo receptor, esta sintonizado a 27Mhz para la captura de datos. El uso de esta frecuencia única para todas las centrales, brinda una seguridad al sistema ya que las centrales no captarán ningún otro dato que sea transmitido en el ambiente a cualquier otra frecuencia.
- Los circuitos integrados TX-2B (Transmisor) y Rx-2B (Receptor) representan una respuesta muy acorde a las necesidades de comunicaciones inalámbricas a escalas menores ya que cada uno en sus hojas técnicas incluyen diagramas eléctricos y diseño recomendado por el fabricante con toda una lista de materiales que se pueden conseguir con seguridad en el mercado electrónico nacional, y a su vez, se puede fabricar dichos circuitos en placas electrónicas sin que estas lleguen a ser tan complejas y costosas, como es el caso para el sistema de centrales de alarma inalámbrica, no resulto ningún inconveniente en conseguir los elementos electrónicos y realizar el circuito impreso de los diagramas que incluían en las hojas técnicas de los circuitos integrados, siguiendo estas instrucciones, se fabricó los módulos inalámbricos con respuestas funcionales bastante óptimas para enviar datos cortos, o simples bits de control y alerta que es lo que se necesita en el diseño de las centrales, de la misma manera, no se puede recomendar estos circuitos integrados para la comunicación inalámbrica de paquetes de datos o transmisiones de varios

bits de comunicación siendo el inconveniente el costo elevado de mejores módulos de transmisión.

- La distancia alcanzada de la comunicación de datos, se aproximó a 4m entre centrales, siendo no tan recomendable llegar a los límites de esta distancia, ya que la pérdida de datos alcanza mayores probabilidades de fallo por pérdida de comunicación, los circuitos integrados y los módulos de comunicación, están trabajando a potencias muy bajas y a un voltaje apenas de 5V DC como para cubrir distancias más largas. Nuevamente, el costo es una limitante en la comunicación inalámbrica, para lograr mayores distancias de comunicación inalámbrica, se aumenta la potencia de transmisión elevando el voltaje que alimenta el transmisor y a su vez reemplazando varios elementos electrónicos como transistores, diodos, resistencias y reguladores por elementos de mayor potencia y efectividad.
- El microcontrolador 16F877A brinda muchas prestaciones al diseñador, ya que cuenta con 33 entradas programables, suficientes para utilizar una gran cantidad de periféricos como lo es el LCD, teclado, sensores, etc.
- Este microcontrolador necesita estar conectado a un cristal. El fabricante del microcontrolador especifica que el límite máximo para el reloj oscilador es de 20Mhz pero recomienda el uso de un cristal de 4Mhz, cabe recalcar que esta oscilación debe ser completamente independiente de la oscilación de transmisión de datos de los módulos inalámbricos, para lo que el circuito de control con el microcontrolador y los circuitos de comunicación deben estar correctamente aislados para evitar que oscilaciones del reloj del microcontrolador lleguen a mezclarse con oscilaciones del transmisor o receptor, para ello, el diseño de pistas en las placas electrónicas deben dirigirse directamente a las entradas de alimentación de 5Vdc de cada circuito y se colocan los capacitores de 100uF a la entrada de la alimentación del

microcontrolador como filtro para eliminar posibles interferencias entre oscilaciones.

- La batería de repuesto del sistema debe ser capaz de almacenar un mínimo de 9Vdc con una capacidad en amperaje recomendable de 1Amp, ya que esta cantidad de energía almacenada garantiza el uso de la central por más de 3 horas sin conexión a la línea principal de 110Vac, de estar cargada ya que al existir un corte de luz, esta reemplaza a la fuente principal, se recomienda el uso de esta cantidad de energía para en el caso de activarse, la fuente debe tener el voltaje y amperaje necesario para activar el relé interno y la sirena del sistema durante el tiempo que esta se mantenga activada alertando el intruso.
- El prototipo de un sistema de seguridad inalámbrico puede ser aplicado en la vida real considerando ciertos parámetros que principalmente aumentan el costo económico en los sistemas de comunicación inalámbricos reemplazando los módulos del prototipo por módulos mejorados que realicen un alcance mucho mayor en distancia para las comunicaciones y de preferencia se utilice una comunicación inalámbrica que no requiera línea de vista ya que por lo general las centrales se encuentran dentro de las casas y los datos deben atravesar muros, techos y paredes, a fin de simplemente mejorar la comunicación de datos inalámbricos manteniendo el mismo diseño y sistema con el microcontrolador 16f877a.
- Este sistema de seguridad mediante su LCD facilita al vigilante identificar con mayor seguridad la casa que está siendo robada por los ladrones ya que mediante el LCD y con el microcontrolador 16f877a se puede reprogramar la central para mostrar el nombre, apellido, dirección, número de casa, etc., de este modo cada usuario con una central de alarma igual en la comunidad, sabe de manera inmediata que casa está enviando la señal de alerta sabiendo a donde realizar el rescate con el resto de sus vecinos.

- La programación en C orientado hacia los micro controladores de la familia 16FXXX facilita la creación de programas dentro del PIC capaces de brindar gran facilidad en el desarrollo del sistema a fin de lograr un mayor rendimiento en los programas del usuario y facilita el uso de todos los periféricos internos del microcontrolador tales como transmisión serial, mensajes en LCD, interrupciones por ingreso de datos, etc.

### **1.19 RECOMENDACIONES**

- Se debe tener en cuenta que por razones de un sistema prototipo el transmisor del sistema de alarma debe estar en línea de vista del receptor para tener una intercomunicación de datos efectiva.
- Es importante tener mucho cuidado al conectar los voltajes de polarización para evitar daños en el microcontrolador 16F877A y los elementos electrónicos que conforman el circuito.
- Las antenas que utilizan los módulos de comunicaciones deben estar instaladas correctamente a las placas de los circuitos, es decir que estas antenas deben estar correctamente soldadas hacia las líneas de salidas y de entradas de los circuitos, no toparse entre ellas y no tocar ninguna otra parte del sistema para evitar interferencias ruido o cortocircuitos.
- Leer y analizar con atención cada uno de los circuitos que se incluyen en las hojas técnicas de los circuitos integrados, ya que al desarrollar dichos circuitos, se debe tener especial cuidado en los valores tanto de resistencias como de capacitores.
- Al realizar la oscilación para la transmisión de datos, se debe conseguir en una tienda electrónica, exactamente la bobina que recomienda la hoja técnica

del TX-2B ya que esta bobina es la que brinda la oscilación de 27Mhz, si no se coloca la bobina correcta, las centrales nunca estarán sintonizadas.

- La fuente de alimentación de cada central debe tener al menos 1Amp para poner en funcionamiento cada una de las etapas de la central y en especial para brindar la energía suficiente en el instante en que se activa la sirena.
- La regulación del 5Vdc de la central se realiza mediante el LM7805, este regulador de voltaje da una corriente y voltaje suficiente para obtener un funcionamiento óptimo del microcontrolador, de acuerdo a la hoja técnica del LM7805 se debe mantener un voltaje de entrada máximo de 48Vdc, para tener una regulación de 5Vdc a la salida del mismo, por experimentación al realizar las centrales, se puede determinar que no es favorable superar los 12Vdc en la entrada del regulador ya que este al limitar la salida a 5Vdc, se calienta mucho y corre el riesgo de destruirse.

## BIBLIOGRAFÍA

No.	Título de Referencia tomada
[1]	<b>Sistema de Alarma</b> <a href="http://www.syscom.com.mx/que_es_alarma.htm">http://www.syscom.com.mx/que_es_alarma.htm</a>
[2]	<b>Sensores</b> <a href="http://isa.uniovi.es/~idiaz/SA/Teoria/04-05/SA.Sensores.pdf">http://isa.uniovi.es/~idiaz/SA/Teoria/04-05/SA.Sensores.pdf</a>
[3]	<b>Tipos de Sensores</b> <a href="http://isa.uniovi.es/~idiaz/SA/Teoria/04-05/SA.Sensores.pdf">http://isa.uniovi.es/~idiaz/SA/Teoria/04-05/SA.Sensores.pdf</a>
[4]	<b>Comunicación Inalámbrica</b> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica">http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica</a>
[5]	<b>Radiofrecuencia</b> <a href="http://www.info-radiofrecuencia.es/propiedades-de-la-radiofrecuencia.html">http://www.info-radiofrecuencia.es/propiedades-de-la-radiofrecuencia.html</a>
[6]	<b>Espectro Radioeléctrico ;División del Espectro Radioeléctrico</b> <a href="http://electronica-detodounpoco-luigui.blogspot.com/2010/10/espectro-radioelectrico.html">http://electronica-detodounpoco-luigui.blogspot.com/2010/10/espectro-radioelectrico.html</a>
[7]	<b>Modos de Transmisión</b> <a href="http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos">http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos</a>
[8]	<b>Gráficos Modos de Transmisión</b> <a href="http://dul-hiruma.blogspot.com/2010/04/modos-de-transmision-navarro-iglesias.html">http://dul-hiruma.blogspot.com/2010/04/modos-de-transmision-navarro-iglesias.html</a>
[9]	<b>Microcontroladores</b> <a href="http://www.monografias.com/trabajos34/microcontroladores-genericos/microcontroladores-genericos.shtml">http://www.monografias.com/trabajos34/microcontroladores-genericos/microcontroladores-genericos.shtml</a>
[10]	<b>Diferencia entre Microprocesador y Microcontrolador</b> COSTALES, Alcívar Apuntes de microcontroladores
[11]	<b>Descripción del PIC 16F877A</b> Microcontroladores PIC Programación en Basic

## **ANEXOS**

**ANEXO A: DATASHEET 16F877A**

**ANEXO B: DATASHEET TX-2B Y RX-2B**

# ANEXO A

## DATASHEET 16F877A



# MICROCHIP PIC16F874A/877A

## 40-Pin Enhanced FLASH Microcontroller Product Brief

### High Performance RISC CPU:

- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches, which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory.  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM).  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- Pin out compatible to other 40-pin PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

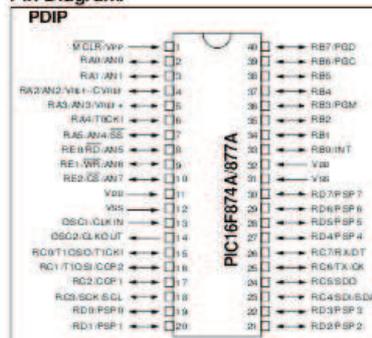
### Peripheral Features:

- Timer0 module: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1 module: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during SLEEP via external crystal/clock
- Timer2 module: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module:  
Two modes of operation:
  - 3-wire SPI™ (supports all 4 SPI modes)
  - I<sup>2</sup>C™ Master and Slave mode
- Addressable USART module:
  - Supports interrupt on Address bit
- Parallel Slave Port (PSP) module 8-bits wide, external RD, WR and CS controls
- High Sink/Source Current: 25 mA

### Analog Features:

- 10-bit 8-ch Analog-to-Digital Converter (A/D)
- Brown-out Reset (BOR)
- Analog Comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible

### Pin Diagram:



### CMOS Technology:

- Low power, high speed FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low power consumption

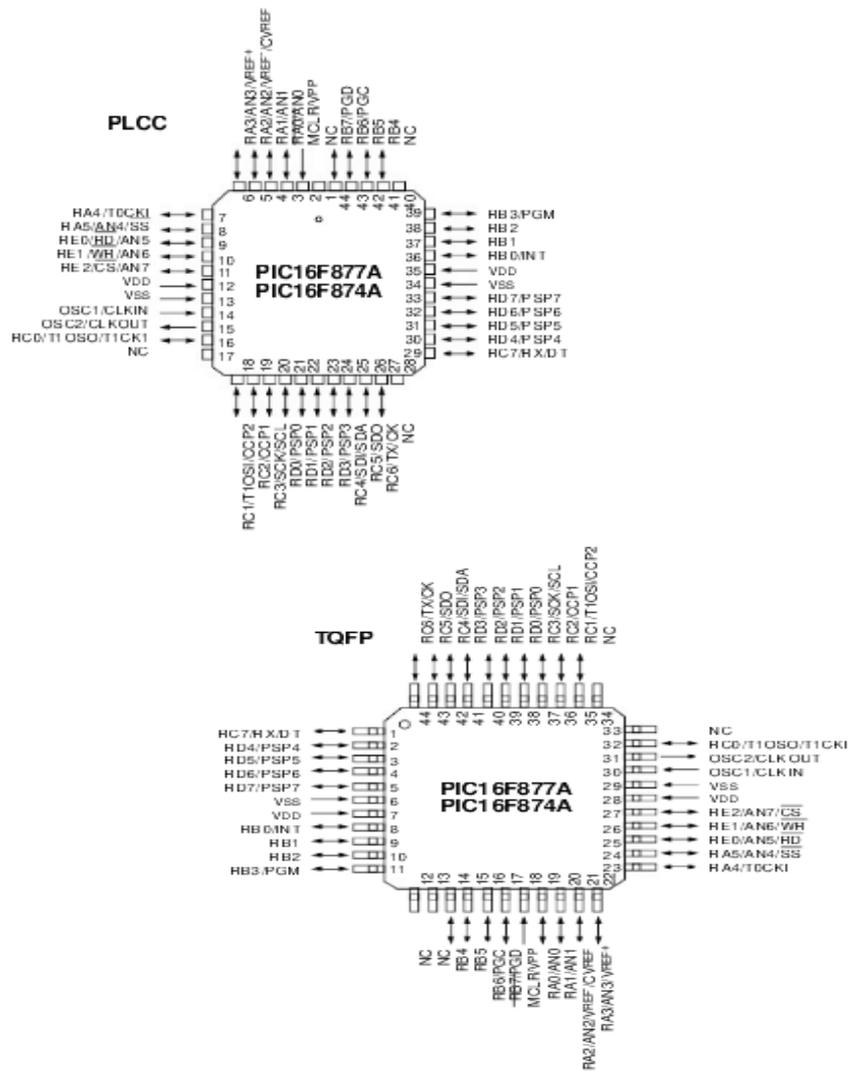
### Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced FLASH program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Data EEPROM Retention > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Single supply 5V In-Circuit Serial Programming
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

Device	Program Memory		Data SRAM	EEPROM	IO	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions	(Bytes)	(Bytes)				SPI	Master I <sup>2</sup> C			
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2 / 1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2 / 1	2

# PIC16F874A/877A

## Pin Diagrams



## ANEXO B

### DATASHEET TX-2B Y RX-2B



## TX-2B/RX-2B

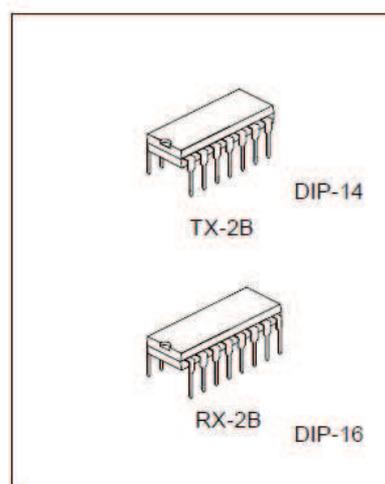
### REMOTE CONTROLLER WITH FIVE FUNCTIONS

#### DESCRIPTION

The TX-2B/RX-2B is a pair of CMOS LSIs designed for remote controlled car applications. The TX-2B/RX-2B has five control keys for controlling the motions (i.e. forward, backward, rightward, leftward and the turbo function ) of the remote controlled car.

#### FEATURES

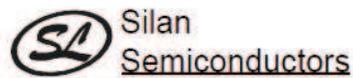
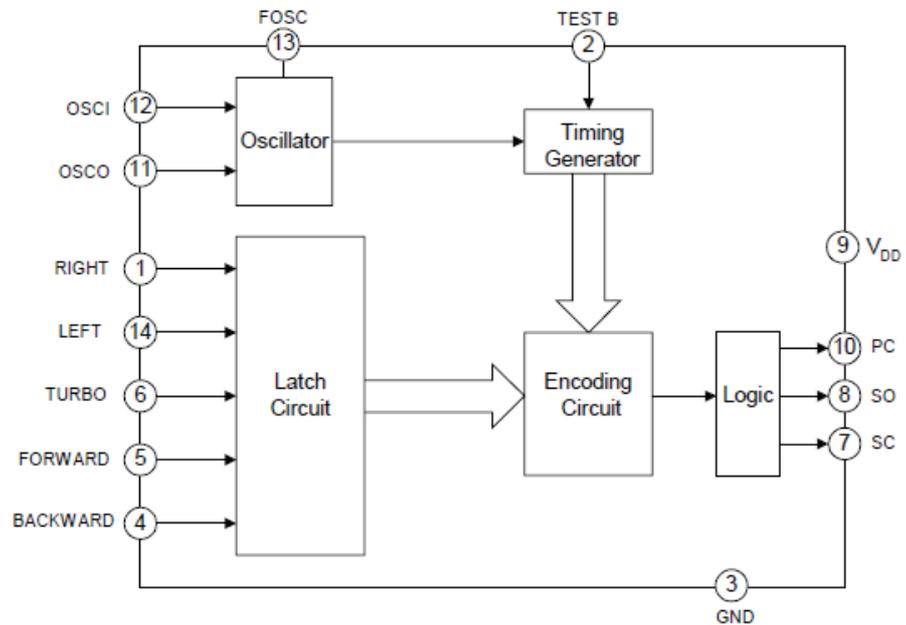
- \* Wide operating voltage range ( $V_{CC}=1.5\sim 5.0V$ )
- \* Low stand-by current
- \* Auto-power-off function for TX-2B
- \* Few external components are needed



#### ORDERING INFORMATION

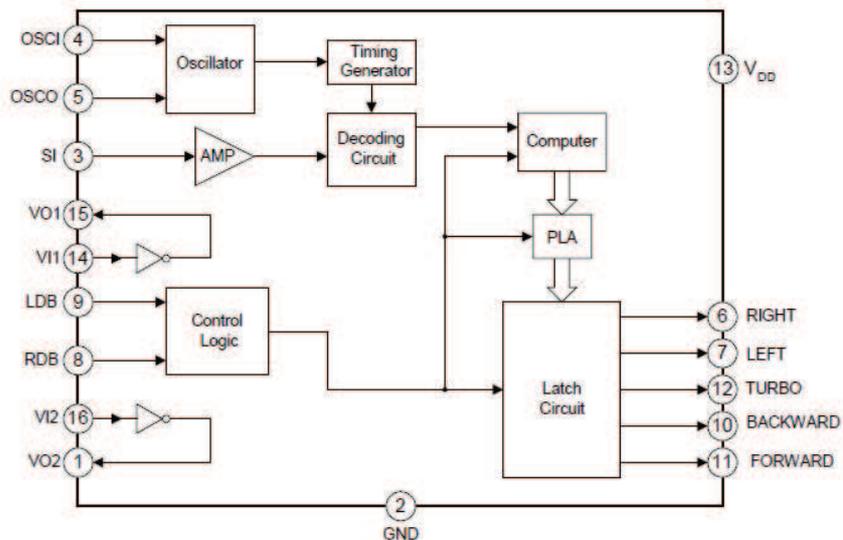
Part No.	Package
TX-2B	DIP-14-300-2.54
RX-2B	DIP-16-300-2.54

**BLOCK DIAGRAM**



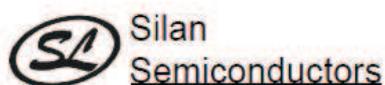
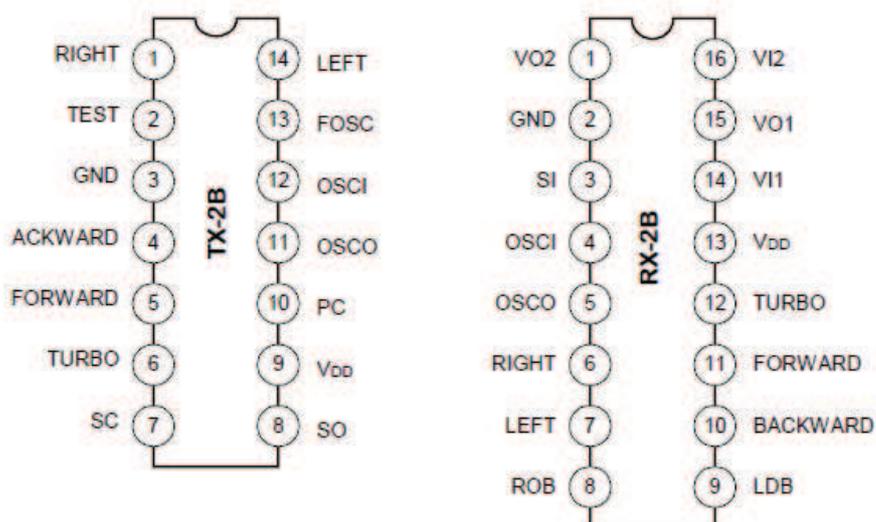
**TX-2B/RX-2B**

**BLOCK DIAGRAM**



**RECEIVER RX-2B Block Diagram**

## PIN CONFIGURATION



## TX-2B/RX-2B

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	VDD	0.3~5.0	V
Input / Output Voltage	VIN, VOUT	GND-0.3~VDD+0.3	V
Operating Temperature	TOPR	-10~65	°C
Storage Temperature	Tstg	-25~125	°C

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

1. **TX-2B** (VDD=4.0V, Fosc=128KHZ, Tamb=25°C, unless otherwise specified.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Operating Voltage	VDD	1.5	4.0	5.0	V
Operating Current	IDD	--	--	2.0	mA
Stand-By Current	ISTB	--	--	10	μA
DC O/P Driving Current	Idrive	5	--	--	mA
AC O/P Driving Current	Idrive	5	--	--	mA
AC O/P Frequency	Faudio	0.5	--	1.0	kHz

2. **RX-2B** (VDD=4.0V, Fosc=128KHZ, Tamb=25°C, unless otherwise specified.)

characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Operating Voltage	VDD	1.5	4.0	5.0	V
Operating Current	IDD	--	--	3.0	mA
O/P Driving Current	I <sub>drive</sub>	1	--	--	mA
O/P Sinking Current	I <sub>sink</sub>	1	--	--	mA
Effect Decoding Frequency Variation	Ftolerance	-20	--	20	%

## PIN DESCRIPTION

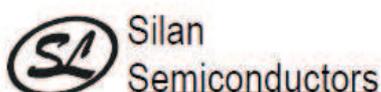
### 1. TX-2B

Pin No.	Symbol	Description
1	RIGHT	The rightward function will be selected, if this pin is connected to GND
2	TEST	This pin is used for testing mode
3	GND	Negative power supply
4	BACKWARD	The backward function will be selected, if this pin is connected to GND
5	FORWARD	The forward function will be selected, if this pin is connected to GND

(To be continued)

— HANGZHOU SILAN MICROELECTRONICS JOINT-STOCK CO.,LTD —

Rev: 1.0 2002.03.29



# TX-2B/RX-2B

(Continued)

Pin No.	Symbol	Description
6	TURBO	The turbo function will be selected if this pin is connected to GND
7	SC	Output pin of the encoding signal with carrier frequency
8	SO	Output pin of the encoding signal without carrier frequency
9	VDD	Positive power supply
10	PC	Power control output pin
11	OSCO	Oscillator output pin
12	OSCI	Oscillator input pin
13	FOSC	This pin is used for testing mode
14	LEFT	The leftward function will be selected, if this pin is connected to GND

**2. RX-2B**

<b>Pin No.</b>	<b>Symbol</b>	<b>Description</b>
1	VO2	Inverter 2 output pin for power amplify
2	GND	Negative power supply
3	SI	Input pin of the encoding signal
4	OSCI	Oscillator input pin
5	OSCO	Oscillator output pin
6	RIGHT	Rightward output pin
7	LEFT	Leftward output pin
8	ROB	Rightward function disable, if this pin is connected to GND
9	LDB	Leftward function disable, if this pin is connected to GND
10	BACKWARD	Backward output pin
11	FORWARD	Forward output pin
12	TURBO	TURBO output pin
13	VDD	Positive power supply
14	VI1	Inverter 1 input pin for power amplify
15	VO1	Inverter 1 output pin for power amplify
16	VI2	Inverter 2 input pin for power amplify