

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD
CON MONITOREO VÍA RADIO PARA SU APLICACIÓN EN EL
CAMPUS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO”**

**JENNY PAOLA SALAZAR TIPÁN
DIANA LILETH TERÁN ÁVILA**

QUITO – ECUADOR

2005

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por las señoritas Jenny Paola Salazar Tipán y Diana Lileth Terán Ávila, bajo nuestra dirección.

Ing. Hugo Ortiz
DIRECTOR

CrnI. MSc. Edwin Chávez
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque ha iluminado mi vida y siempre está conmigo.

A mis padres, por su amor, comprensión, dedicación y cuidado, esto solo es el fruto de su esfuerzo.

A mi hermano, quien siempre me ha apoyado y ha sabido aconsejarme en los momentos difíciles.

A la Escuela Politécnica del Ejército, en cuyas aulas adquirí los conocimientos que hoy me permiten ser una profesional.

A mis profesores, que con capacidad y responsabilidad transmitieron sus conocimientos y así pude culminar con éxito mis estudios. En especial a mi Director y Codirector de tesis, Ing. Hugo Ortiz y MSc. Crnl. Edwin Chávez respectivamente.

A mis compañeros y amigos, que supieron brindarme su amistad, compartiendo de alguna manera estos años de estudio.

Finalmente a todas las personas que depositaron su confianza en mi, de todo corazón
MIL GRACIAS...

Diana

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de vivir y compartir valiosas experiencias junto a grandes personas.

A mi madre, un ejemplo de verdadera amiga, que ha puesto en mi persona todo su cariño, esfuerzo y dedicación; por ser incondicional en todo momento e incentivar me a conseguir mis metas.

A mi padre por su apoyo y cariño.

A mis abuelitos Simón y María, por todo su cariño y dedicación.

A mi familia por incentivar mis deseos e ilusiones.

A la Escuela Politécnica del Ejército, por contar con prestigiosos maestros para nuestra formación.

A mis maestros por entregarme todos sus conocimientos, en especial a mi Director y Codirector de tesis, Ing. Hugo Ortiz y MSc. Crnl..Edwin Chávez respectivamente.

A todos mis amigos, que en todo momento me entregaron todo su cariño y confianza.

GRACIAS A TODOS QUE DIOS LES BENDIGA

Jenny Paola

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a tres personas muy importantes, quienes me han apoyado y han compartido junto a mi todos los momentos de mi vida.

A mi madre, Dora, porque es un ejemplo de amor y comprensión, gracias a su esfuerzo es que yo he podido cumplir mis objetivos y escalar un peldaño más dentro de mi vida.

A mi padre, Edgar, que aunque ya no está con nosotros, siempre constituirá la inspiración para luchar por el cumplimiento de mis ideales.

Y a mi hermano, Andrés, porque con palabras de aliento no me dejó caer cuando las fuerzas me faltaban.

Diana

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre la persona más importante de mi vida, que con su amor, esfuerzo y dedicación, me ha apoyado en todo momento.

Jenny Paola

PRÓLOGO

El presente proyecto titulado “Diseño y construcción de un sistema de seguridad con monitoreo vía radio para su aplicación en el campus de la Escuela Politécnica del Ejército”, está orientado a incrementar la seguridad de sus instalaciones. Las edificaciones protegidas con este sistema electrónico son vigiladas permanentemente por una red de sensores, ubicados estratégicamente, que envían señales a un sistema de alarma local, al detectar la invasión de un antisocial. El sistema de alarma local a su vez reporta instantáneamente a una estación central de monitoreo vía radio. Además, la estación central cuenta con un software de administración y monitoreo, que registra todo evento reportado y a su vez almacena información tanto de los usuarios como de los operadores.

El capítulo uno hace una referencia a los antecedentes, justificación e importancia que impulsó a la realización de este proyecto.

El capítulo dos recopila información de fuentes bibliográficas de los dispositivos utilizados.

En el capítulo tres, cuatro y cinco se explica el diseño e implementación de hardware y software, tanto para el sistema local como para la estación central de monitoreo.

En el capítulo seis se presenta los resultados de la implementación del proyecto en el campus de la Escuela Politécnica del Ejército.

Finalmente en el capítulo siete se mencionan las conclusiones y recomendaciones en el diseño e implementación del sistema total.

CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

PRÓLOGO

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. IMPORTANCIA	4
1.5. DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA IMPLEMENTADO	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. CONTROLADOR Y MICROCONTROLADOR	6
2.1.1. Aplicaciones de los Microcontroladores	7
2.1.2. Elección de un Microcontrolador	7
2.1.3. La familia de microcontroladores (PIC)	9
2.1.4. Descripción del PIC16F877	10
2.1.5. Periféricos	12
2.2. DETECTORES	14
2.2.1. Detectores de Uso Interior.	15
2.2.2. Detectores perimetrales o de uso exterior	21
2.3. SEÑALIZADORES O AVISADORES	21
2.4. PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)	23

2.4.1 Alimentación	23
2.4.2. Asignación de Pines	24
2.4.3. Interfase del Display con el mundo exterior	24
2.4.4. El Control del Contraste	25
2.5. INTERFASE SERIAL RS-232	25
2.5.1. Aspectos de una Comunicación Serial	27
2.5.2. Conector RS232 (Conector DB9 de 9 pines)	27
2.5.3 Interconexión de dos Dispositivos RS-232	28
2.6. MÓDEM	31
2.6.1. La Cadena de Comunicación	31
2.6.2. Tipos de Módems	32
2.6.3. Indicadores de Estado	34
2.6.4. Modos de Operación del Módem	35
2.6.5. Control de Errores	35
2.6.6. Compresión de Datos	36
2.6.7. Control de Flujo	36
2.7. INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES	37
2.7.1. Transmisor	39
2.7.2. Receptor	39
2.7.3. Redes de Radio Frecuencia	45
2.8. COMUNICACIÓN UHF	53
CAPÍTULO III	55
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	55
3.1. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	55
3.2. DESARROLLO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	56
3.2.1. Diseño del Hardware	56
3.2.2. Diseño del Software	69
CAPÍTULO IV	80
DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO REMOTO	80

4.1. DISEÑO DE HARDWARE DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO REMOTO	80
4.1.1. Radio Módems	81
4.2. DISEÑO DEL SOFTWARE DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO	92
4.2.1. Programa monitoreo	92
CAPÍTULO V	95
DISEÑO DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN PARA LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO	95
5.1. DESARROLLO DE BASES DE DATOS	95
5.1.1. Modelo Entidad- Relación	96
5.1.2. Herramientas de Base de Datos	97
5.1.3. Controles, Conexión y Acceso a Bases de Datos en Visual Basic 6.0	103
5.2. INTERFASE GRÁFICA PARA SUPERVISIÓN Y CONTROL	106
CAPÍTULO VI	108
PRUEBAS Y RESULTADOS	108
6.1. PRUEBAS Y RESULTADOS DE LA COMUNICACIÓN ENTRE LOS RADIO MÓDEMS	108
6.2. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	109
6.3. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA TOTAL	112
CAPÍTULO VII	118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
7.1. CONCLUSIONES	118
7.2. RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	121
ANEXO 1	123
ANEXO A	124
MANUAL DE SERVICIO DEL SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN Y MONITOREO SATER SECURITY VERSIÓN 1.0	124

ANEXO B	143
MANUAL DE SERVICIO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	144
ANEXO C	149
MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	150
ANEXO 2	155
CIRCUITO DEL PROGRAMADOR DE PICs	156
ANEXO 3	157
CIRCUITO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL	158
ANEXO 4	161
CABLE SERIAL C232/SMR61/PC	162
ANEXO 5	163
PROGRAMA ALARMA.BAS	164
ANEXO 6	181
COMUNICACIÓN SERIAL EN VISUAL BASIC 6.0	182
ANEXO 7	187
USER'S GUIDE SRM6100 SPREAD SPECTRUM RADIO MODEM	188

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

GLOSARIO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Hoy en día los asaltos demuestran el empleo de técnicas que anulan la capacidad de alarma; de ahí viene la necesidad de diseñar un sistema de protección confiable con monitoreo permanente. Dentro de los sistemas de alarma contra robo con monitoreo, las líneas telefónicas son las de uso más amplio para enlaces entre varios sistemas de alarmas y la estación central de monitoreo; sin embargo, corren el riesgo de ser cortadas, lo cual neutraliza el sistema de alarma en caso de robo e inhabilita una respuesta. Los equipos de celular también se utilizan como señal de alarma, pero esta necesita de una tercera red con enlaces cableados y la referencia de los operadores a reparar fallas no coincide con las prioridades de la estación central de monitoreo. Además, el equipo, la transmisión y el pago mensual a un operador celular hacen que esta opción sea muy costosa y no se dispone de una red propia de comunicaciones.

Las redes de comunicación vía radio se convierten, entonces, en una alternativa confiable de comunicación en aplicaciones de alta o baja seguridad para áreas con instalaciones grandes, medianas o pequeñas. Los equipos tienen precios razonables y las nuevas tecnologías contribuyen a mejorar el funcionamiento, confiabilidad y retorno de la inversión. Así, la comunicación vía radio puede favorecer en gran medida a disminuir la generación de falsas alarmas, que comprometen la seguridad y representan altos costos de operación para organizaciones, estaciones de monitoreo y clientes. Las estaciones centrales de monitoreo también identifican si una alarma es falsa o verdadera.

Los sistemas de CCTV y voz son útiles para la verificación de falsas alarmas; sin embargo, el enlace es cableado y no transmite los eventos desde el panel de control.

El presente proyecto titulado “Diseño e implementación de un sistema de seguridad con monitoreo vía radio para su aplicación en el campus de la Escuela Politécnica del Ejército”, busca incrementar la seguridad de las instalaciones para disminuir el índice de robos, su funcionamiento radica en una red de comunicación de alarmas locales con la Central de Monitoreo.

Para este proyecto se consideró:

El tipo de aplicación, está orientado hacia áreas con instalaciones grandes, medianas y/o pequeñas.

El alcance del monitoreo, estará condicionado de acuerdo al área de cobertura de los equipos.

La zona de ubicación, corresponde a áreas planas.

1.2. OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar y construir un sistema de seguridad con monitoreo vía radio para su aplicación en el Campus de la Escuela Politécnica del Ejército.

ESPECÍFICOS

1. Analizar y definir el área de cobertura del sistema de monitoreo.
2. Establecer los parámetros de seguridad necesarios para las instalaciones del campus en mención.
3. Utilizando un microcontrolador, diseñar y construir una alarma confiable que disponga de las siguientes características:
 - a. Acceso a modos de programación por código de usuario
 - b. 4 zonas completamente programables
 - c. 3 zonas de emergencia en el teclado: Pánico, Incendio, Emergencia Especial
 - d. 8 entradas para sensores convencionales o wireless que serán monitoreados en las 4 zonas
 - e. Salida para sirena de alerta
 - f. Visualización de alarmas en LCD
 - g. Fácil programación vía teclado

4. Diseñar e implementar un sistema de comunicación vía radio punto-multipunto utilizando radio módems DATA LINC SRM6100.
5. Diseñar y construir una interfase electrónica para la comunicación entre la alarma y un radio módem DATA LINC SRM6100 con interfaz serial RS-232C.
6. Diseñar e implementar una estación central para monitoreo de alarmas, con un radio módem DATA LINC SRM6100 y un computador.
7. Desarrollar una HMI (Interfaz Hombre Máquina) con el software Microsoft Visual Basic versión 6.0, para ser implementado en la estación central, destinado a cumplir con la gestión y supervisión del sistema integrado de alarmas.
8. Determinar las ventajas y desventajas al utilizar este sistema de monitoreo de alarmas aplicadas en las instalaciones del Campus Politécnico.
9. Determinar la flexibilidad del sistema.
10. Verificar la confiabilidad del sistema de seguridad.
11. Elaborar un manual de usuario para indicar los procedimientos de instalación, uso, programación de eventos y mantenimiento.
12. Generar información de utilidad en el ámbito de monitoreo inalámbrico para alarmas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Económica, ya que la red de radio frecuencia que se va a diseñar e implementar con radio módems DATA LINC SRM6100, no necesita confiar de un operador como una tercera parte, eliminando así costos de operador y costos extras por transmisión hacia la estación central de monitoreo y clientes. Para la implementación del sistema de monitoreo con radio frecuencia se puede encontrar en el mercado equipos con precios relativamente razonables. Por otra parte, las nuevas tecnologías contribuyen a mejorar el funcionamiento, confiabilidad y retorno de la inversión.

Técnica, ya que no se utiliza un cableado para el monitoreo evitando el riesgo de que el medio de transmisión sufra averías, lo cual neutralizaría el sistema. La comunicación con radio evade este problema ya que su medio de transmisión es inalámbrico. Como aspecto importante se debe tomar en cuenta que la comunicación vía radio puede contribuir en gran medida a mejorar la verificación de falsas alarmas.

Social, ya que se contribuye a mejorar el nivel de seguridad, en el área monitoreada.

1.4. IMPORTANCIA

La importancia de este proyecto radica en la implementación de una tecnología alternativa para el monitoreo de alarmas, basada en la transmisión de datos vía radio, y con la flexibilidad para aplicar a instalaciones grandes, medianas y/o pequeñas; con lo que se logra reducir al máximo fallas en la transmisión de datos para evitar falsas alarmas, que en consecuencia representan costos para la empresa que presta el servicio. Con la implementación de esta tecnología se incrementa la confiabilidad del sistema, cubriendo la necesidad de mejorar la seguridad de la población.

1.5. DIAGRAMA GENERAL DEL SISTEMA IMPLEMENTADO

El sistema de seguridad con monitoreo vía radio implementado en este proyecto consta de tres partes principales (ver figura 1.1). La primera, constituye la alarma para cada edificación, más una interfase entre dicha alarma y un radio módem (esclavo). La segunda, se refiere a la comunicación: entre los módems maestro-esclavo y la correspondiente entre el radio módem maestro y el computador. Por último, el desarrollo del HMI (Interfaz Hombre-Máquina).

Más adelante se explicará cada una de ellas, detallando tanto la parte técnica como su funcionamiento práctico.

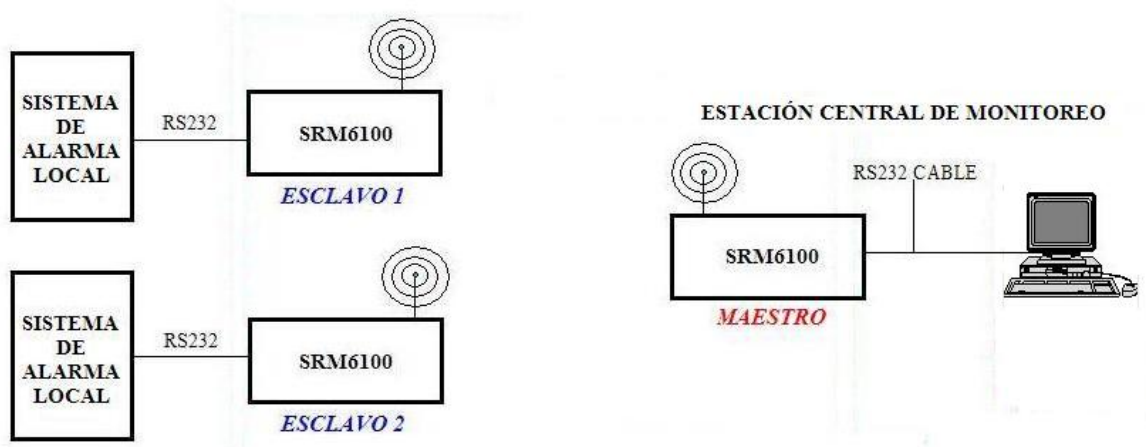


Figura 1.1. Diagrama General del Sistema Implementado.

De una manera didáctica se puede observar en la figura 1.2, el funcionamiento del sistema. En dicho gráfico, se puede apreciar que después de activarse la alarma en una edificación, comienza un proceso que envía señales de radio frecuencia hacia la central de monitoreo; es aquí, en donde se identifica el usuario y el tipo de alarma. Inmediatamente será notificado el evento al propietario o responsable del inmueble y dependiendo de su naturaleza se procederá a llamar a la Policía, Bomberos o al 911.

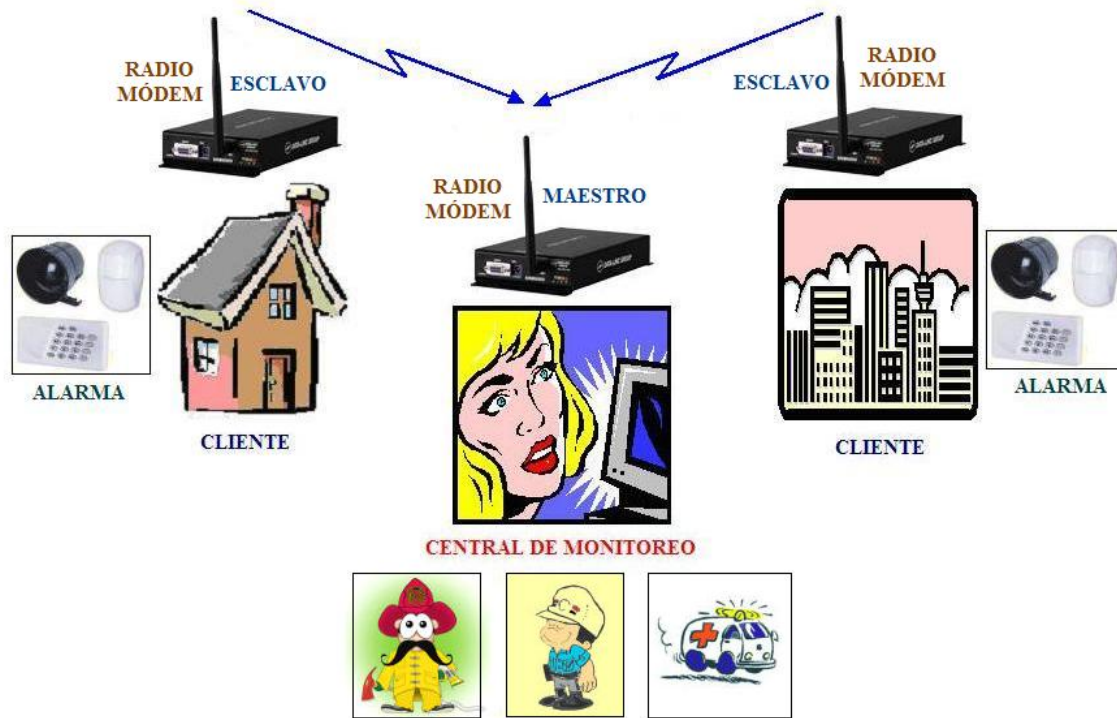


Figura 1.2. Diagrama explicativo del funcionamiento del sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. CONTROLADOR Y MICROCONTROLADOR

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o UCP (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Los productos que para su regulación incorporan un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:

- Aumento de prestaciones: un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- Aumento de la confiabilidad: al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.

- Reducción del tamaño en el producto acabado: La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- Mayor flexibilidad: las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

2.1.1. Aplicaciones de los Microcontroladores

Existen cada vez más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su confiabilidad, etc.

Los microcontroladores están siendo empleados en una gran cantidad de sistemas presentes en la vida diaria, como pueden ser juguetes, hornos microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de un coche, etc. Y otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc. Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores se pueden comunicar entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC.

2.1.2. Elección de un Microcontrolador

Para elegir un microcontrolador para la implementación de un diseño concreto, se debe tener en cuenta una diversidad de factores: documentación, herramientas de desarrollo disponibles, precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.).

Costo: Los fabricantes de microcontroladores, como es lógico, compiten duramente para vender sus productos. Hay que tomar en cuenta que para el fabricante que usa un microcontrolador en su producto una diferencia de precio en el microcontrolador es importante (el consumidor deberá pagar además el costo del empaquetado, el de los otros componentes, el diseño del hardware y el desarrollo del software). Si el fabricante desea reducir costos debe tener en cuenta las herramientas de apoyo con que va a contar:

emuladores, simuladores, ensambladores, compiladores, etc. Es habitual que muchos de ellos siempre se destaquen por microcontroladores pertenecientes a una única familia.

Aplicación: Antes de la elección de un microcontrolador es imprescindible analizar los ámbitos de la aplicación:

- **Procesamiento de datos:** puede ser necesario que el microcontrolador realice cálculos críticos en un tiempo limitado; en ese caso se debe asegurar la selección de un dispositivo suficientemente rápido para ello. Por otro lado, habrá que tener en cuenta la precisión de los datos a manejar: si no es suficiente con un microcontrolador de 8 bits, puede ser necesario acudir a microcontroladores de 16 ó 32 bits, o incluso un hardware de coma flotante. Una alternativa más barata y quizá suficiente es usar librerías para manejar los datos de alta precisión.
- **Entrada Salida:** para determinar las necesidades de Entrada/Salida del sistema es conveniente dibujar un diagrama de bloques del mismo, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar. Una vez realizado este análisis puede ser necesario añadir periféricos hardware externos o cambiar a otro microcontrolador más adecuado a ese sistema.
- **Consumo:** algunos productos que incorporan microcontroladores están alimentados con baterías y su funcionamiento puede ser vital como activar una alarma antirrobo. Lo más conveniente en un caso como éste puede ser que el microcontrolador esté en estado de bajo consumo pero que se active ante una señal (una interrupción) y ejecute el programa adecuado para procesarla.
- **Memoria:** para detectar las necesidades de memoria de la aplicación se debe separar en memoria volátil (RAM), memoria no volátil (ROM, EPROM, etc.) y memoria no volátil modificable (EEPROM). Este último tipo de memoria puede ser útil para incluir información específica de la aplicación como un número de serie o parámetros de calibración. En cuanto a la cantidad de memoria necesaria para la aplicación, puede ser imprescindible realizar un diseño preliminar en pseudo-código, para hacer una estimación de cuánta memoria volátil y no volátil es necesaria.

- **Ancho de palabra:** el criterio de diseño debe ser seleccionar el microcontrolador de menor ancho de palabra que satisfaga los requerimientos de la aplicación. Usar un microcontrolador de 4 bits supondrá una reducción importante en los costos, mientras que uno de 8 bits puede ser el más adecuado si el ancho de los datos es de un byte. Los microcontroladores de 16 y 32 bits, debido a su elevado costo, deben reservarse para aplicaciones que requieran sus altas prestaciones (Entrada/Salida potente o espacio de direccionamiento muy elevado).
- **Diseño de la placa:** la selección de un microcontrolador concreto condicionará el diseño de la placa de circuitos. Debe tenerse en cuenta que quizá usar un microcontrolador barato encarezca el resto de componentes del diseño.

2.1.3. La familia de microcontroladores (PIC) ¹

Microchip dispone de cuatro familias de microcontroladores de 8 bits para adaptarse a la mayoría de los clientes potenciales.

Gama Enana: PIC12C(F)XXX de 8 pines. Su principal característica es su reducido tamaño, al disponer todos sus componentes de 8 pines. Se alimentan con un voltaje de corriente continua comprendido entre 2.5 y 5.5 V, y consumen menos de 2 mA cuando trabajan a 5 V y 4 MHz. El formato de sus instrucciones puede ser de 12 o de 14 bits y su repertorio es de 33 o 35 instrucciones, respectivamente.

Gama Baja o Básica: PIC16C5X con instrucciones de 12 bits. Se trata de una serie de PIC de recursos limitados, pero con una de las mejores relaciones costo/prestaciones. Sus versiones están encapsuladas con 18 y 28 pines y pueden alimentarse a partir de una tensión de 2.5 V, lo que les hace ideales en las aplicaciones que funcionan con pilas. Tienen un repertorio de 33 instrucciones cuyo formato consta de 12 bits. No admiten ningún tipo de interrupción y la pila solo dispone de dos niveles.

Gama Media: PIC16CXXX con instrucciones de 14 bits. Es la gama más variada y compleja de los PIC. Abarca modelos con encapsulados desde 18 hasta 68 pines, cubriendo varias opciones que integran abundantes periféricos. El repertorio de instrucciones es de 35 de 14 bits cada una y compatible con el de la gama baja. Sus distintos modelos contienen

¹ Angulo, José; Angulo, Ignacio. Microcontroladores PIC Diseño Práctico de Aplicaciones. 2ª ed., Madrid: Concepción Fernández Madrid, 1999. Capítulo 2, La familia de los PIC, p. 29-32.

todos los recursos que se precisan en las aplicaciones de los microcontroladores de 8 bits. También disponen de interrupciones y una pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas. Dentro de esta gama se halla el PIC utilizado en este proyecto que es el PIC16F877.

Gama Alta: PIC17CXXX con instrucciones de 16 bits. Alcanzan las 58 instrucciones de 16 bits en el repertorio y sus modelos disponen de un sistema de gestión de interrupciones vectorizadas muy potente. También incluyen variados controladores de periféricos, puertas de comunicación serie y paralelo con elementos externos y un multiplicador hardware de gran velocidad.

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

2.1.4. DESCRIPCIÓN DEL PIC16F877 ²

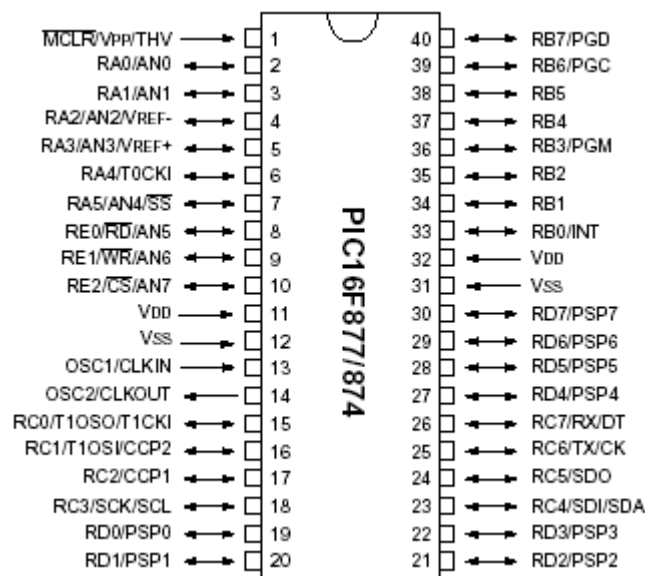


Figura 2.1. PIC16F877.

² Fuente de información: Microchip PIC16F87XA Data Sheet 28/40-pin Enhanced FLASH Microcontrollers.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Procesador de arquitectura RISC avanzada.
- Juego de 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción, menos las de salto que tardan dos.
- Frecuencia de 20 MHz.
- Hasta 8K palabras de 14 bits para la Memoria de Código, tipo FLASH.
- Hasta 368 bytes de Memoria de Datos RAM.
- Hasta 256 bytes de Memoria de Datos EEPROM.
- Encapsulados compatibles con los PIC16C73/74/76/77.
- Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas.
- Pila con ocho niveles.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Perro guardián (WDT).
- Código de protección Programable.
- Modo SLEEP de bajo consumo.
- Programación serie en circuito con dos patitas.
- Voltaje de alimentación comprendido entre 2.0 y 5.5 V.
- Bajo consumo (menos de 2 mA a 5V y 5 MHz).

DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS:

- Timer 0: temporizador-contador de 8 bits con predivisor de 8 bits.
- Timer 1: temporizador-contador de 16 bits con predivisor.
- Timer 2: temporizador-contador de 8 bits con predivisor y postdivisor.
- Dos módulos de Captura-Comparación-PWM.
- Conversor A/D de 10 bits.
- Puerto Serie Síncrono (SSP) con SPI (Modo Master) e I2C(maestro/esclavo).
- USART.
- Puerta Paralela Esclava (PSP).

CARACTERÍSTICAS DEL PIC	PIC 16F877
Frecuencia de operación	DC-20 MHz
Memoria de programa Flash (palabra de 14-bits)	POR, BOR (PWRT, OST)
Memoria de datos (bytes)	8 K
Memoria de datos EEPROM	256
Interrupciones	14
Puertos I/O	PUERTO A, B, C, D, E
Timers	3
Capture/Compare/Modulo PWM	2
Comunicación serial	MSSP, USART
Comunicación en paralelo	PSP
Modulo analógico-digital de 10 bits	8 Canales de entrada
Set de instrucciones	35 instrucciones

Tabla 2.1. Resumen de las características del PIC16F877.

2.1.5. Periféricos

Diodos Led: Según el nivel lógico que se les aplique a su cátodo o ánodo se encienden o se apagan; en realidad todos los periféricos digitales de salida funcionan como el led. Uno de sus extremos lo tienen conectado al positivo de la alimentación o a tierra y por el otro se les aplica el nivel lógico que saca una de las líneas del microcontrolador.

Las líneas de los PIC pueden suministrar suficiente corriente como para encender a un diodo led, por eso se les puede conectar directamente a través de una resistencia de absorción, como se muestra en la figura 2.2.



Figura 2.2. Conexión directa de los diodos led con las líneas de salida de un PIC.

En ocasiones puede haber diodos led u otro tipo de carga que necesiten más corriente que la que pueden entregar las líneas del PIC, en cuyo caso es necesario introducir un transistor amplificador, como se muestra en la figura 2.3.

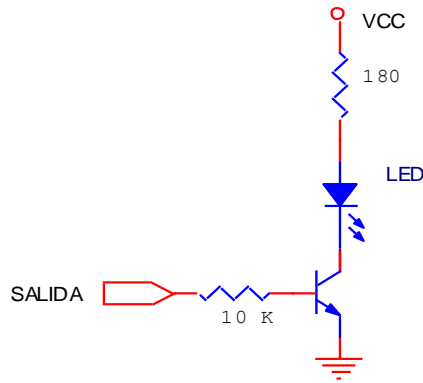


Figura 2.3. Cuando la carga precisa más corriente que la que puede suministrar la línea de salida del PIC hay que colocar un transistor amplificador.

Relés: En un relé la activación y desactivación brinda la oportunidad de poder controlar cargas mucho mayores (más corriente) porque pueden ser controladas por los contactos de dicho relé.

Cuando la línea de salida, OUT, aplica un nivel alto a la base del transistor Darlington, hace que conduzca y se active el relé. Al cerrarse los contactos de éste se controla una carga mayor. El valor de la resistencia depende del tipo de relé y del Darlington. La figura 2.4 muestra un posible esquema para el gobierno de un relé.

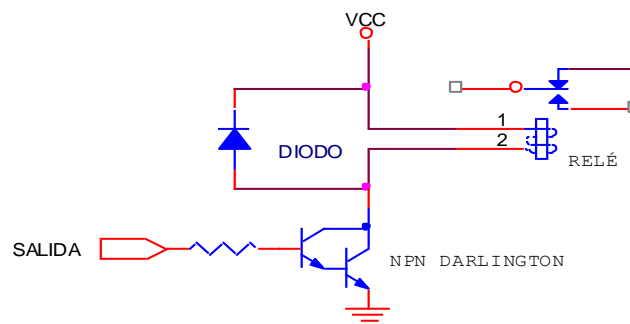


Figura 2.4. Esquema de gobierno de un relé.

Salidas Optoacopladas: En ocasiones hay que aislar eléctricamente la carga a controlar de la línea de salida. Con este fin se puede usar el mismo procedimiento que para el aislamiento de las entradas, como se muestra en la figura 2.5.

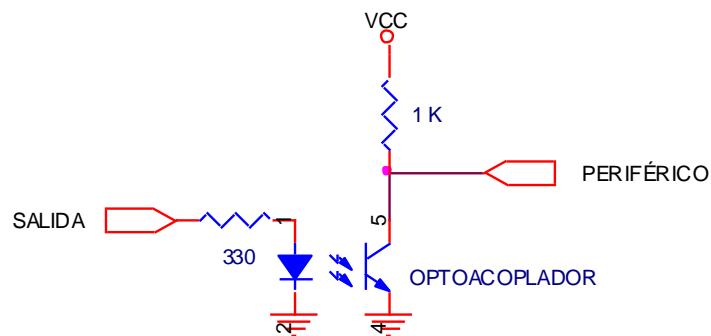


Figura 2.5. Salidas optoacopladas, aisladas eléctricamente.

Conociendo la frecuencia a la que trabaja el TRIAC, mediante software se puede determinar en qué momento de cada semiciclo se genera el impulso de cebado, regulando así la potencia entregada a la carga.

2.2. DETECTORES ³

Son los componentes básicos del sistema electrónico de seguridad. Son los iniciadores de la alarma y su función es vigilar un área determinada, para transmitir una señal al equipo de seguridad, cuando detecta una situación de alarma.

Los detectores se dividen, en función de su uso, en:

- Detectores de uso interior.
- Detectores de uso exterior.

Su elección dependerá del área a controlar y del previsible agente causante de la intrusión. En función de estos dos parámetros, se debe decidir cual se ajusta al Plan de Seguridad.

Las causas desencadenantes que activan un detector de intrusión son:

- Movimiento del intruso.
- Desplazamiento del detector.
- Presión sobre el detector.

³ Illán Vivas, Francisco. Los medios técnicos en seguridad y protección. Fcoj.illan@carm.es.

- Rotura del objeto protegido.
- Vibración.

2.2.1. Detectores de Uso Interior: Son los situados en el interior del local, instalación o establecimiento a proteger.

La clasificación dentro de ellos se debe a las diferentes formas de sus áreas de cobertura.

- Puntuales: aquellos que protegen un punto (por ejemplo la apertura de una puerta).
- Lineales: aquellos que protegen una línea de puntos (por ejemplo, un pasillo).
- Superficiales: aquellos que protegen una superficie (por ejemplo, un cristal).
- Volumétricos: aquellos que protegen un volumen (por ejemplo, una habitación).

CLASIFICACIÓN DE DETECTORES DE USO INTERIOR		
PUNTUALES	Contactos Magnéticos Contactos Mecánicos	
LINEALES	Rayos infrarrojos Contactos en hilos	
SUPERFICIALES	Inerciales	Péndulo Masa Mercurio
	Piezoeléctricos	Inerciales Piezoeléctricos Sin contacto
	Alfombras de presión	
	Redes conductoras	
VOLUMÉTRICOS	Microondas Ultrasonidos Sonido Luz Capacitivo	

Tabla 2.2. Clasificación de los Detectores para Interiores.

2.2.1.1. Puntuales

Contactos magnéticos: Son los dispositivos compuestos de dos piezas enfrentadas, la ampolla reed (dos láminas flexibles dentro de una ampolla de cristal al vacío que forman el

contacto Normalmente Cerrado-N.C. o Normalmente Abierto-N.A.), a cuyos extremos están soldados los hilos que forman el bucle de detección y un imán permanente, cuyo campo ejerce una fuerza magnética sobre los citados contactos cuando ambas piezas están enfrentadas. Si se modifica la situación relativa de las mismas, el campo magnético dejará de ejercer su acción sobre los contactos cerrándose o abriéndose según sea de tipo N.A. o N.C. Este cambio puede considerarse como una alarma.

Se utilizan para detectar la apertura de puertas, ventanas y desplazamientos de objetos portátiles, instalándose la pieza que contiene los contactos en la parte fija y el imán en la móvil.

Su principal ventaja es su simplicidad de instalación, su bajo costo y bajo nivel de falsas alarmas. Presenta, no obstante, el inconveniente de que podría producirse la intrusión a través de la zona protegida, puerta o ventana, sin necesidad de abrirla, por ejemplo a través de ella.

Contactos mecánicos: Se definen como aquellos que se fundamentan en contactos eléctricos con reposición. El ejemplo más claro es el interruptor colocado entre el cerco y la hoja de la puerta de un armario. Normalmente se utilizan en aquellos casos donde no existe espacio disponible para la instalación de un imán de un contacto magnético. Tal sería el caso de un detector que quisiera instalarse dentro de un cerradero para saber cuando se desactiva una cerradura. Tiene el mismo inconveniente que el contacto magnético y prácticamente las mismas ventajas

2.2.1.2. Lineales

Barrera de rayos infrarrojos: Es un detector que consta de un transmisor y un receptor entre los que se establece un haz (no visible) de infrarrojos, la interrupción de este haz provoca la alarma. El haz de infrarrojos no es totalmente lineal, sino que tiene una cierta dispersión, por lo que es conveniente instalar barreras compuestas de transmisor-receptor uno a uno. La distancia máxima alcanzada es de 300 m.

Se utilizan en aquellos casos cuyo espacio protegido es largo y estrecho, por ejemplo un pasillo donde existen varias puertas, o bien en aquellos espacios con objetos en movimiento cuya protección impida utilizar detectores volumétricos.

Su principal ventaja es el bajo precio y un bajo índice de falsas alarmas, siendo su inconveniente que si son visibles (el transmisor y/o el receptor) pueden evadirse fácilmente.

Contactos con hilos: Prácticamente están en desuso ya que su ajuste resulta dificultoso.

2.2.1.3. Superficiales

Detectores inerciales: Su funcionamiento se basa en la detección de las vibraciones de las superficies (vidrios, muros, vallas, etc.), mediante un sensor que en su interior dispone de elementos móviles que al producirse la agresión abren y cierran los contactos eléctricos. Los más comunes son los contactos de péndulo. Dispone de una masa metálica soportada por una guía que a través de un tornillo hace unirla a otra. Estas guías son las que se unen a los contactos eléctricos del circuito de detección. Al vibrar, lógicamente dependiendo de la presión que ejerza el tornillo entre ellas, se abre o se cierra el circuito.

Otro modelo es el de una masa metálica, esfera, soportada por unas guías. Cada par de guías se encuentra conectado eléctricamente a un par de clemas utilizadas como terminales de conexión con otros detectores o con un procesador. En reposo, la masa metálica está en contacto permanente con el par de guías cortocircuitándose. Cuando las vibraciones se producen en la superficie donde está situado el detector, se transmiten al mismo provocando interrupciones momentáneas dando como resultado un circuito abierto.

El tercer modelo que se utiliza en este tipo de detectores es el denominado de mercurio. En él existe una ampolla de vidrio conteniendo mercurio en su interior y en la que están inmersas las terminales del circuito detector ejerciendo como un contacto normalmente cerrado. Al producirse las vibraciones, el mercurio se traslada de posición en la ampolla y deja abierto el circuito.

Estos tipos de detectores disponen de distintos grados de sensibilidad, de tal forma que se los debe seleccionar, según la sensibilidad que deba tener una u otra área.

Detectores microfónicos: También llamados sísmicos. Transforman las vibraciones mecánicas en una señal eléctrica a través de una cápsula piezoeléctrica, similar a las

utilizadas en los micrófonos, que después de la ampliación y filtrado producen la señal de alarma. La sensibilidad de los detectores es regulable y en todo caso los detectores se fabrican de tal forma que las vibraciones ambientales no les influyan con objeto de evitar las falsas alarmas.

Se usan en muros, cámaras acorazadas, cajas fuertes y lugares de alto riesgo, con idea de que la detección se dé al inicio del intento de intrusión. El radio de acción suele estar comprendido entre 2 y 6 m.

Detectores de rotura de cristal: Se utilizan para la protección de zonas acristaladas. Se pueden distinguir, según su funcionamiento y necesidad de estar adheridos a la zona acristalada:

- **Detectores inerciales:** Hoy en día están en desuso.
- **Detectores piezoeléctricos:** Detectan las características de la rotura del vidrio.
- **Detectores sin contacto:** Funcionan de forma similar a los piezoeléctricos pero la cápsula que utilizan es sensible a la vibración acústica. Normalmente se sitúan en las proximidades de las zonas acristaladas (techo).

Alfombras de presión: Están construidas por láminas o placas metálicas que entran en contacto al ser presionadas por el peso de la persona cerrando el circuito que forman. Su ventaja está en que son baratas, pero con el inconveniente de su escasa duración y posible vulnerabilidad si se conoce su existencia.

Redes conductoras: Dispositivo de protección basado en la aplicación de una cinta o red conductora (adherida o embebida) a cualquier tipo de superficie, de tal forma que no pueda producirse el paso de una persona sin provocar la señal de alarma. La cinta se conecta al bucle de alarma manteniendo una continuidad eléctrica que cuando se pierda, por rotura o por puente eléctrico, entre ambos lados del bucle, se produce una situación de alarma.

En zonas acristaladas, la disposición de la cinta suele hacerse por recorrido de su perímetro en cristales normales formando recorridos paralelos a distancias menores de 15 cm. También tiene aplicación en muros de cámaras acorazadas con los inconvenientes de un costo elevado y dificultad de implantación.

2.2.1.4. Volumétricos: Detectan movimiento en un volumen protegido. Dependiendo del principio de funcionamiento se distinguen los siguientes:

Microondas: También conocidos como “radares”, emiten energía electromagnética, a una frecuencia de 10 GHz, que tras rebotar y reflejarse en las paredes del recinto protegido, alcanza la etapa receptora. Si en el recinto no hay ningún movimiento, las frecuencias de las señales emitidas y recibidas son las mismas. Sin embargo si en el recinto hay algún movimiento (intruso), parte de la señal que llega al receptor posee diferente frecuencia que la que envió el transmisor. Esta diferencia de frecuencia es la que provoca la alarma y envía al cuadro de control del sistema.

Los microondas están formados por un solo transmisor/receptor. Su aplicación goza de gran efectividad y sensibilidad. El campo de cobertura presenta una gran variedad de forma-alcance y ángulo de cobertura según el modelo utilizado. En instalaciones de alta seguridad, se utilizan detectores dotados con sistema de antiemascaramiento, es decir, disponen de una salida adicional de alarma que se activa en el caso de tapar con elementos no permeables al microondas.

Se debe tener en cuenta que al ser detectores que emiten energía hay que prestar atención a su instalación; que atraviesan cristales y paredes delgadas pudiendo provocar falsas alarmas, buscando su solución con diferentes frecuencias.

Ultrasonidos: Basan su funcionamiento en el efecto Doppler, mediante la emisión y recepción de ondas ultrasónicas (entre 22 KHz y 45KHz). Básicamente están formados por:

- Un transmisor de ultrasonidos.
- Un receptor de ultrasonidos.
- Un procesador de señales.

Infrarrojos pasivos: Todos los cuerpos emiten radiaciones infrarrojas si están a una temperatura superior al cero absoluto (-273 °C). Esta propiedad ha llevado a diseñar elementos que traduzcan la energía térmica en respuesta eléctrica para detectar presencia

de intrusos en recintos protegidos. El funcionamiento de los infrarrojos pasivos es el siguiente:

Es un detector que dispone de un sensor piroeléctrico, que genera en sus bornes una débil corriente cuando recibe una variación de radiación infrarroja, y que su principio se utiliza para detectar la presencia de un intruso que emitiendo infrarrojos, puede modificar la cantidad de infrarrojos recibidos por el captador en relación a la cantidad emitida por el entorno ambiental. Este detector vigila el campo infrarrojo del local en donde se encuentra instalado. Una variación suficiente en amplitud, en velocidad y en duración de este campo provocará la alarma.

Son pasivos porque no emiten ningún tipo de señal. Por ello pueden instalarse tantos detectores como se considere aconsejable en un mismo local. Solo requieren el ajuste de su orientación, con el inconveniente de que puede producir falsas alarmas debidas a pequeños animales y sus prestaciones dependen mucho de la temperatura ambiental. También existen detectores con antiemascaramiento.

De Sonido: Detectan sonidos que superan un cierto nivel de amplitud. Están prácticamente en desuso, debido a que solo deben instalarse en recintos dispuestos con un excelente aislamiento.

De Luz: Detectan niveles de iluminación en recintos cerrados sin entrada de luz exterior. Prácticamente en desuso.

Capacitivos: Captan la proximidad de un intruso a un objeto metálico ya que varía la constante dieléctrica del ambiente y por tanto la capacidad eléctrica entre el intruso y la tierra de referencia. Son muy selectivos, pero con el inconveniente de que necesitan una instalación muy cuidadosa y pueden producir falsas alarmas por interferencias radioeléctricas.

Utilizados especialmente para la protección de muebles u objetos metálicos susceptibles de ser aislados eléctricamente. El equipo se adapta a las características del objeto protegido mediante un conmutador que permite variar el campo de capacidad.

Combinados o de doble tecnología: Utilizando dos tecnologías independientes, están acoplados entre sí y poseen una sola salida de alarma. La alarma se produce cuando se disparan dos tecnologías. Las tecnologías que suelen utilizarse son:

- Ultrasonido + Infrarrojos pasivo.
- Microondas + Infrarrojos pasivo.

Para saltar la alarma, se tienen que disparar las dos, y para evitar falsas alarmas, se utiliza la conexión AND. En el caso de proteger recintos de alto riesgo se suelen conectar en tipo QR, es decir la alarma se activará cuando detecte alguna de las dos tecnologías.

2.2.2. Detectores perimetrales o de uso exterior: En los exteriores a los edificios o instalaciones, la seguridad electrónica cumple la función de detectar el riesgo en su momento de aproximación y primer contacto.

Cuando más alejado se encuentre el perímetro del núcleo vital del objetivo, se dispone de un mayor espacio de tiempo a efectos de adoptar decisiones tendentes a una primera neutralización del riesgo detectado y a facilitar los auxilios externos que precise su solución definitiva.

La diferencia entre los detectores de exteriores e interiores, no está sólo en que las carcasas han de soportar las inclemencias de la intemperie, en un caso sí y en otro no, sino por la capacidad de distinguir entre las variaciones ambientales (no provocadas por el intruso dando lugar a falsas detecciones) y las situaciones de intrusión real.

2.3. SEÑALIZADORES O AVISADORES

Según el lugar y la forma en que ejercen sus funciones, se los puede clasificar de la siguiente manera:

1. Locales

- a. Acústicos:
 - Sirenas electrónicas
 - Sirenas mecánicas

b. Ópticos:

- Iluminación súbita
- Luz lanza-destellos
- Flash

2. A distancia

a. Llamada telefónica

b. Telecomunicación:

- Hilo
- Radio

3. Especiales

a. Máquina fotográfica

b. Circuito cerrado de televisión:

- Filmadora
- Cámaras digitales, web, etc.

Se recomienda instalar dos o más avisadores, con objeto de aumentar el grado de seguridad al diversificar la función.

Los avisadores o señalizadores locales cumplen una doble función:

- Efecto psicológico: hacer huir al intruso.
- Anunciar que se ha producido una intrusión en ese lugar.

Los requisitos fundamentales de un señalizador acústico deben ser:

- Imposibilidad de manipulación de los cables de conexión.
- Autoalimentación propia (batería).
- Sonido que impida la confusión con los señalizadores usados por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, bomberos, ambulancia, etc.
- Bajo consumo.
- Potencia ajustada a la reglamentación vigente.
- Funcionamiento garantizado en condiciones atmosféricas adversas.

2.4. PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)

El LCD tiene un aspecto físico como el mostrado en la figura 2.6. Está constituido por un circuito impreso en el que están integrados los controladores del display y los pines para la conexión del display. Sobre el circuito impreso se encuentra el LCD en sí, rodeado por una estructura metálica que lo protege. En total se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, $2 \times 16 = 32$ caracteres, como se muestra en la figura 2.7.

A pesar de que el display sólo puede visualizar 16 caracteres por línea, puede almacenar en total 40 por línea. Es el usuario el que especifica qué 16 caracteres son los que se van a visualizar.



Figura 2.6. Aspecto físico del LCD.

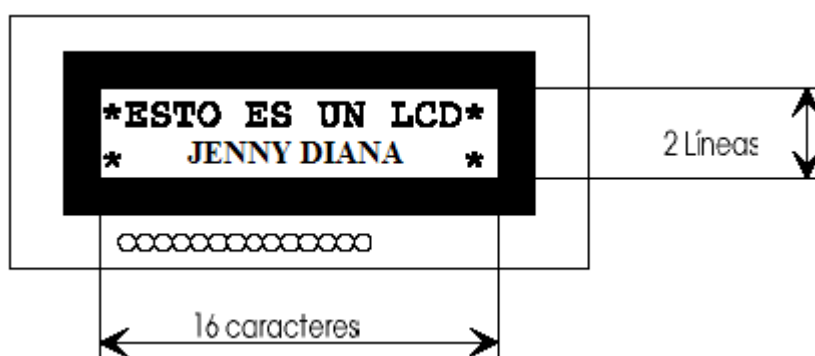


Figura 2.7. Capacidad de visualización de caracteres del display.

2.4.1 Alimentación

La tensión nominal de alimentación es de 5V, con un consumo menor de 5mA.

2.4.2. Asignación de Pines

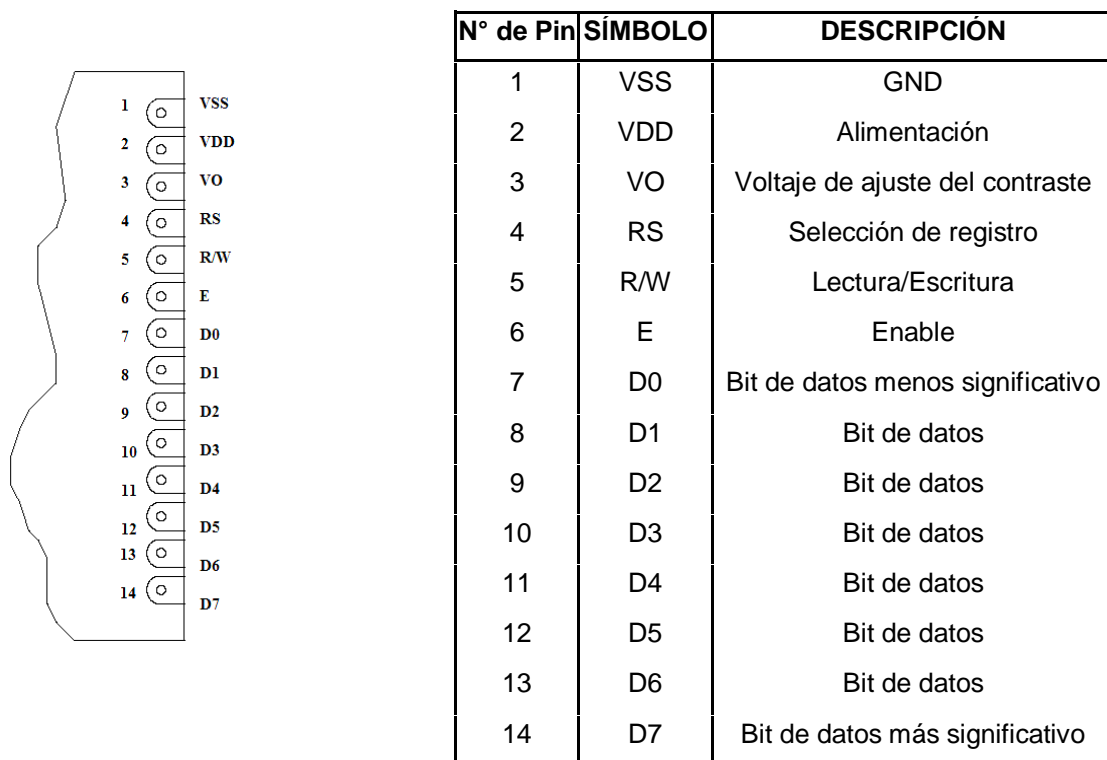


Figura 2.8. Asignación de pines del LCD.

2.4.3. Interfase del Display con el mundo exterior

En la figura 2.9 aparecen las señales necesarias para el funcionamiento y control del display. Los datos se transmiten por un bus de datos de 8 bits de anchura (el display ofrece la posibilidad de trabajar con este bus multiplexado en dos grupos de 4 bits). Para el control del display son necesarios 3 bits: una señal de **enable (E)**, una para indicar **lectura/escritura (R/W)** y otra para seleccionar uno de los dos registros internos (**RS**). Por ello, en el caso peor, el sistema de control del display necesitará utilizar $8+3=11$ bits.

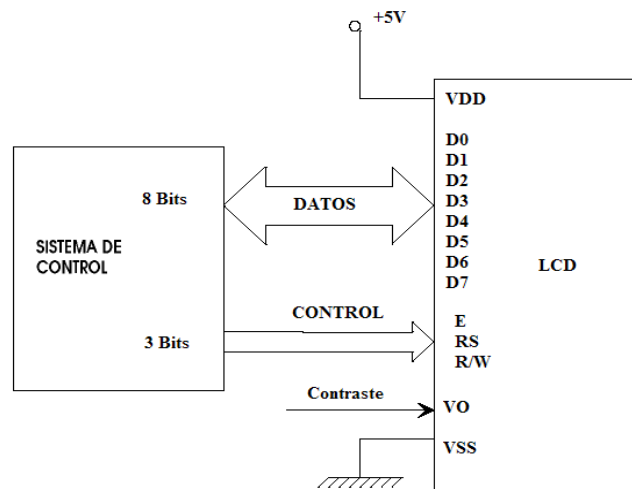


Figura 2.9. Interfase del LCD con un sistema de control.

2.4.4. El Control del Contraste

Para controlar el contraste hay que introducir por el pin Vo una tensión entre 5 y 0 voltios. La tensión típica es de 0.6 voltios. Normalmente se coloca un potenciómetro para poder ajustar en cada momento el contraste más adecuado. En la figura 2.10 se muestra un esquema típico de control del contraste.

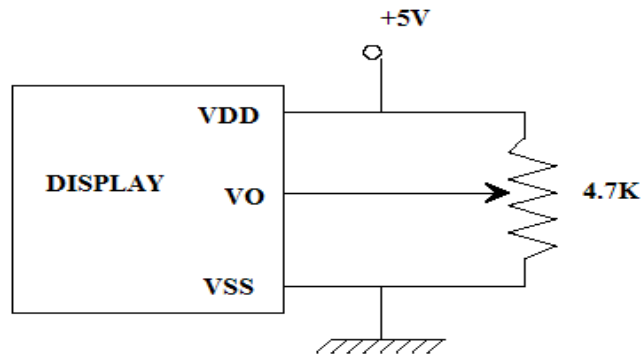


Figura 2.10. Control del contraste en el LCD.

2.5. INTERFASE SERIAL RS-232

La PC utiliza la norma RS-232, que es un estándar mundial que rige los parámetros de uno de los modos de comunicación serial. Por medio de este protocolo se estandarizan las velocidades de transferencia de datos, la forma de control que utiliza dicha transferencia, los niveles de voltajes utilizados, el tipo de cable permitido, las distancias entre equipos, los conectores, etc.

El estándar RS-232 fue propuesto por primera vez en 1962; aunque ha sufrido diversas revisiones desde entonces. Actualmente, el nombre oficial es EIA/TIA-232-E, haciendo referencia al organismo que lo define (EIA, Electronics Industry Association y TIA Telecommunication Industry Association), el término RS hace referencia a su descripción inicial (Recommended Standard-Estándar Recomendado), pero que actualmente sigue siendo el más empleado. Además, el nombre que define el estándar es: “Interfaz entre equipos terminales de datos y equipos de terminación de circuito de datos empleando intercambio de datos binarios tipo serie”. Es decir, que ofrece un estándar de

intercomunicación entre los comúnmente conocidos DTE (equipos terminales de datos) y DCE (equipos de comunicación o de terminación de circuito de datos); los primeros, suelen ser los equipos encargados de generar y controlar los datos a transmitir (una computadora o un autómatas programable), y los segundos hacen referencia al dispositivo periférico encargado de recibir esos datos (módem, impresora, etc.)⁴

Este estándar especifica que los niveles de salida son -5 a -15 voltios para el 1 lógico y +5 a +15 voltios para el 0 lógico, mientras que los niveles de entrada son -3 a -15 voltios para un 1 lógico y +3 a +15 voltios para un 0 lógico.

En una transmisión serial se forma un “tren” de bits; uno tras de otro viajan del lugar de emisión al receptor utilizando una sola vía, en este caso será un conductor eléctrico bus Serial, como en caso de los trenes con una sola vía si se desea transmitir en el sentido contrario, se debe esperar que la vía este libre.

Los datos serie se encuentran encapsulados en tramas de la forma:

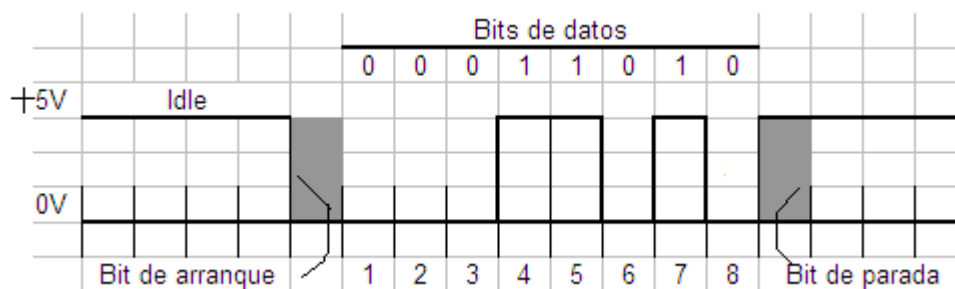


Figura 2.11. Estructura de un carácter que se transmite serialmente.

Primero se envía un bit de START, a continuación los bits de DATOS (primero el bit de mayor peso) y finalmente los bits de STOP. El número de bits de datos y de bits de stop es uno de los parámetros configurables, así como el criterio de paridad par o impar para la detección de errores.

⁴ Universidad de Valencia. Sistemas Industriales Distribuidos. Capítulo 2, Redes de comunicación: Topología y enlaces, p. 34.

Normalmente, cuando no se realiza ninguna transferencia de datos, la línea del transmisor es pasiva (idle) y permanece en un estado alto. Para empezar a transmitir datos, el transmisor coloca esta línea en bajo durante el tiempo de un bit.

Tanto el transmisor como el receptor deben tener los mismos parámetros de velocidad, paridad, número de bits del dato transmitido y de bits de parada.

2.5.1. Aspectos de una Comunicación Serial

El envío a través de cables o líneas de transmisión de niveles lógicos (bits), necesita la conversión a voltajes apropiados. En un circuito lógico se trabaja con niveles de voltaje inferiores a 0.8 para representar el valor lógico 0 y voltajes mayores a 2.0 para representar el valor lógico 1. Por lo general, cuando se trabaja con familias TTL y CMOS se asume que un “0” es igual a cero voltios y un “1” a +5 V.

Cuando la comunicación que se pretende hacer es para una distancia corta, se pueden conectar directamente el transmisor y receptor para hacer la transferencia de bits usando los mismos niveles lógicos tradicionales 0 y 5 V. Pero si la distancia es mayor a dos metros, la información digital se afecta notablemente por acción de la atenuación en el cable, el ancho de banda del mismo y la velocidad con la que se transmita.

Una de las soluciones para esto es la interfase RS-232C, consiste en cambiar los niveles lógicos de la salida o envío de 0 y 5 V a dos niveles de voltaje de magnitud mayor: uno positivo (+V) para representar el cero lógico y uno negativo (-V) para representar el uno. En el equipo receptor se realiza el proceso contrario, los niveles positivos y negativos que lleguen se convierten a los niveles lógicos tradicionales.

Por lo general, se utiliza con las interfases RS-232 cable multipar o cable ribbon con un solo conductor como referencia de tierra. El ruido que se capta a través de la línea puede causar problemas; para reducir su efecto se suele conectar un condensador en paralelo con la salida del circuito transmisor. Los estándares de la RS-232 permiten una separación de 15 metros a una velocidad de transmisión no mayor a 9.6 kbps (kilobits por segundo).

2.5.2. Conector RS232 (Conector DB9 de 9 pines)

La siguiente tabla muestra el conector de 9 pines serie que se encuentra en la mayoría de las PCs de hoy en día.

SEÑAL		PIN No.
CD	Carrier Detect (Detección de portadora)	1
RD	Receive Data (Recibir datos)	2
TD	Transmit Data (Transmitir datos)	3
DTR	Data Terminal Ready (Terminal de datos listo)	4
SG	Signal Ground (Señal de tierra)	5
DSR	Data Set Ready (Equipo de datos listo)	6
RTS	Request To Send (Solicitud de envío)	7
CTS	Clear To Send (Libre para envío)	8
CE	Ring Indicador (Indicador de Llamada)	9

Tabla 2.3. Pines del conector DB9.

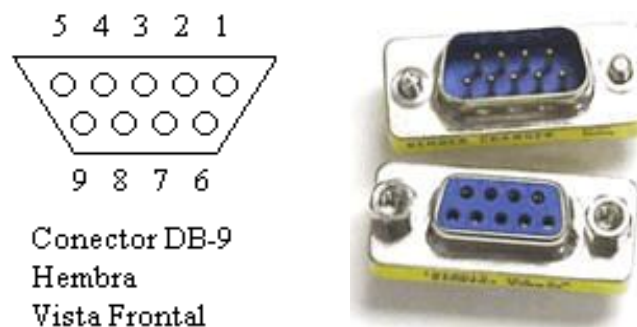


Figura 2.12. Conector DB-9.

2.5.3 Interconexión de dos Dispositivos RS-232

A pesar de la gran difusión de la norma RS-232C no existe un único modelo estándar de cable que permita la interconexión de dos dispositivos RS-232C cualquiera, sino que varía dependiendo de dos factores:

- El tipo de dispositivo: Si se trata de dos dispositivos de distinto tipo (DTE-DCE) la conexión es la natural, es decir se conectan entre si la patillas con el mismo número. Sin embargo, si son del mismo tipo (DTE-DTE) es necesario intercambiar algunas pines con el fin de mantener las entradas unidas con las salidas.
- El tipo de control de flujo: Si este se hace a través de algún protocolo software, como el XON/XOFF, basta con las líneas de transmisión y recepción de datos, puesto que el control se realiza a través de estas. En el caso de control de flujo por hardware son necesarias más líneas para la gestión de la comunicación. Existen, además, algunas formas de control de flujo híbridas a través de software ayudadas por algunas líneas hardware.

Uno de los usos no estándar más comunes de la norma RS-232C es la conexión de dos DTE entre si. La forma más sencilla de conectar dos DTE (por ejemplo dos PCs) es unir la línea Transmitir Datos de uno de ellos a la línea Recibir Datos del otro, y viceversa. En la versión más básica de este tipo de cable, que se denomina "módem nulo", no se conecta ninguno de los otros circuitos excepto la Señal de Tierra, que conforma el retorno común para los circuitos transmisor y receptor. En la figura inferior se muestra este tipo de conexión.

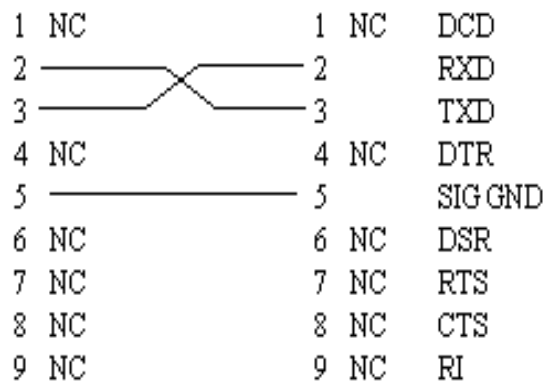


Figura 2.13. Configuración simple de un módem nulo.

Algunos programas inspeccionan las líneas CTS, DSR y DCD y no funcionaran a no ser que alguna de ellas o todas estén activadas. No obstante, se puede engañar al programa conectando adecuadamente entre si las líneas de control de los dos DTE.

2.5.4. Circuito integrado MAX232

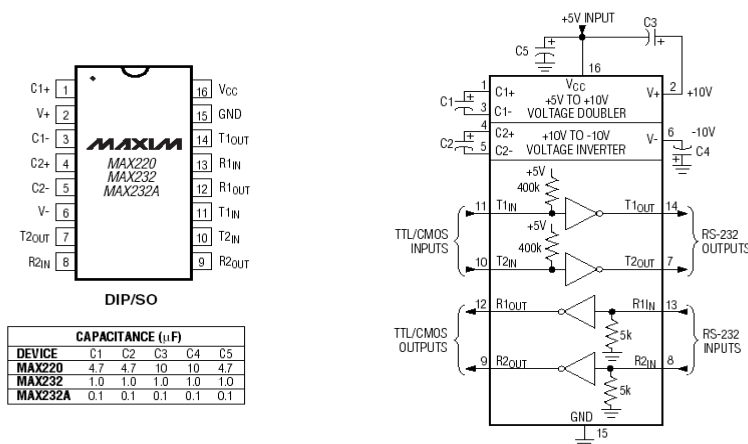


Figura 2.14. Diagrama de pines y estructura interna del MAX232.

Descripción: Este circuito integrado soluciona los problemas de niveles de voltaje cuando se requiere enviar señales digitales sobre una línea RS-232.

Funcionamiento: El MAX232 convierte los niveles RS-232 (cerca de +10 y -10 V) a voltaje TTL (0 a +5 V) y viceversa, sin requerir nada más que una fuente de +5 V. Un elevador de voltaje interno convierte el voltaje de +5 V al de doble polaridad de ± 12 V. Lleva internamente 2 conversores de nivel de TTL a RS232 y otros 2 de RS232 a TTL con lo que en total se puede manejar 4 señales del puerto serie de la PC, por lo general las más usadas son; TX, RX, RTS, CTS, estas dos últimas son las usadas para el protocolo handshaking pero no es imprescindible su uso. Para que el MAX232 funcione correctamente se debe poner unos condensadores externos de 1 uF para generar el voltaje RS-232 internamente, todo esto se puede ver en la siguiente figura, en la que solo se han cableado las líneas TX y RX que son las más usualmente usadas para casi cualquier aplicación.

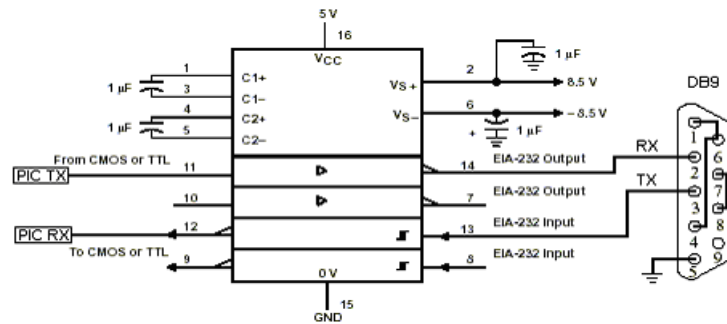


Figura 2.15. Aplicación del MAX232 con un PIC.

Usos: Este integrado es usado para comunicar un microcontrolador o sistema digital con una PC o sistema basado en el bus serie RS-232.

2.6. MÓDEM

La conversión de señales digitales en tonos se realiza mediante un generador de tono (un sintetizador de sonido muy simplificado), esta fase se denomina modulación, en referencia a que se modula una señal de alta frecuencia para que el resultado sea una señal de baja frecuencia. Por su parte, la conversión de tonos en señales digitales se denomina demodulación; por extensión, los elementos que realizan dichas funciones se denominan también modulador y demodulador, y el dispositivo completo módem (acrónimo de **MO**dulador-**DE**Modulador).

Un módem es un dispositivo DCE (Data Communications Equipment) lo cual significa que se trata de un conversor de señales. Por tanto hay que tener en cuenta que las conexiones de cables RS-232 con un equipo DTE (Data Terminal Equipment) son paralelas es decir TX con TX, RX con RX , RTS con RTS etc.

No obstante, la mayoría de módems son inteligentes y es posible comunicarse con ellos (por ejemplo para configurarlos) mediante un protocolo de comunicaciones sencillo. La mayoría pueden trabajar con un protocolo “estándar” llamado HAYES. Todos los comandos de este protocolo comienzan por AT y acaban por CR (aunque este último carácter es configurable). A pesar de ser bastante estándar, existen comandos diferentes en función del tipo de módem, por lo que siempre es necesario mirar en el manual del módem.

El módem es un dispositivo programable en el sentido de que puede adaptarse a diversas modalidades de transmisión; tanto la velocidad como los bits de datos, paridad, etc.

2.6.1. La Cadena de Comunicación

La comunicación en el interior del módem es serial, y al llegar a la UART es transformada a un formato paralelo compatible con el bus del sistema.

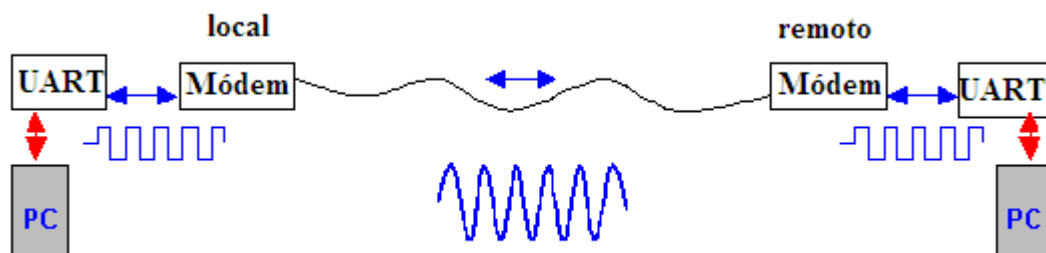


Figura 2.16. Cadena de comunicación.

PC \longleftrightarrow UART:

Es una comunicación paralela digital; se puede suponer que los caracteres son de 8 bits. Esta comunicación se realiza a la velocidad del bus de la PC; puesto que en cada ciclo se transmite un byte, la velocidad en bytes por segundo (Bps) se corresponde con la velocidad de reloj del bus.

UART \longleftrightarrow MÓDEM:

La UART tiene dos caras: por un lado dispone de una comunicación paralela síncrona con el bus de la PC. Por el lado del módem esta comunicación es serie y generalmente asíncrona (precisamente una de las funciones de la UART es esta conversión serie \leftrightarrow paralelo).

MÓDEM \longleftrightarrow MÓDEM:

En su interior la comunicación utiliza señales analógicas (tonos) en formato serie (generalmente asíncrona) según un diseño de marco ("Frame") estandarizado.

Dos módems para comunicarse necesitan emplear la misma técnica de modulación. La mayoría de los módems son full-duplex, lo cual significa que pueden transferir datos en

ambas direcciones. Hay otros módems que son half-duplex y pueden transmitir en una sola dirección al mismo tiempo.

2.6.2. Tipos de Módems

Existen dos tipos de módems: Internos y Externos.

Internos: Los módems internos se montan en una tarjeta o están integrados en la propia placa-base; esto último es lo normal en portátiles y en placas modernas; su alimentación se realiza a través de las líneas de fuerza del bus.

VENTAJAS:

- No necesitan una fuente de alimentación externa y no ocupan lugar en el escritorio, lo que normalmente es de agradecer.
- No ocupan ninguno de los puertos serie existentes en la máquina.
- En máquinas muy antiguas no hay que preocuparse de posibles problemas en la velocidad de transferencia por causa de un puerto serie lento debido a la utilización de algún chip UART anticuado.

INCONVENIENTES:

- Ocupan una ranura de expansión, lo que puede ser contraproducente cuando se dispone de pocas en el interior de la máquina.
- Utilizan recursos que muchas veces son precisos si el número de dispositivos que se tiene instalado es muy elevado como suele ser el caso de las IRQ. Esto también puede llevar a problemas de conflictos que pueden producir más de un quebradero de cabeza aún en el caso de dispositivos PnP.
- No tienen "lucecitas" que informen del estado de la conexión y del propio módem. Tampoco se pueden "reiniciar" cuando se tiene algún problema con él, aunque esto último suele ser hoy día bastante raro.

Externos: Los módems externos tienen su fuente de alimentación independiente, y se conectan directamente con una salida de puerto serie del ordenador.

Como puede verse, la diferencia básica entre ambos tipos es que los primeros tienen su propia UART, que se encarga de las comunicaciones serie. Los módems externos utilizan una UART instalada en la PC con la que se comunican mediante el conector del puerto serie (generalmente un DB9 o un DB25) utilizando un subconjunto del protocolo RS-232.

VENTAJAS:

- No ocupan ninguna ranura de expansión, lo que es adecuado para computadoras con nulas o pocas posibilidades de ampliación.
- Sólo utilizan los recursos del propio puerto serie al que están conectados.
- Disponen de indicadores luminosos que informan del estado de la conexión y del propio módem.
- Se pueden "reiniciar" sin necesidad de hacerle un "reset" a la computadora o simplemente apagar cuando no lo utilizamos.

INCONVENIENTES:

- En máquinas muy antiguas se puede encontrar que la velocidad de transferencia del puerto serie limitará la velocidad del módem, por lo que será necesario sustituir la tarjeta I/O por una más moderna.
- Necesitan de una fuente de alimentación externa y ocupan lugar en el escritorio.
- Necesitan un puerto serie libre.

2.6.3. Indicadores de Estado

Los módems externos disponen de una serie de luces indicadoras de estatus; su número y disposición varían con el modelo y fabricante, pero generalmente utilizan algunas de las siguientes:

AA Autorespuesta ("Auto Answer"). Señala que el módem está preparado para responder automáticamente cualquier llamada exterior. Esta característica es vital para determinados servicios, por ejemplo módems de servidores Web.

CD Detección de portadora ("Carrier Detect"). Señala que el módem está recibiendo una señal de inicio de transmisión (marca) desde un módem remoto; indica que se ha establecido una conexión y puede apagarse momentáneamente cuando alguno de los módems quita esta señal.

HS Alta velocidad ("High Speed"). Señala que el módem está operando a su velocidad máxima.

MR Preparado ("Módem Ready"). Señala que el módem está conectado y listo para operar.

OH Descolgado ("Off Hook"). Señala que el módem ha "descolgado" para establecer una comunicación o responder a una llamada.

RD Recepción de datos ("Receiving Data"), señalado a veces como Rx, indica la recepción de datos, generalmente un led de color amarillo o ámbar que titila durante la recepción.

SD Envío de datos ("Send Data"), señalado a veces como Tx.

Los módems internos carecen de estos indicadores o tienen solo uno o dos de ellos.

2.6.4. Modos de Operación del Módem

El módem tiene dos modos de funcionamiento:

Cuando el módem esta en **estado de comandos**, el módem responde a los comandos que envía el ordenador. En este modo es posible configurar el módem o realizar las operaciones de marcado y conexión. Antes de que se puedan enviar un comando al módem este debe estar en el "estado de comandos".

Cuando el módem se conecta con otro módem pasa al **modo en línea**. En este modo cualquier información que reciba del ordenador será enviada al módem distante. En este modo, el módem no procesa la información y simplemente la trasmite a través de la línea de comunicación.

Para salir del modo en línea y pasar de nuevo al modo comandos se debe enviar al módem (petición de atención) precedidos por un segundo de inactividad.

2.6.5. Control de Errores

El problema de ruido puede causar perdidas importantes de información en el módem a velocidades altas, existen para ello diversas técnicas para el control de errores. Cuando se detecta ruido en un módem con control de errores, todo lo que se aprecia es una breve inactividad o pausa en el enlace de la comunicación, mientras que si el módem no tiene control de errores lo que ocurre ante un ruido es la posible aparición en la pantalla de

caracteres "basura" o, si se está transfiriendo un fichero en ese momento, esa parte del fichero hay que retransmitir otra vez.

Hay varios tipos de corrección de errores, el más simple y usado en muchas conexiones serie, al igual que en las memorias de las computadoras, es la paridad. Por cada byte se agrega un bit de paridad que puede ser un 0 o 1, dependiendo de la cantidad de unos sea par o impar. En algunos casos el método de control de errores estará ligado a la técnica de modulación.

2.6.6. Compresión de Datos

La compresión de datos observa bloques repetitivos de datos y los envía al módem remoto en forma de palabras codificadas. Cuando el otro módem recibe el paquete lo decodifica y forma el bloque de datos original. Hay dos técnicas para la compresión muy extendidas:

- Microcom Network Protocol (MNP-5,7). Este protocolo permite compresiones de dos a uno, es decir, se puede enviar el doble de información utilizando la misma velocidad de modulación.
- Norma V.42 bis (procedente del CCITT). Con esta norma de compresión se consiguen ratios de 4:1.

2.6.7. Control de Flujo

El control de flujo es un mecanismo por el cual módem y ordenador gestionan los intercambios de información. Estos mecanismos permiten detener el flujo cuando uno de los elementos no puede procesar más información y reanudan el proceso. Los métodos más comunes de control de flujo son:

CONTROL DE FLUJO HARDWARE

RTS y CTS permiten a la PC y al módem parar el flujo de datos que se establece entre ellos de forma temporal. Este sistema es el más seguro y el que soporta una operación adecuada a altas velocidades.

CONTROL DE FLUJO SOFTWARE: XON/XOFF

Aquí se utilizan para el control dos caracteres especiales XON y XOFF (en vez de las líneas hardware RTS y CTS) que controlan el flujo. Cuando la PC quiere que el módem pare su envío de datos, envía XOFF. Cuando la PC quiere que el módem envíe más datos, envía XON. Los mismos caracteres utiliza el módem para controlar los envíos de la PC, este sistema no es adecuado para altas velocidades.

2.7. INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES

Espectro Electromagnético

Cuando los electrones se mueven crean ondas electromagnéticas que se pueden propagar en el espacio libre, aun en el vacío.

La cantidad de oscilaciones por segundo de una onda electromagnética es su frecuencia, f , y se mide en Hz. La distancia entre dos máximos o mínimos consecutivos se llama longitud de onda y se designa con la letra griega λ .

Al conectarse una antena apropiada a un circuito eléctrico, las ondas electromagnéticas se pueden difundir de manera eficiente y captarse por un receptor a cierta distancia. Toda la comunicación inalámbrica se basa en este principio.

En el vacío todas las ondas electromagnéticas viajan a la misma velocidad, sin importar su frecuencia. Esta velocidad, usualmente llamada velocidad de la luz, c , es aproximadamente 3×10^8 m/seg.

Las porciones de radio, microondas, infrarrojo y luz visible del espectro pueden servir para transmitir información modulando la amplitud, la frecuencia o la fase de las ondas.

Radio Transmisión

Radio, sistema de comunicación mediante ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio.

Una onda de radio queda definida por su longitud de onda (la distancia entre dos crestas consecutivas) o por su frecuencia (el número de crestas que pasan por un punto durante un segundo). Las longitudes de las ondas de radio van desde 100.000 m hasta 1 mm. Las frecuencias varían de 3 kilohercios a 300 gigahercios.

Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden viajar distancias largas y penetrar edificios sin problemas, de modo que se utilizan mucho en la comunicación, tanto de interiores como de exteriores. Las ondas de radio también son omnidireccionales, ósea viajan en todas las direcciones desde la fuente, por lo cual el transmisor y el receptor no tienen que alinearse.

Las ondas de radio se utilizan no sólo en la radiodifusión, sino también en la telegrafía inalámbrica, la transmisión por teléfono, la televisión, el radar, los sistemas de navegación y la comunicación espacial. En la atmósfera, las características físicas del aire ocasionan pequeñas variaciones en el movimiento ondulatorio, que originan errores en los sistemas de comunicación radiofónica como el radar. Además, las tormentas o las perturbaciones eléctricas pueden provocar fenómenos anormales en la propagación de las ondas de radio.

Las ondas electromagnéticas dentro de una atmósfera uniforme se desplazan en línea recta, y como la superficie terrestre es prácticamente esférica, la comunicación radiofónica a larga distancia es posible gracias a la reflexión de las ondas de radio en la ionosfera. Las ondas radiofónicas de longitud de onda inferior a unos 10 m, que reciben los nombres de frecuencias muy alta, ultraalta y superalta (VHF, UHF y SHF), no se reflejan en la ionosfera; así, en la práctica, estas ondas muy cortas sólo se pueden captar a distancia visual. Las longitudes de onda inferiores a unos pocos centímetros son absorbidas por las gotas de agua o por las nubes; las inferiores a 1,5 cm. pueden quedar absorbidas por el vapor de agua existente en la atmósfera limpia.

Los sistemas normales de radiocomunicación constan de dos componentes básicos, el transmisor y el receptor. El primero genera oscilaciones eléctricas con una frecuencia de radio denominada frecuencia portadora. Se puede amplificar la amplitud o la propia frecuencia para variar la onda portadora. Una señal modulada en amplitud se compone de la frecuencia portadora y dos bandas laterales producto de la modulación. La frecuencia modulada (FM) produce más de un par de bandas laterales para cada frecuencia de

modulación, gracias a lo cual son posibles las complejas variaciones que se emiten en forma de voz o cualquier otro sonido en la radiodifusión, y en las alteraciones de luz y oscuridad en las emisiones televisivas.

Debido a la capacidad de viajar distancias largas y la interferencia entre usuarios, los gobiernos legislan el uso de radiotransmisores.

2.7.1. Transmisor

Los componentes fundamentales de un transmisor de radio son: un generador de oscilaciones (oscilador), para convertir la corriente eléctrica común en oscilaciones de una determinada frecuencia de radio; los amplificadores, para aumentar la intensidad de dichas oscilaciones conservando la frecuencia establecida, y un transductor, para convertir la información a transmitir en un voltaje eléctrico variable y proporcional a cada valor instantáneo de la intensidad. En el caso de la transmisión de sonido, el transductor es un micrófono; para transmitir imágenes, se utiliza como transductor un dispositivo fotoeléctrico.

Otros componentes importantes de un transmisor de radio son el modulador, que aprovecha los voltajes proporcionales para controlar las variaciones en la intensidad de oscilación o la frecuencia instantánea de la portadora, y la antena, que radia una onda portadora igualmente modulada. Cada antena presenta ciertas propiedades direccionales, es decir, radia más energía en unas direcciones que en otras, pero la antena siempre se puede modificar de forma que los patrones de radiación varíen desde un rayo relativamente estrecho hasta una distribución homogénea en todas las direcciones; este último tipo de radiación se usa en la radiodifusión.

2.7.2. Receptor

Los componentes fundamentales de un receptor de radio son:

- 1) Una antena para recibir las ondas electromagnéticas y convertirlas en oscilaciones eléctricas.
- 2) Amplificadores para aumentar la intensidad de dichas oscilaciones.
- 3) Equipos para la demodulación.

- 4) Un altavoz para convertir los impulsos en ondas sonoras perceptibles por el oído humano (y en televisión, un tubo de imágenes para convertir la señal en ondas luminosas visibles).
- 5) En la mayoría de los receptores, unos osciladores para generar ondas de radiofrecuencia que puedan mezclarse con las ondas recibidas.

La señal que llega de la antena, compuesta por una oscilación de la portadora de radiofrecuencia, modulada por una señal de frecuencia audio o vídeo que contiene los impulsos, suele ser muy débil. La sensibilidad de algunos receptores de radio modernos es tan grande que con que la señal de la antena sea capaz de producir una corriente alterna de unos pocos cientos de electrones, la señal se puede detectar y amplificar hasta producir un sonido por el altavoz. La mayoría de los receptores pueden funcionar aceptablemente con una entrada de algunas millonésimas de voltio. Sin embargo, el aspecto básico en el diseño del receptor es que las señales muy débiles no se convierten en válidas simplemente amplificando, de forma indiscriminada, tanto la señal deseada como los ruidos laterales. Así, el cometido principal del diseñador consiste en garantizar la recepción prioritaria de la señal deseada.

Muchos receptores modernos de radio son de tipo superheterodino, en el que un oscilador genera una onda de radiofrecuencia que se mezcla con la onda entrante, produciendo así una onda de frecuencia menor; esta última se denomina frecuencia media. Para sintonizar el receptor a las distintas frecuencias se modifica la frecuencia de las oscilaciones, pero la media siempre permanece fija (en 455 kHz para la mayoría de los receptores de AM y en 10,7 MHz para los de FM). El oscilador se sintoniza modificando la capacidad del condensador en su circuito oscilador; el circuito de la antena se sintoniza de forma similar mediante un condensador.

En todos los receptores hay una o más etapas de amplificación de frecuencia media; además, puede haber una o más etapas de amplificación de radiofrecuencia. En la etapa de frecuencia media se suelen incluir circuitos auxiliares, como el control automático de volumen, que funciona rectificando parte de la salida de un circuito de amplificación y alimentando con ella al elemento de control del mismo circuito o de otro anterior. El detector, denominado a menudo segundo detector (el primero es el mezclador), suele ser un simple diodo que actúa de rectificador y produce una señal de frecuencia audio. Las

ondas FM se demodulan o detectan mediante circuitos que reciben el nombre de discriminadores o radiodetectores; transforman las variaciones de la frecuencia en diferentes amplitudes de la señal.

Antena: Se puede definir una antena como todo elemento físico, consistente en uno o varios conductores colocados a una cierta altura del suelo, que transmiten o captan energía electromagnética. La función de una antena es convertir la energía eléctrica que le entrega el transmisor en energía electromagnética, y captar ondas electromagnéticas y transformarlas en señales eléctricas que puedan ser procesadas en un receptor.

Se caracterizan por su diseño, el cual se realiza para buscar siempre la mayor efectividad, es decir, que radien el mayor porcentaje de energía que llegue a ella, o que capten la mayor energía posible para unas frecuencias determinadas. Todo esto se consigue cumpliendo una serie de requisitos, como son sus dimensiones, su impedancia, etc. Las características de una antena son iguales tanto en transmisión como en recepción. Por lo tanto toda antena buena en transmisión también lo será en recepción.

Tipos de ondas

Las posibles formas de propagación de la onda radiada son:

Ondas de tierra u ondas de superficie: se desplaza a nivel del suelo siguiendo la curvatura del planeta.

Ondas directas o visuales: van de la antena emisora a la receptora.

Ondas espaciales: son aquellas que superan la línea del horizonte.

Diagrama de radiación y directividad

El decibelio es una medida de ganancia o atenuación de dos señales, una de entrada y la otra de salida del sistema. Matemáticamente se define así:

$$\text{Decibelios (dB)} = 10 \log \frac{\text{potencia de salida}}{\text{potencia de entrada}}$$

Si se mide alrededor de una antena transmisora la intensidad de campo producida por la onda electromagnética radiada, uniendo todos los puntos de igual intensidad trazaremos una curva que se llama lóbulo de radiación de la antena. De este modo se tendrá el lóbulo

de radiación horizontal si las medidas fueron tomadas en el plano horizontal y el lóbulo de radiación vertical si éstas fueron tomadas en el plano vertical.

Así se puede clasificar las antenas según su directividad:

Omnidireccional: Si el lóbulo de radiación horizontal es semejante a una circunferencia con centro en la antena.

Bidireccional: Si la radiación es en dos direcciones opuestas.

Direccional (o unidireccional): Si el lóbulo de radiación está en una sola dirección. Estas últimas antenas, además del lóbulo principal tienen otros más pequeños en otras direcciones; la diferencia entre el lóbulo de radiación principal y el de dirección opuesta nos da la relación delante-detrás, frente/espalda (Front-to-Back: F/B) o eficacia directiva de la antena.

Resonancia

Para que una antena tenga un buen rendimiento, tiene que resonar en la frecuencia de trabajo (es decir, tener cancelada la componente reactiva). Cuando esto ocurre, para una misma potencia disponible en el transmisor circulará una corriente mayor. A lo largo de la antena se establecen vientres y nodos de intensidad y de tensión. La resonancia se logra si en el punto de alimentación el cociente de la tensión entre la corriente es resistivo.

Para el caso de una antena aislada de tierra, la medida de resonancia será igual a media longitud de onda y sus múltiplos (ya que en los extremos de la antena sólo pueden existir nodos de intensidad, o sea intensidad nula). Si se utiliza una antena vertical conectada a tierra por un extremo, ésta resonará cuando tenga una longitud de un cuarto de onda o un múltiplo impar de ella (tiene un nodo de corriente en un extremo y un nodo de tensión a la altura de la toma de tierra).

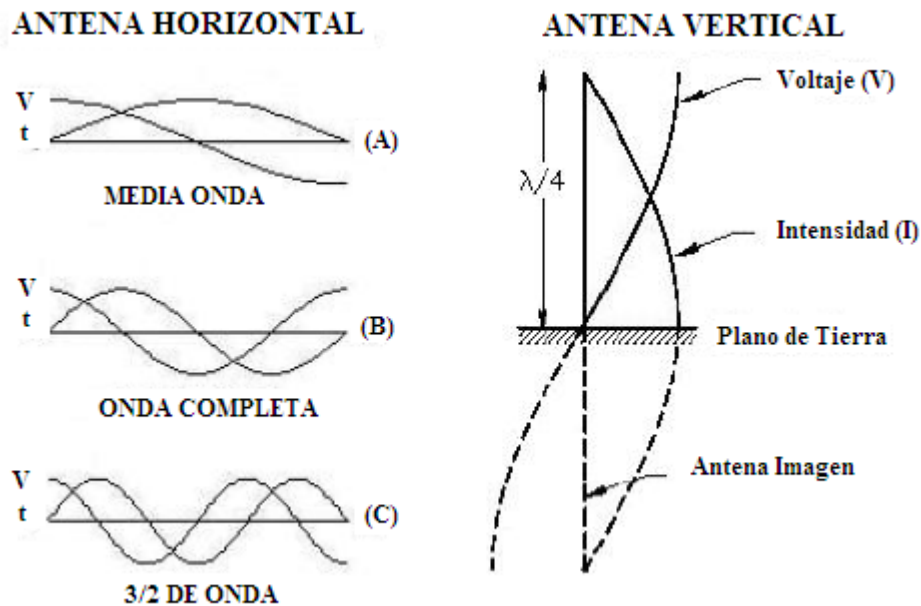


Figura 2.17. Antenas horizontal y vertical.

La longitud eléctrica de una onda de radiofrecuencia está relacionada con la velocidad de propagación de las ondas en el espacio y con su frecuencia.

$$l = \frac{c}{f}$$

La longitud física de una antena siempre será menor que su longitud eléctrica a causa de objetos próximos, de la relación longitud/diámetro y del efecto de los aisladores en las puntas de la antena.

Por lo tanto habrá que aplicar ciertos factores de corrección a las fórmulas de cálculo.

Otros parámetros

Impedancia: Es la relación que existe en un punto de la antena entre la tensión y la intensidad. Si la antena está en resonancia a una frecuencia determinada y se la alimenta, entonces su impedancia coincide con la resistencia de radiación. En el punto de alimentación se tendrá un máximo de corriente creada por la potencia entregada, la cual será disipada por la antena.

Se puede calcular la impedancia de la antena utilizando la fórmula de Joule:

$$Z = \frac{P}{I^2} : Z=\text{impedancia, } P=\text{potencia, } I=\text{intensidad.}$$

Esto es válido si y sólo si la antena está alimentada en un punto de máxima intensidad.

La relación longitud/diámetro de la antena tiene influencia en su impedancia.

Anchura de banda: Se denominará así a la gama de frecuencias en que puede funcionar una antena sin sobrepasar el límite prefijado de ondas estacionarias en la línea de alimentación.

La ganancia y la impedancia de una antena limitan normalmente el margen de funcionamiento a la región de frecuencias de HF, mientras que el cambio de características limita el margen de las de VHF.

Polarización: Se define la polarización como el vector del campo eléctrico de la onda electromagnética. Para antenas rectilíneas coincide con el eje de la antena, por lo que será siempre lineal. Otros tipos son la polarización circular y la elíptica que a la vez puedan ser a derechas o a izquierdas, según el sentido de giro del campo eléctrico. Si la polarización de la onda que se quiere recibir no coincide con la de la antena receptora, habrá pérdidas.

Ángulo de radiación: Se denomina así al ángulo que forma el eje de su lóbulo de radiación principal con el horizonte.

Éste se mide en el plano vertical y viene determinado por el diagrama de radiación de la antena, por la altura de la antena respecto al suelo y por la naturaleza del mismo. Tiene gran importancia para lograr mayores distancias de salto, por ejemplo si se utiliza una antena para HF situada cerca del suelo en relación con la longitud de onda, el suelo afectará al ángulo de radiación, ya que parte de la energía radiada por las antenas es reflejada por el suelo y devuelta al espacio.

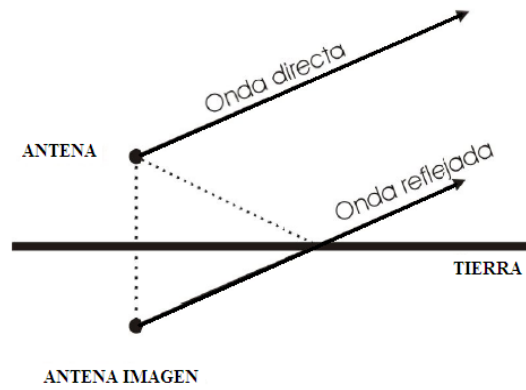


Figura 2.18. Ángulo de radiación.

Antenas Prácticas

- Dipolo

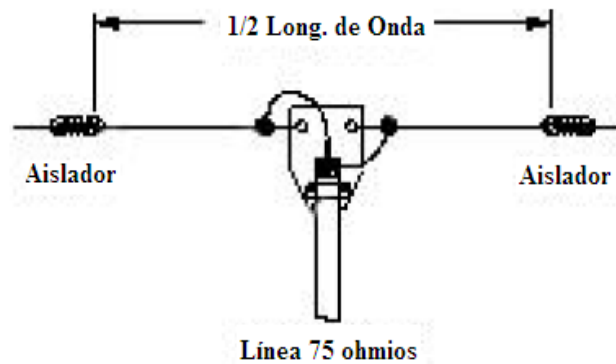


Figura 2.19. Dipolo.

- Antenas Yagi

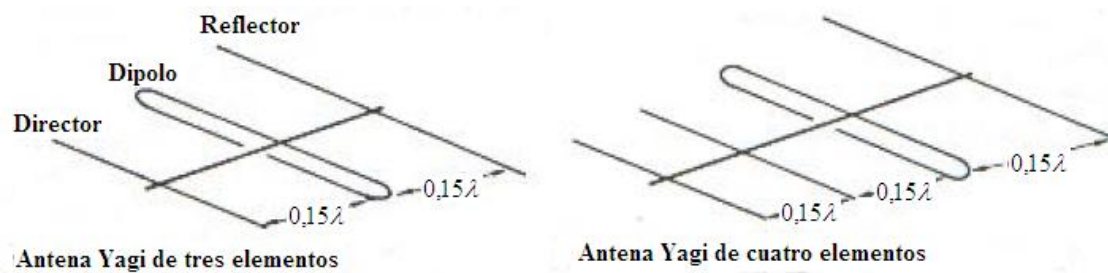


Figura 2.20. Antenas Yagi.

2.7.3. Redes de Radio Frecuencia

Para las Redes Inalámbricas de Radio Frecuencia, la FCC (Federal Communication Commission/Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos) permitió la operación sin licencia para dispositivos que utilizan 1 vatio de energía o menos, en tres bandas de frecuencia: 902 a 928 MHz, 2,400 a 2,483.5 MHz y 5,725 a 5,850 MHz. Estas

bandas de frecuencia, llamadas Bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical/Bandas de Aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas), estaban anteriormente limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales. Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada **spread-spectrum modulation (espectro disperso)**, la cual tiene potencia de transmisión máxima de 1 vatio deberá ser utilizada en la banda ISM. Esta técnica ha sido utilizada en aplicaciones militares. La idea es tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia. Así, la densidad promedio de energía es menor en el espectro equivalente de la señal original. En aplicaciones militares el objetivo es reducir la densidad de energía abajo del nivel de ruido ambiental de tal manera que la señal no sea detectable. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia. Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente:

- La secuencia directa (DSSS Direct Sequence Spread Spectrum/Secuencia Directa del Espectro Disperso): En este método el flujo de bits de entrada se multiplica por una señal de frecuencia mayor, basada en una función de propagación determinada. El flujo de datos original puede ser entonces recobrado en el extremo receptor correlacionándolo con la función de propagación conocida. Este método requiere un procesador de señal digital para correlacionar la señal de entrada.
- El salto de frecuencia (FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum/Salto de Frecuencia del Espectro Disperso): Este método es una técnica en la cual los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y en la misma frecuencia predeterminada. Como en el método de secuencia directa, los datos deben ser reconstruidos en base del patrón de salto de frecuencia. Este método es viable para las redes inalámbricas, pero la asignación actual de las bandas ISM no es adecuada, debido a la competencia con otros dispositivos, como por ejemplo las bandas de 2.4 y 5.8 MHz que son utilizadas por hornos de Microondas.

2.7.3.1. El Uso del Espacio, del Tiempo y del Espectro en Redes de Radio Frecuencia ⁵

El método de acceso, tal como la modulación de radio y el ancho de banda disponible,

⁵ Fuente de información: www.cybercursos.net, Redes Inalámbricas.

es importante para determinar la eficiencia y la capacidad de un sistema de radio. Los factores que permiten optimizar la capacidad de comunicación dentro de una área geográfica y del espectro de ancho de banda, son considerados más importantes que la forma de como son implementadas. Los diseñadores de sistemas únicamente pueden definir la utilización del espacio y del tiempo, y una aproximación de la eficiencia de la tecnología de transmisión por radio.

Los diseños de alta eficiencia han sido evitados en sistemas de radio y redes porque su utilización no es muy obvia en cuanto a rapidez y conveniencia. Uno de los aspectos más importantes de la eficiencia del tiempo es la asignación de frecuencia consolidada y el tráfico de cargas de usuarios no relacionados entre si. Por lo menos, el punto alto y el promedio de circulación de cada grupo deben de tener diferentes patrones; esto es muy difícil porque los canales incompatibles pueden ser vistos como viables, aunque su capacidad sea insuficiente para las necesidades máximas.

Independientemente del rango, un conjunto de enlaces puede únicamente dar servicio a una fracción del área total. Para una cobertura total del área, se debe de usar canales independientes, derivados por frecuencia, código o tiempo. No es fácil minimizar el número de canales independientes o conjunto de enlaces para una cobertura total. Mientras la distancia incrementa, se origina que la señal de radio disminuya, debido a la curvatura de la Tierra o a obstáculos físicos naturales existentes.

Este diseño es muy utilizado en interferencia limitada. Existe una trayectoria normal cuando en el nivel de transferencia, de estaciones simultáneamente activas, no preveen la transferencia actual de datos. Para este tipo de diseño, los siguientes factores son importantes:

- 1.- Es necesaria una relación señal-interferencia, para una comunicación correcta.
- 2.- Se requiere de un margen expresado en estadísticas para generar esta relación, aún en niveles de señal variables
- 3.- La posición de las antenas que realizan la transmisión. La cual puede ser limitada por las estaciones y perfectamente controlada por puntos de acceso fijos.
- 4.- La función de la distancia para el nivel de la señal. Esta dada por el valor promedio de la señal, considerando las diferencias en la altura de la antena de la terminal y

los impedimentos naturales en la trayectoria.

Factor de Reuso

El número del conjunto de canales requeridos es comúnmente llamado “Factor de Reuso” o “Valor N”, para el sistema de planos celulares. El sistema de planos celulares original, contempla 7 grupos de canales de comunicación y 21 grupos de canales de configuración basados en una estructura celular hexagonal. (Un patrón de un hexágono con 6 hexágonos alrededor, da el valor de 7, y un segundo anillo de 14 da el valor de 21).

Estos valores fueron calculados asumiendo la Modulación de Indexamiento 2 FM, previendo un valor de captura de cerca de 12 dB y un margen de cerca de 6 dB. En los sistemas digitales el factor de Reuso es de 3 ó 4, ofreciendo menor captura y menor margen.

Factor de Distancia

El promedio de inclinación de curva es reconocido por tener un exponente correspondiente a 35-40 dB/Decena para una extensión lejana y de propagación no óptica. Para distancias cortas el exponente es más cerca al espacio libre o 20 dB/Decena. El aislamiento de estaciones simultáneamente activas con antenas omnidireccionales pueden requerir factores de Reuso de 49 o más en espacio libre. La distancia de aislamiento trabaja muy bien con altos porcentajes de atenuación media. Dependiendo de lo disperso del ambiente, la distancia de aislamiento en sistemas pequeños resulta ser en algunos casos la interferencia inesperada y por lo tanto una menor cobertura.

Puntos de Acceso

La infraestructura de un punto de acceso es simple: “Guardar y Repetir”, son dispositivos que validan y retransmiten los mensajes recibidos. Estos dispositivos pueden colocarse en un punto en el cual puedan abarcar toda el área donde se encuentren las estaciones. Las características a considerar son:

- 1.- La antena del repetidor debe de estar a la altura del techo, esto producirá una mejor cobertura que si la antena estuviera a la altura de la mesa.
- 2.- La antena receptora debe de ser más compleja que la repetidora, así aunque la señal de la transmisión sea baja, ésta podrá ser recibida correctamente.

Un punto de acceso compartido es un repetidor, al cual se le agrega la capacidad de seleccionar diferentes puntos de acceso para la retransmisión. (esto no es posible en un sistema de estación-a-estación, en el cual no se aprovecharía el espectro y la eficiencia de poder, de un sistema basado en puntos de acceso).

La diferencia entre el techo y la mesa para algunas de las antenas puede ser considerable cuando existe en esta trayectoria un obstáculo o una obstrucción. En dos antenas iguales, el rango de una antena alta es $2x-4x$, más que las antenas bajas, pero el nivel de interferencia es igual, por esto es posible proyectar un sistema basado en coberturas de punto de acceso, ignorando estaciones que no tengan rutas de propagación bien definidas entre si.

Los ángulos para que una antena de patrón vertical incremente su poder direccional de 1 a 6 están entre los 0° y los 30° bajo el nivel horizontal, y cuando el punto de acceso sea colocado en una esquina, su poder se podrá incrementar de 1 a 4 en su cobertura cuadrada. El patrón horizontal se puede incrementar de 1 hasta 24 dependiendo del medio en que se propague la onda. En una estación, con antena no dirigida, el poder total de dirección no puede ser mucho mayor de 2 a 1 que en la de patrón vertical. Aparte de la distancia y la altura, el punto de acceso tiene una ventaja de hasta 10 dB en la recepción de transmisión de una estación sobre otra estación.

Estos 10 dB son considerados como una reducción en la transmisión de una estación, al momento de proyectar un sistema de estación-a-estación.

Aislamiento en Sistemas Vecinos

Con un proyecto basado en Puntos de Acceso, la cobertura de cada punto de acceso es definible y puede ser instalado para que las paredes sean una ayuda en lugar de un obstáculo. Las estaciones están recibiendo o transmitiendo activamente muy poco tiempo y una fracción de las estaciones asociadas, con un punto de acceso, están al final de una área de servicio; entonces el potencial de interferencia entre estaciones es mínimo comparado con las fallas en otros mecanismos de transmisión de gran escala. De lo anterior se puede definir que tendremos dos beneficios del punto de acceso:

- 1.- El tamaño del grupo de Reuso puede ser pequeño (4 es el valor usado y 2 es el deseado).
- 2.- La operación asíncrona de grupos de Reuso contiguos puede ser poca perdida, permitiendo así que el uso del tiempo de cada punto de acceso sea aprovechado totalmente.

Estos detalles incrementan materialmente el uso del tiempo.

Modulación de Radio

El espectro disponible es de 40 MHz, según el resultado de APPLE y 802.11 la frecuencia es “Desvanecida” cuando en una segunda o tercera trayectoria, es incrementada o decrementada la amplitud de la señal. La distribución de probabilidad de este tipo de “Desvanecimientos” se le denomina “rayleigh”. El desvanecimiento rayleigh es el factor que reduce la eficiencia de uso del espectro con pocos canales de ancho de banda.

Si es usada la señal de espectro expandido, la cual es 1 bit/símbolo, la segunda o tercera trayectoria van a causar un “Desvanecimiento” si la diferencia de la trayectoria es más pequeña que la mitad del intervalo del símbolo. Por ejemplo, una señal a 10 Mbps, necesita de 0.1 μ seg. de tiempo para propagar la señal a 30 m. Diferencias en distancias mayores de 5 m. causan mayor interferencia entre símbolos que el causado por el “Desvanecimiento”. Si el símbolo es dividido en 7 bits, el mecanismo ahora se aplicara a una séptima parte de 30 m. (o sea, 4 metros aproximadamente), una distancia en la trayectoria mayor de 4 metros no es causa de “Desvanecimiento” o de interferencia entre símbolos.

El promedio de bits debe de ser constante, en el espacio localizado en el espectro y el tipo de modulación seleccionado. El uso de ciertos símbolos codificados, proporcionaran una mejor resolución a la longitud de trayectoria.

Un espectro expandido de 1 símbolo y cada símbolo con una longitud de 7,11,13,...,31 bits, permitirá una velocidad de 10 a 2 Mbps promedio. El código ortogonal permite incrementar los bits por símbolo, si son 8 códigos ortogonales en 31 partes y si se incluye la polaridad, entonces es posible enviar 4 partes por símbolo para incrementar la utilización del espacio.

La canalización y señalización son métodos que compiten entre sí por el uso de códigos en el espacio del espectro expandido. Algunos de los códigos de espacio pueden ser usados por la canalización para eliminar problemas de superposición.

El espectro expandido puede proporcionar una reducción del “Desvanecimiento” rayleigh, y una disminución en la interferencia a la señal para que el mensaje sea transmitido satisfactoriamente, lo cual significa que se reduce el factor de reuso.

Para una comunicación directa entre estaciones de un grupo, cuando no existe la infraestructura, una frecuencia común debe ser alternada para transmisión y recepción. La activación, en la transmisión no controlada, por grupos independientes dentro de una área con infraestructura definida, puede reducir substancialmente la capacidad de organización del sistema.

Eficiencia del Tiempo

El tiempo es importante para poder maximizar el servicio, al momento de diseñar la frecuencia en el espacio. El uso del tiempo está determinado por los protocolos y por los métodos de acceso que regularmente usen los canales de transmisión de la estación.

Las características del método de acceso para que se considere que tiene un tiempo eficiente, pueden estar limitadas por los métodos que sean utilizados. Algunas de estas características son:

- 1.- Después de completar una transmisión/ recepción, la comunicación debe de estar disponible para su siguiente uso.
 - a.- No debe de haber tiempos fijos entre la transmisión-recepción.
 - b.- Rellenar la longitud de un mensaje para complementar el espacio, es desperdiciarlo.
- 2.- La densidad de distribución geográfica y tiempo irregular de la demanda del tráfico deben ser conocidas.
 - a.- Un factor de Reuso, es más eficiente por un uso secuencial del tiempo que por una división geográfica del área.
 - b.- Para la comunicación en una área, se debe de considerar la posibilidad de que en áreas cercanas existan otras comunicaciones.

- c.- La dirección del tráfico desde y hacia la estación no es igual, el uso de un canal simple de transmisión y recepción da una ventaja en el uso del tiempo.
- 3.- Para tráfico abundante, se debe de tener una “lista de espera” en la que se manejen por prioridades: “El primero en llegar, es el primero en salir”, además de poder modificar las prioridades.
 - 4.- Establecer funciones para usar todo el ancho de banda del canal de comunicación, para que el tiempo que exista entre el comienzo de la transmisión y la disponibilidad de la comunicación, sea lo más corto posible.
 - 5.- El uso de un “saludo inicial” minimiza tiempos perdidos, en el caso de que los paquetes transferidos no lleguen correctamente; cuando los paquetes traen consigo una descripción del servicio que requieren, hacen posible que se mejore su organización.
 - 6.- La conexión para mensajes debe ser más eficiente que la selección, particularmente al primer intento, sin embargo la selección puede ser eficiente en un segundo intento cuando la lista de las estaciones a seleccionar sea corta.

Para transacciones de tipo asíncrona, es deseable completar la transacción inicial antes de comenzar la siguiente. Deben completarse en el menor tiempo posible. El tiempo requerido para una transacción de gran tamaño es un parámetro importante para el sistema, que afecta la capacidad del administrador de control para encontrar tiempos reservados con retardos, como hay un tiempo fijo permitido para la propagación, el siguiente paso debe comenzar cuando termina el actual. El control del tráfico de datos en ambas direcciones, se realiza en el administrador de control.

Límite de la Longitud del Paquete y su Tiempo

Cuando el paquete es más pequeño, la proporción del tiempo usado al acceder el canal, es mayor, aunque la carga pueda ser pequeña para algunas funciones, la transferencia y descarga de archivos son mejor administrados cuando la longitud del paquete es de buen tamaño, para minimizar el tiempo de transferencia.

En paquetes grandes, se incrementa la posibilidad de que el paquete tenga errores en el envío, en sistemas de radio el tamaño aproximado ideal es de 512 octetos o menos, un paquete con una longitud de 100-600 octetos puede permitir la salida oportuna de

respuestas y datagramas prioritarios junto con los datagramas normales.

Es necesario de proveer formas para dividir los paquetes en segmentos dentro de las redes inalámbricas. Para un protocolo propuesto, el promedio de mensajes transferidos, es mayor para el tráfico originado por el “saludo inicial”, que el originado por el punto de acceso. En este promedio se incluyen campos de dirección de red y otras funciones que son agregadas por el protocolo usado y no por el sistema de radio.

El mensaje más largo permitido para superar un retardo de acceso de 1.8. μ seg. y un factor de Reuso de 4, utiliza menos de 600 μ seg. Un mensaje de 600 octetos utiliza 400 μ seg. a una velocidad de transmisión de 12 Mbps, los 200 μ seg. que sobran pueden ser usados para solicitar requerimiento pendientes. El tiempo marcado para un grupo de Reuso de 4 puede ser de 2,400 μ seg. Este tiempo total puede ser uniforme, entre grupos comunes y juntos, con 4 puntos de acceso. sin embargo la repartición del tiempo entre ellos será según la demanda.

Las computadoras necesitan varios anchos de banda dependiendo del servicio a utilizar, transmisiones de datos, de vídeo y voz de voz, etc. La opción es, si:

- 1.- El medio físico puede multiplexar de tal manera que un paquete sea un conjunto de servicios.
- 2.- El tiempo y prioridad es reservado para el paquete y los paquetes relacionados con el, la parte alta de la capa MAC es multiplexada.

La capacidad de compartir el tiempo de estos dos tipos de servicios ha incrementado la ventaja de optimizar la frecuencia en el espacio y los requerimientos para armar un sistema.

2.8. COMUNICACIÓN UHF (Frecuencia Ultraelevada 300-3000 MHz)

Las redes basadas en equipos de radio UHF precisan para su instalación y uso una licencia administrativa. Tienen la ventaja de que la señal de radio que transporta la información no es interrumpida por la presencia de cuerpos opacos, pudiendo salvar obstáculos físicos gracias a su cualidad de difracción.

Las frecuencias de esta banda son usadas comúnmente en comunicaciones vía satélite. En los sistemas satelitales la propagación es a través de la ionósfera y la polarización de la señal que puede cambiar de acuerdo al efecto combinado del campo magnético de la tierra y la concentración de iones libres. Es necesario para estas comunicaciones tener líneas de vista y se utiliza el modelo del espacio libre o modelo de Friis.

Cabe mencionar que, las frecuencias que abarca esta banda son demasiado altas para la propagación ionosférica, por lo que la propagación tiene lugar vía directa o por componentes de las ondas reflejadas de tierra de las ondas de espacio. En esta banda las antenas son relativamente pequeñas en tamaño físico, de unos cuantos centímetros.

Por tanto, el principal uso de estas frecuencias son para televisión, teléfonos celulares, radares, enlaces de microondas, comunicaciones satelitales y en la actualidad con gran auge los sistemas de comunicaciones personales.

Es importante resaltar la importancia del estudio de la propagación de la radio frecuencia en este rango de frecuencias debido a sus aplicaciones, como lo son las comunicaciones personales y la telefonía celular que actualmente está creciendo aceleradamente.

FRECUENCIA	DENOMINACIÓN	ABREVIATURA	LONG. DE ONDA
3-30 kHz	Frecuencia muy baja	VLF	100.000-10.000 m
30-300 kHz	Frecuencia baja	LF	10.000-1.000 m
300-3.000 kHz	Frecuencia media	MF	1.000-100 m
3-30 MHz	Frecuencia alta (onda corta)	HF	100-10 m
30-300 MHz	Frecuencia muy alta	VHF	10-1 m
300-3000 MHz	Frecuencia ultraelevada	UHF	1 m-10 cm
3-30 GHz	Frecuencia superelevada	SHF	10-1 cm
30-300 GHz	Frecuencia extremadamente alta	EHF	1 cm-1 mm
* kHz = kilohercio, o 1.000 Hz; MHz = megahercio, o 1.000 kHz; GHz = gigahercio, o 1.000 MHz.			

Tabla 2.4. Radiofrecuencia y longitudes de onda.

CAPÍTULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL

3.1. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL

Al implementar un sistema de alarma se debe tomar en cuenta que la seguridad va directamente relacionada con la confiabilidad y eficiencia del mismo.

El funcionamiento del sistema de alarma local se basa en el procesamiento de señales provenientes de sensores y/o pulsadores, para emitir otro conjunto de señales que activan dispositivos que indican un estado de alarma. El procesamiento de estas señales se lo hace con el uso del PIC16F877 que es el cerebro del panel de control local.

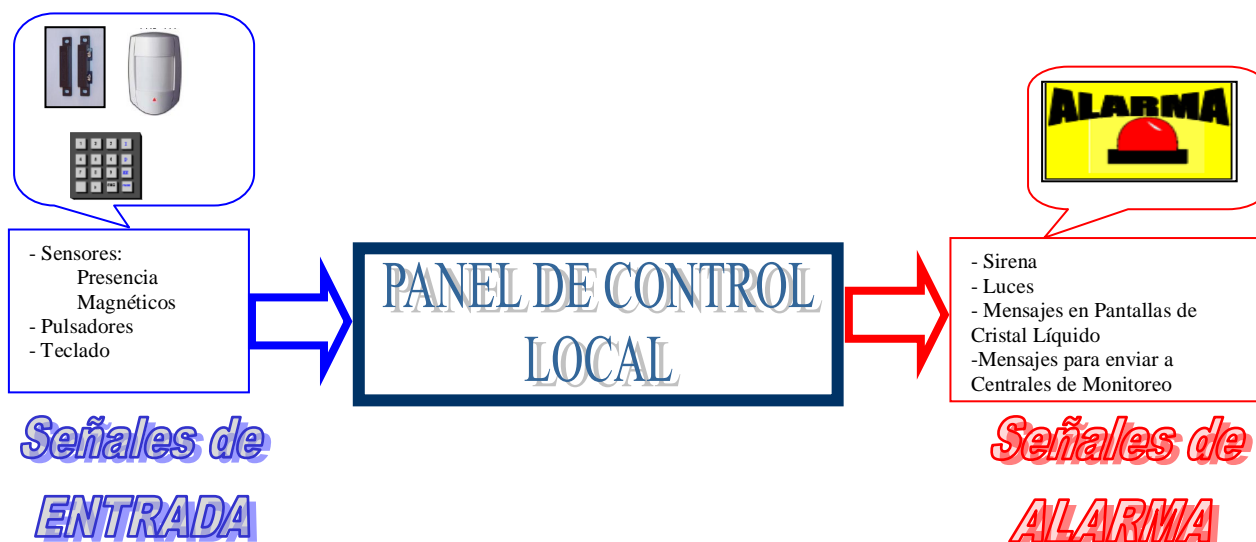


Figura 3.1. Diagrama explicativo del funcionamiento del Sistema de Alarma Local.

Las señales de entrada cambian su estado frente a eventos de seguridad establecidos, siendo éstos: robo, incendio, pánico y/o emergencia especial; donde este

cambio de estado es validado para emitir señales de aviso: encendido de leds, sirena, mensajes de alarma en pantallas de cristal líquido, mensajes enviados a la central de monitoreo.

El Sistema de Alarma Local cuenta con dos claves, una maestra y otra de usuario que manejan el modo avanzado y normal de funcionamiento, respectivamente.

3.2. DESARROLLO DEL SISTEMA DE ALARMA LOCAL

3.2.1. Diseño del Hardware

En la figura 3.2 se muestran los bloques que conforman el sistema local.

ETAPA DE SENSADO: Está formada por todos los dispositivos de sensado, los cuales envían señales al Panel de Control Local. (Figura 3.2)

INTERFASE USUARIO-SISTEMA DE ALARMA LOCAL: Es un puente de comunicación entre el usuario y el Panel de Control Local; interviene en la programación del sistema de alarma local y sirve para informar el estado de la alarma. (Figura 3.2)

INTERFASE SISTEMA DE ALARMA LOCAL-RADIO MÓDEM ESCLAVO: Es el modo de transmisión de mensajes para el monitoreo de la estación central, sigue el protocolo serial RS-232C, y maneja la configuración de módem nulo. (Figura 3.2)

PANEL DE CONTROL LOCAL: Procesa las señales provenientes de la etapa de sensado, para enviar señales a la interfase usuario-sistema de alarma local. (Figura 3.2)

SUMINISTRO DE ENERGÍA: La fuente de energía que alimenta normalmente el sistema de alarma local es la red de energía pública, y frente a fallas en ésta, se tiene un sistema de respaldo de energía compuesto principalmente por una batería recargable. (Figura 3.2)

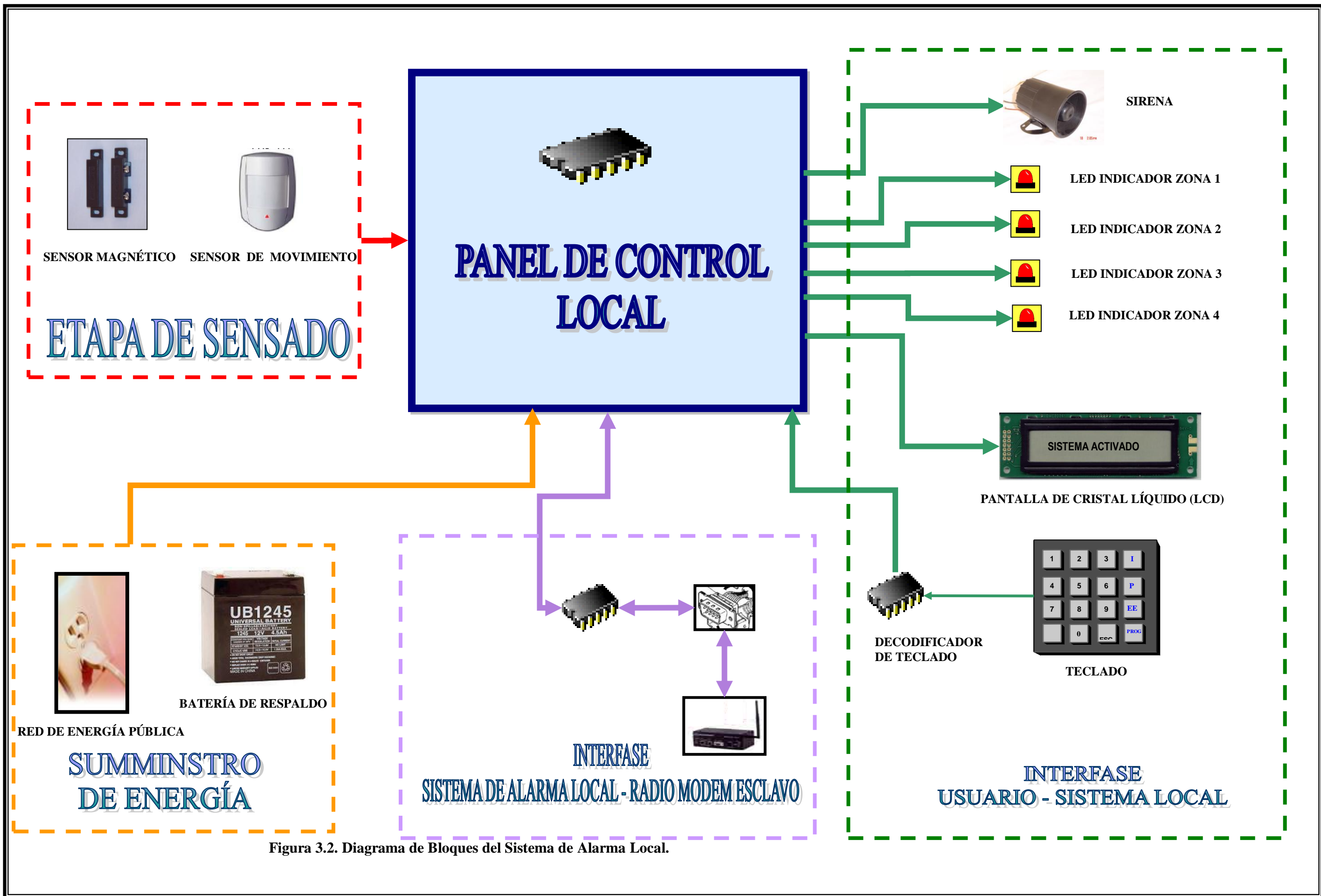


Figura 3.2. Diagrama de Bloques del Sistema de Alarma Local.

3.2.1.1. Etapa de Sensado

Esta etapa está conformada por sensores que son los componentes básicos del sistema local de seguridad. Son los iniciadores de la alarma y su función es vigilar un área determinada, para transmitir una señal al panel de control local, que cambia de estado al detectar una situación de alarma.

Un sistema de alarma básico utiliza sensores de contactos magnéticos y sensores de presencia.

Sensores de Contactos Magnéticos

Se utiliza para detectar la apertura de puertas, ventanas y desplazamientos de objetos portátiles, instalándose la pieza que contiene los contactos en la parte fija y el imán en la móvil.

Su principal ventaja es su simplicidad de instalación, su bajo costo y bajo nivel de falsas alarmas. Presenta, no obstante, el inconveniente de que podría producirse la intrusión a través de la zona protegida, puerta o ventana, sin necesidad de abrirla, por ejemplo a través de ella.

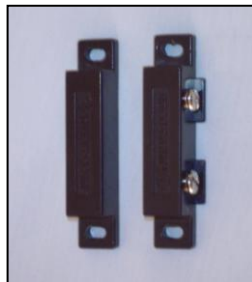


Figura 3.3. Sensor magnético.

Sensores de Movimiento



Figura 3.4. Sensor de movimiento Bravo 3 PIR.

Los detectores de movimiento, tienen que brindar un alto nivel de detección y prevención de falsas alarmas. El panel de control local cuenta con compatibilidad para sensores con salida de contactos de relé.

El circuito de los sensores de movimiento efectúa la conversión directa de las señales analógicas a digitales del detector infrarrojo usando un potente chip de alta velocidad basado en microprocesador.

Los sensores utilizados para las pruebas cuentan con detección digital de movimiento que convierte, amplifica y procesa la señal de bajo nivel del sensor digitalmente sin ninguna circuitería analógica (sin saturación, sin pérdida de datos y sin interferencia). Esta tecnología exclusiva brinda mayor exactitud, fiabilidad y una inmunidad superior a las falsas alarmas.

El Procesamiento Automático de Señales de Pulso transforma la energía de la señal en una salida de pulso para determinar si la progresión de la presencia detectada corresponde a una condición de alarma. La energía de las señales es medida y almacenada en memoria hasta que un nivel mínimo sea alcanzado. El procesador rechaza entonces las señales que no reúnen las especificaciones establecidas para generar una alarma.

3.2.1.2. Interfase Usuario-Sistema Local

Tanto el teclado como el LCD, son muy importantes ya que juntos permiten la configuración de las entradas de los sensores y programación de los modos de funcionamiento de la alarma.

Teclado

Cumple con las siguientes funciones:

- Ayuda a la programación del funcionamiento de la alarma junto con el LCD.
- Ayuda en la configuración de las entradas de sensores.
- Tiene tres botones de alarma permanente (INCENDIO, PANICO Y EMERGENCIA ESPECIAL).

Como se puede observar en la figura 3.5 el teclado tiene 8 pines de identificación, que son decodificados por medio del circuito integrado 74C922, el mismo que tiene como salidas un bus de datos de 4 pines; presenta valores binarios de acuerdo a la tecla presionada.

El pin OSCILATOR cambia su estado al detectar presionada una tecla. Los pines X1 a X4 y Y1 a Y4 del decodificador de teclado, corresponden a los pines de identificación de tecla.

Tanto el bus de datos DO0-DO3 como el pin OSC, son entradas del Panel de Control Local, este, a su vez, los usa como entradas para el microcontrolador 16F877.

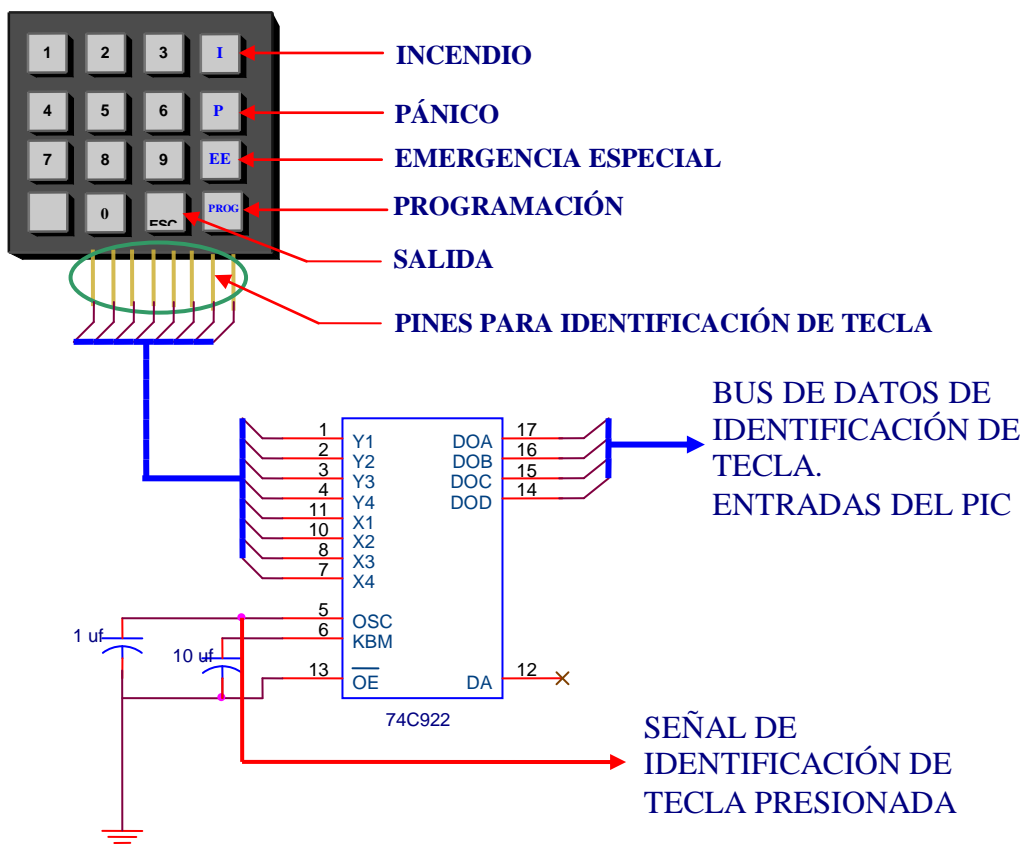


Figura 3.5. Decodificación de los pines del teclado.

Pantalla de Cristal Líquido

El LCD (Liquid Crystal Display) o Pantalla de Cristal Líquido puede enviar comandos para controlar la presentación. Para todo esto tiene dos buses, uno de datos (D0-D7) y otro de control (E, R/W y RS), que se comportan de la siguiente manera:

BUS DE CONTROL

- E (ENABLE): Señal de captura, tanto para lectura como escritura.
- R/W (READ/WRITE): Indica el sentido de los datos: "1" para lectura y "0" para escritura.
- RS (REGISTER SELECT): A "1" indica que se envía o recibe un carácter y a "0" que se envía un comando.

BUS DE DATOS

- Si RS=0: contiene el comando a ejecutar (borrar pantalla, poner el cursor al principio, avanzar una posición, mover el cursor, autoincremento de la posición de memoria, etc.).
- Si RS=1: El bus de datos contiene el código ASCII del carácter que se quiere leer o escribir en el LCD.

El Algoritmo para la escritura en un LCD es el siguiente:

1. La señal E se encuentra siempre a 0 antes de realizar cualquier operación.
2. Poner RS=1 y R/W=0.
3. Situar el dato a imprimir en el bus de datos del LCD.
4. E=1.
5. E=0.
6. El carácter ha sido mostrado en el LCD.

El LCD, dentro del sistema local, muestra mensajes para:

- Configuración de las entradas de los sensores.
- Programación de los modos de funcionamiento.
- Indicar estado de la alarma.

Su función dentro del sistema de alarma local, es la de imprimir mensajes, razón por la cual el pin R/W siempre está conectado a tierra.

El control del contraste se lo hace por medio de un potenciómetro conectado al pin VCC del LCD, como se muestra en la figura 3.6.

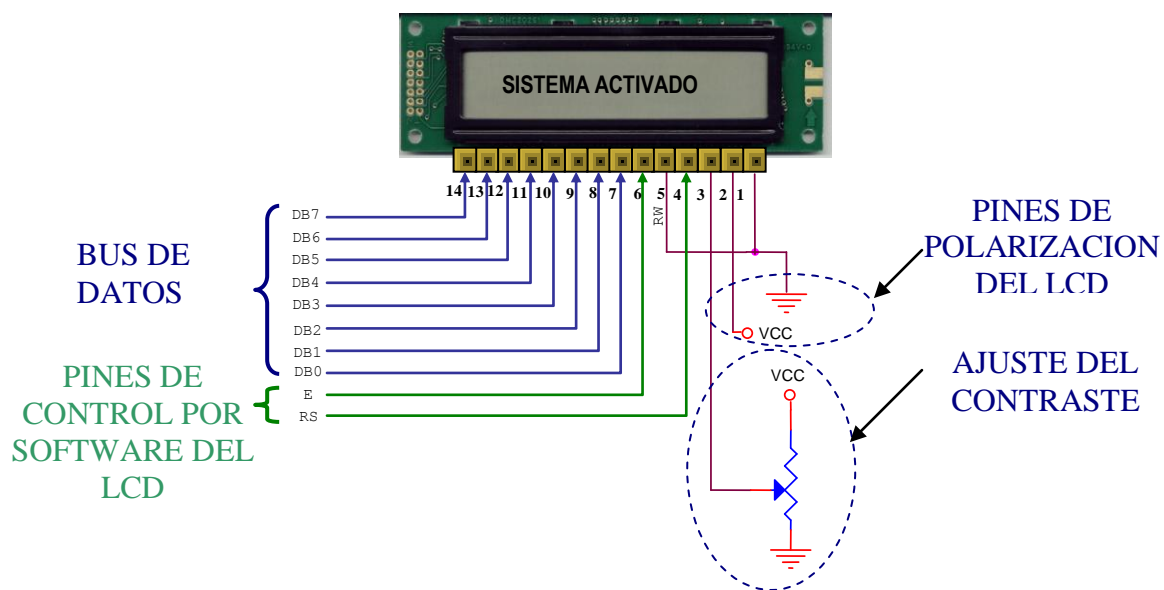


Figura 3.6. Configuración del LCD.

Leds Indicadores de Zona



Figura 3.7. Leds utilizados.

El sistema local cuenta con cuatro leds para identificar la zona en la edificación donde se detecte una anomalía.

Sirena

Para la identificación audible de una alarma se utiliza una sirena que recibe una señal de activación del panel de control local,

PIC 16F877			SIRENA		
V_{OH}	3.8	V	V_L	12	V
V_{OL}	0.6				
I_{OH}	3	MA	I_L	1.7	A
I_{OL}	8.5				

específicamente del microcontrolador.

Para controlar la sirena con un pin del microcontrolador se lo hace a través de un optoacoplador y un transistor Darlington, para lo que se necesita identificar las características eléctricas de estos componentes, las mismas que se muestran en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3.

Tabla 3.1. Características eléctricas del PIC 16F877 y de la SIRENA.

En la selección de los componentes hay que evaluar las condiciones extremas de funcionamiento, para lo cual primero es necesario definir un parámetro de acoplamiento óptico, que relaciona la corriente en el PIC con la de la carga:

$$I_C = \beta \cdot I_D$$

Donde:

I_C : Corriente en la carga

β : Parámetro de acoplamiento óptico

I_D : Corriente en el PIC

El circuito para controlar la carga por medio de una señal de 5V se muestra en la figura 3.8.

Donde es necesario dimensionar el valor de R_D para lo cual se toma en cuenta las siguientes condiciones:

$$\beta_{TOTAL} = \beta_{4N25} \cdot \beta_{TIP122} = 200$$

$$I_{C \max} > 1.7 \text{ A}$$

$$V_{CE \max} > 12 \text{ V}$$

$$V_{CC1} = 5 \text{ V}$$

$$V_{CC2} = 12 \text{ V}$$

Los dispositivos elegidos son el optoacoplador 4N25 y el TBJ-NPN TIP 122. Las características principales de estos componentes se presentan en las tablas 3.2. y 3.3.

OPTO-ACOPLADOR (4N25)		
$P_{D \max}$	250	MW
$V_{CE \max}$	30	V
$V_{CE \text{ saturación}}$	0.5	
$I_{C \max}$	150	MA
$V_D \max$	1.5	V
$I_{D \min}$	5	Ma

β_{MIN}	20	%
---------------	----	---

Tabla 3.2. Características eléctricas del opto-acoplador 4N25.

TBJ DARLINGTON-NPN TIP122		
$P_{D\ max}$	2	W
$V_{BE\ on}$	2.5	V
$V_{CE\ max}$	100	
$V_{CE\ saturación}$	2	
$I_{C\ max}$	5	A
β_{MIN}	1000	-

Tabla 3.3. Características eléctricas del TBJ DARLINGTON-NPN TIP122.

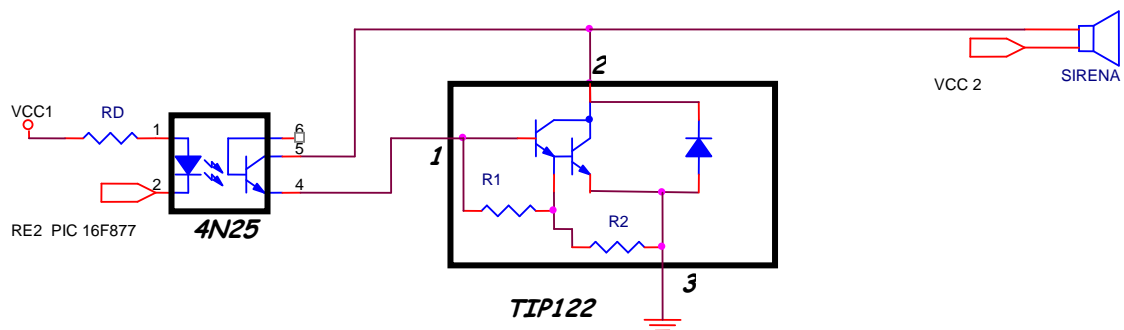


Figura 3.8. Circuito de control de la sirena.

Del circuito de la figura 3.8 tenemos la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 V_{CC1} &= I_D \cdot R_D + V_D + V_{OL} \\
 I_{D \min} &< I_D < I_{OL} \\
 R_{D \min} &= \frac{V_{CC1} - (V_D + V_{OL})}{I_{OL}} \\
 R_{D \min} &= \frac{5 - (1.5 + 0.6)}{8.5 \times 10^{-3}} \\
 R_{D \min} &= 341.176 \Omega \\
 R_{D \max} &= \frac{V_{CC1} - (V_D + V_{OL})}{I_{D \min}} \\
 R_{D \max} &= \frac{5 - (1.5 + 0.6)}{5 \times 10^{-3}} \\
 R_{D \max} &= 580 \Omega
 \end{aligned}$$

Para el funcionamiento del transistor en saturación, se busca que la corriente sea $I_L = 1.6$ A, por lo que se tiene que:

$$\begin{aligned}
 I_D &= \frac{I_L}{\beta_{TOTAL}} \\
 I_D &= \frac{1.6}{200} \\
 I_D &= 8 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Debido a que la I_D calculada es mayor que $I_{D \min}$, se toma ésta para el cálculo de $R_{D \max}$:

$$\begin{aligned}
 R_{D \max} &= \frac{V_{CC1} - (V_D + V_{OL})}{I_D} \\
 R_{D \max} &= \frac{5 - (1.5 + 0.6)}{8 \times 10^{-3}} \\
 R_{D \max} &= 362.5 \Omega
 \end{aligned}$$

Al escoger un valor de R_D de 350Ω , se obtiene:

$$I_D = \frac{V_{CC1} - (V_D + V_{OL})}{R_D}$$

$$I_D = \frac{5 - (1.5 + 0.6)}{350}$$

$$I_D = 8.28 \text{ mA}$$

$$I_L = \beta_{TOTAL} \cdot I_D$$

$$I_L = 200 \cdot (8.28 \text{ mA})$$

$$I_L = 1.65 \text{ A}$$

La potencia disipada por el opto-acoplador resulta:

$$P_D = V_{CEsat} \cdot I_C + V_D \cdot I_D$$

$$P_D = (0.5V)(1.65mA) + (1.5V)(8.28mA)$$

$$P_D = 13.24mW$$

La potencia disipada por el transistor darlington es:

$$P_D = V_{CEsat} \cdot I_C$$

$$P_D = V_{CEsat} \left(\frac{V_{CC2} - V_{CEsat}}{R_C} \right)$$

$$P_D = 2V \cdot \left(\frac{12 - 2}{7.05} \right)$$

$$P_D = 2.83W$$

Dado que la potencia máxima del TIP122 es 2 W, éste necesita un disipador de calor.

3.2.1.3. Etapa de Alimentación

La alimentación es tomada de la red pública (110 VAC), por el circuito mostrado en la figura 3.9, y acondicionada para entregar 5 VDC para la etapa de control y 12 VDC

para la etapa de potencia (manejo de la sirena), además en caso de fallas cuenta con una batería de respaldo y un led indicador.

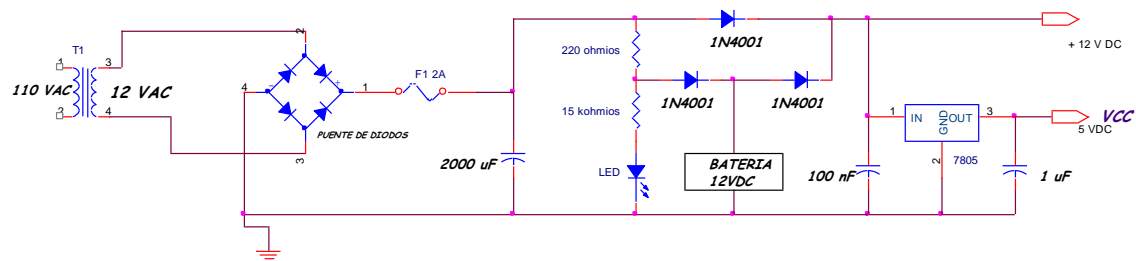


Figura 3.9. Circuito de alimentación del Sistema Local.

3.2.1.4. Interfaz Sistema de Alarma Local-Radio Módem Esclavo

El integrado MAX232 acondiciona las señales de voltaje entre el Radio Módem Esclavo y el Sistema de Alarma Local, se utiliza la configuración simple de módem nulo, con lo que se necesita conectar los pines 2(RX), 3(TX) y 5(GND) del conector DB9 correspondiente al Radio Módem esclavo, con el microcontrolador del Panel de Control Local. La figura 3.10 muestra las conexiones realizadas en esta etapa.

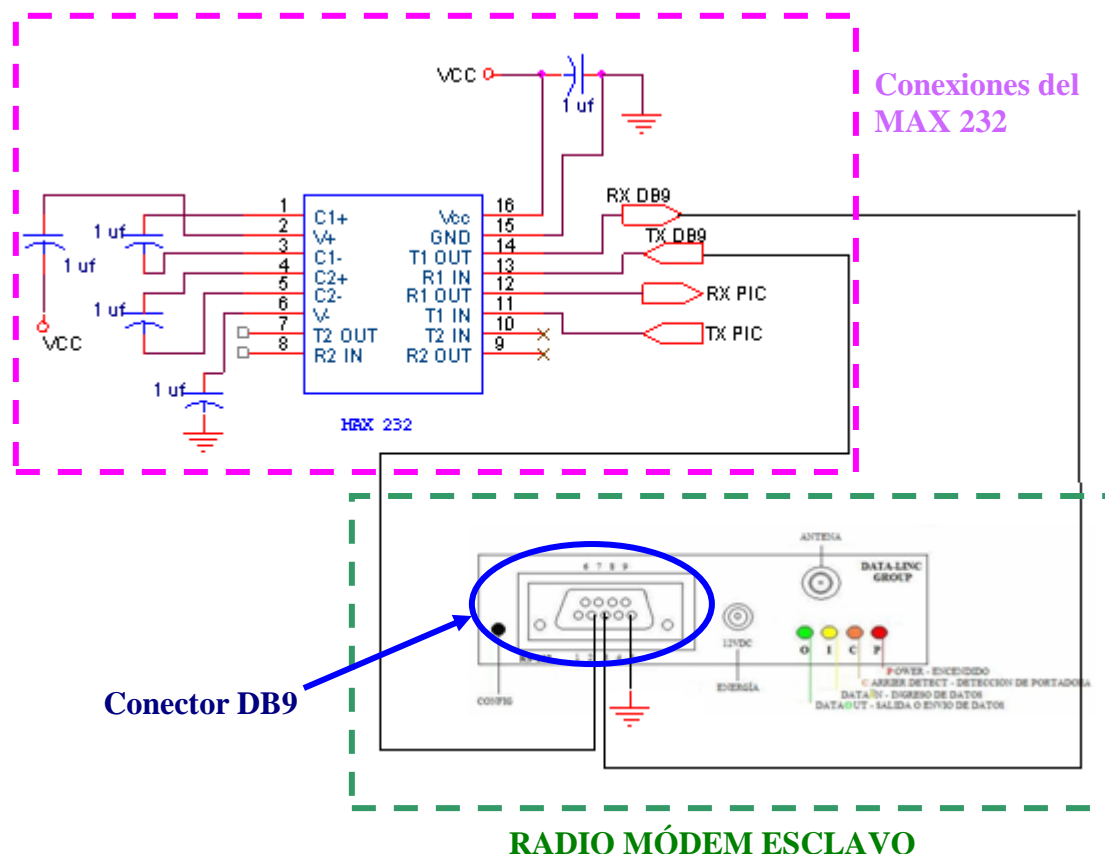


Figura 3.10. Conexiones del Interfaz Sistema de Alarma Local – Radio Módem Esclavo.

3.2.1.5. Panel de Control Local

Esta etapa constituye el controlador o cerebro del Sistema de Alarma local, cuenta con el PIC16F877 programado, para recibir y enviar señales.

La configuración de los pines del PIC 16F877 se muestra en el esquema de la figura 3.11.

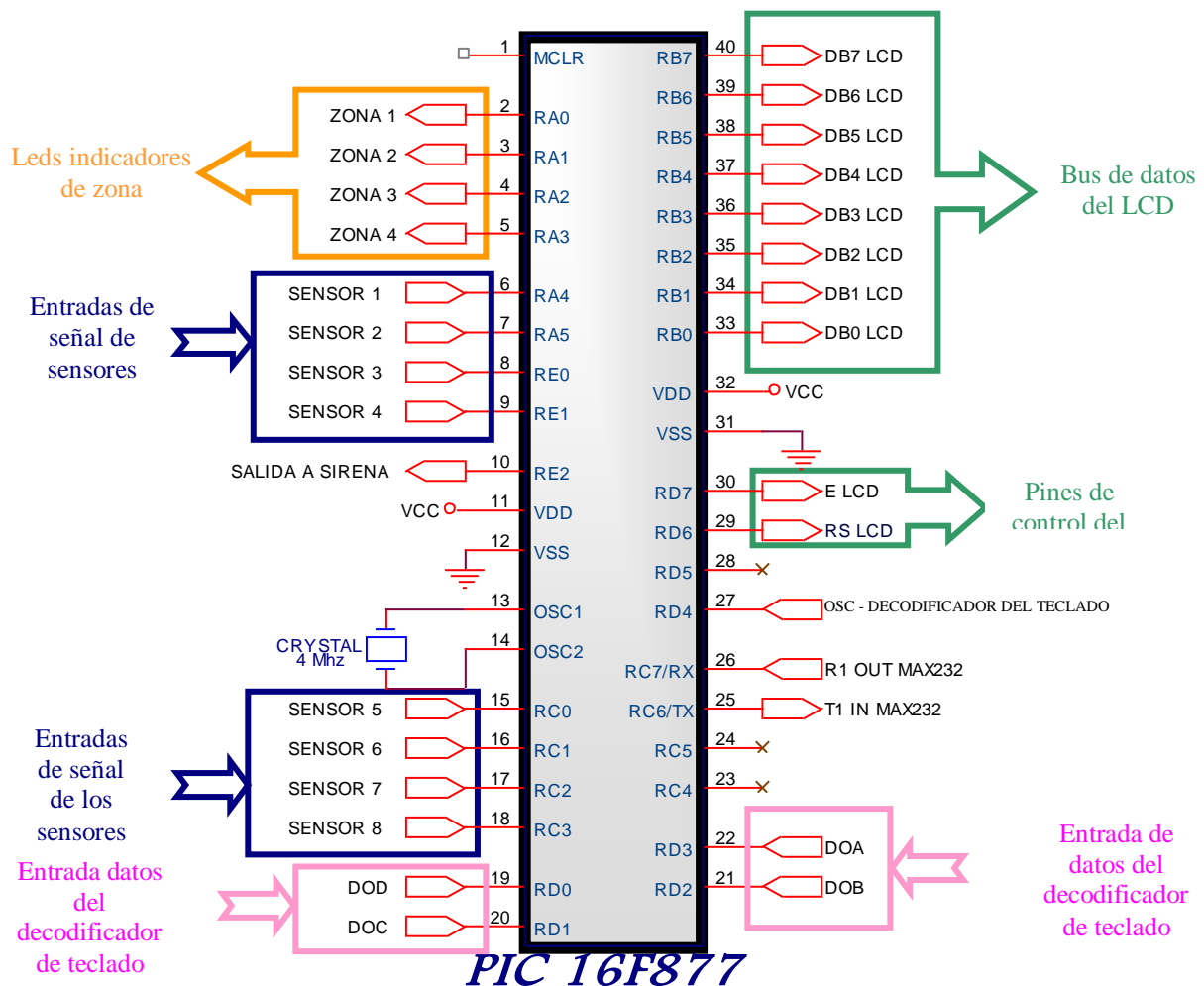


Figura 3.11. Esquema de la configuración de los pines del PIC 16F877 para el Sistema de Alarma Local.

El circuito completo del Sistema de Alarma Local, se muestra en el Anexo 3 (Circuito del Sistema de Alarma Local).

3.2.2. Diseño del Software

Para programar el microcontrolador y desarrollar la aplicación en el lenguaje de programación BASIC, es necesario tener al menos un editor de textos, el compilador PIC BASIC y al menos un sistema de desarrollo en donde el programa pueda ser verificado. Para escribir un programa en PIC BASIC, cualquier editor de textos que pueda grabar los archivos en formato de texto ASCII puro (sin símbolos especiales de formato) puede ser usado. Para este propósito, los editores como el Notepad o WordPad puede ser una buena elección. Pero una mejor solución, que usar un editor de textos clásico, es usar algún editor especializado en la escritura de código de programas como MICROCODE STUDIO de Mecanique.

En la figura 3.12 se muestra la interfase gráfica de Microcode Studio en el cual se escribe el código del programa, y éste corrige errores de sintaxis, ordena visualmente las subrutinas. El Microcode queda enlazado con el PICBASIC y el IC-PROG, de manera que una vez que se termina el programa, se compila y éste genera el archivo *.HEX, los programas se guarda en formato Picbasic *.BAS.

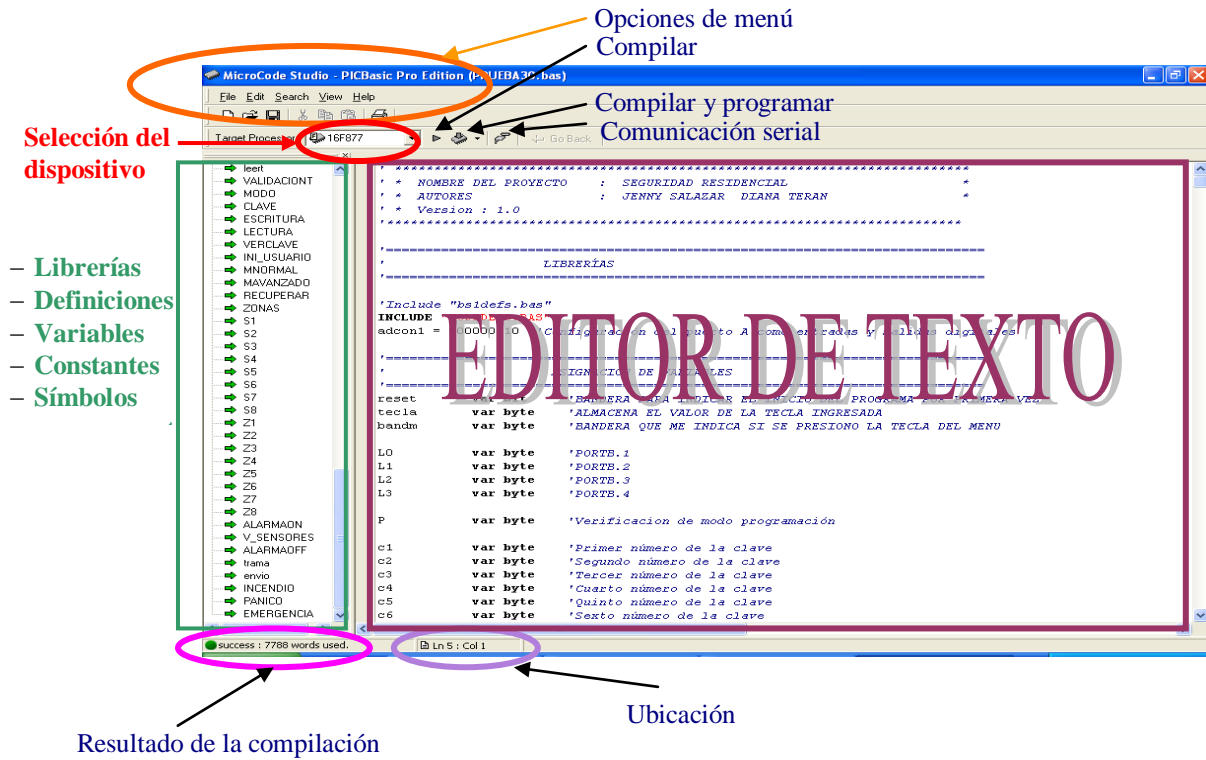
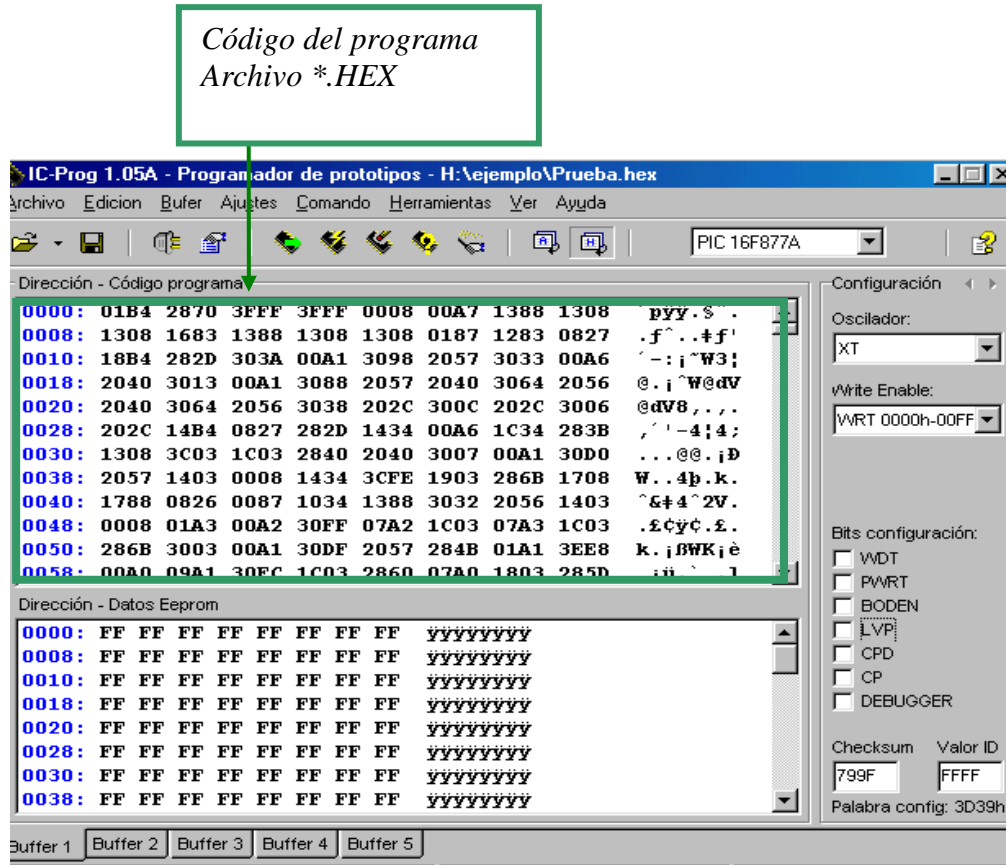


Figura 3.12. Interfaz gráfica del Microcode Studio.

El software utilizado para programar el microcontrolador es el IC-PROG, el mismo que necesita hardware extra (Anexo 2 Circuito del Programador de PICs), y el archivo con extensión .HEX.



Leer el dispositivo



Borrar el dispositivo



Programar el dispositivo

Figura 3.13. Interfaz gráfica del ICPROG y botones de programación principales.

3.2.2.1. Programa en el PIC del Panel de Control Local

El Sistema de Alarma Local para empezar a funcionar necesita ser inicializado grabando una clave MAESTRA de ocho dígitos, por medio del puerto serial y haciendo uso del HMI que se explicará con mas detalle en el capítulo 5, y la rutina dentro del controlador es la que se muestra en la figura 3.14.

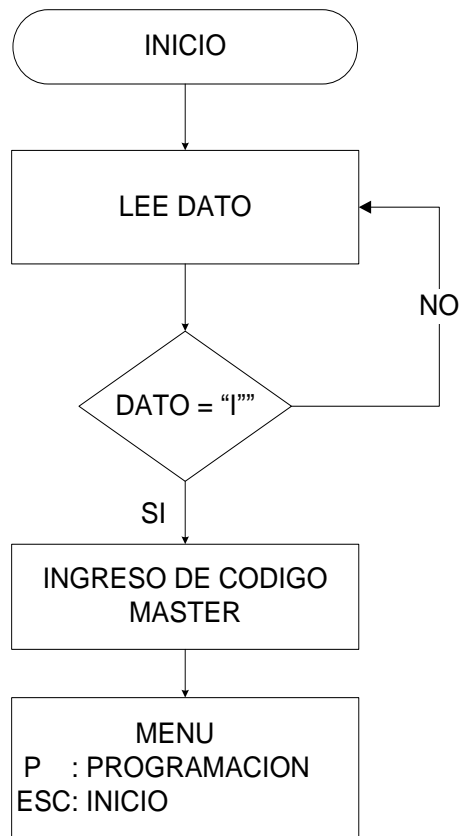


Figura 3.14. Rutina de inicialización del Sistema de Alarma Local.

El PIC lee el dato recibido seriamente, hasta que éste sea el carácter “I”, para permitir ingresar la clave maestra de ocho dígitos y poner en la pantalla del LCD dos opciones:

P : PROGRAMACION

ESC: INICIO (para volver a ingresar la clave master en caso de equivocaciones)

Algoritmos para la Programación del PIC

Dentro de las opciones de programación se tiene dos modos de trabajo del Sistema de Alarma Local (Tabla 3.4).

MODO DE FUNCIONAMIENTO	CLAVE DE ACCESO	OPCIONES	CARACTERÍSTICAS
		1. ON	El sistema de alarma local se activa, y entra en estado de alarma frente a la activación de uno o mas sensores o al ser presionada una de las teclas de alarma del teclado (incendio, pánico y/o emergencia)
1. NORMAL	USUARIO (5 Dígitos)	2. OFF	El sistema de alarma local se desactiva, y entra en estado de alarma al ser presionada una de las teclas de alarma del teclado (incendio, pánico y/o emergencia)
		3. CAMBIO DE CLAVE	Por precaución el usuario puede cambiar su clave, y grabar una nueva
2. AVANZADO	CLAVE MASTER (8 Dígitos)	1. PROG. ZONAS	Las entradas de los sensores inicialmente se encuentran desactivadas, y según se los vayan conectando hay que activarlas y programar la zona en la que se encuentra instalado el sensor correspondiente.
		2. RECUP. CLAVE	Reinicia la clave de usuario a "01234"

Tabla 3.4. Modos de funcionamiento del Sistema de Alarma Local.

El algoritmo que utilizado en el programa que ejecuta el PIC se muestra en el diagrama de flujo de la figura 3.15, el mismo que muestra el acceso a las rutinas de alarma activada, desactivada y cambio de clave.

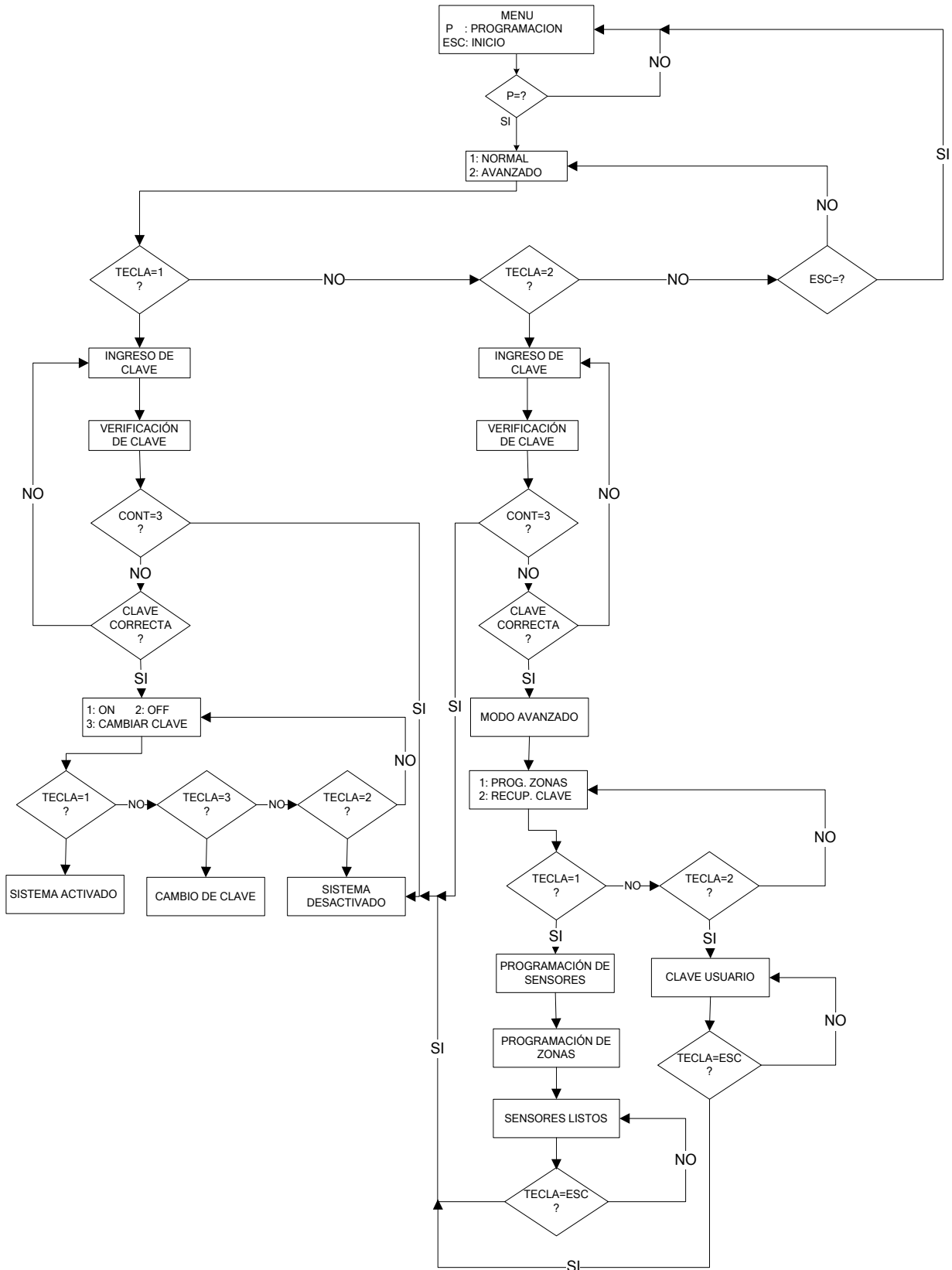


Figura 3.15. Algoritmo principal del Sistema de Alarma Local.

El programa que ejecuta el PIC del Panel de Control Local, siempre está verificando si se ha presionado una tecla, para mostrar las opciones de programación o del modo normal de funcionamiento. Además siempre que existe una alarma al presionar ESC se pide la clave para desactivarla.

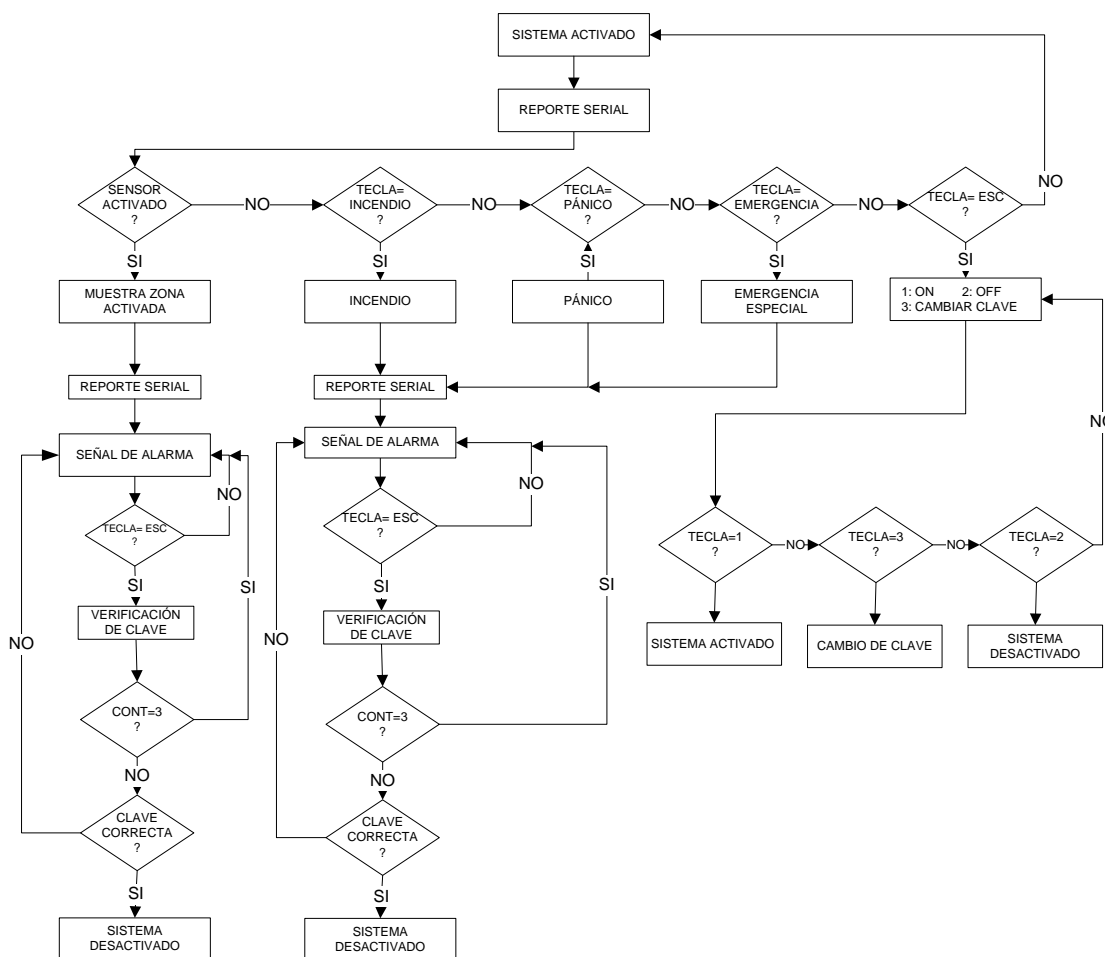


Figura 3.16. Rutina de ALARMA ACTIVADA del Sistema de Alarma Local.

El Sistema de Alarma Local se activa al recibir señales de los sensores o del teclado, y presenta en la pantalla del LCD el tipo de alarma activada, en caso de ser un sensor el número de sensor. Para desactivarla se necesita presionar la tecla ESC y se inicia una rutina de verificación de clave, con tres intentos válidos, si ésta es correcta presenta tres opciones y una de ellas es la desactivación de la alarma.

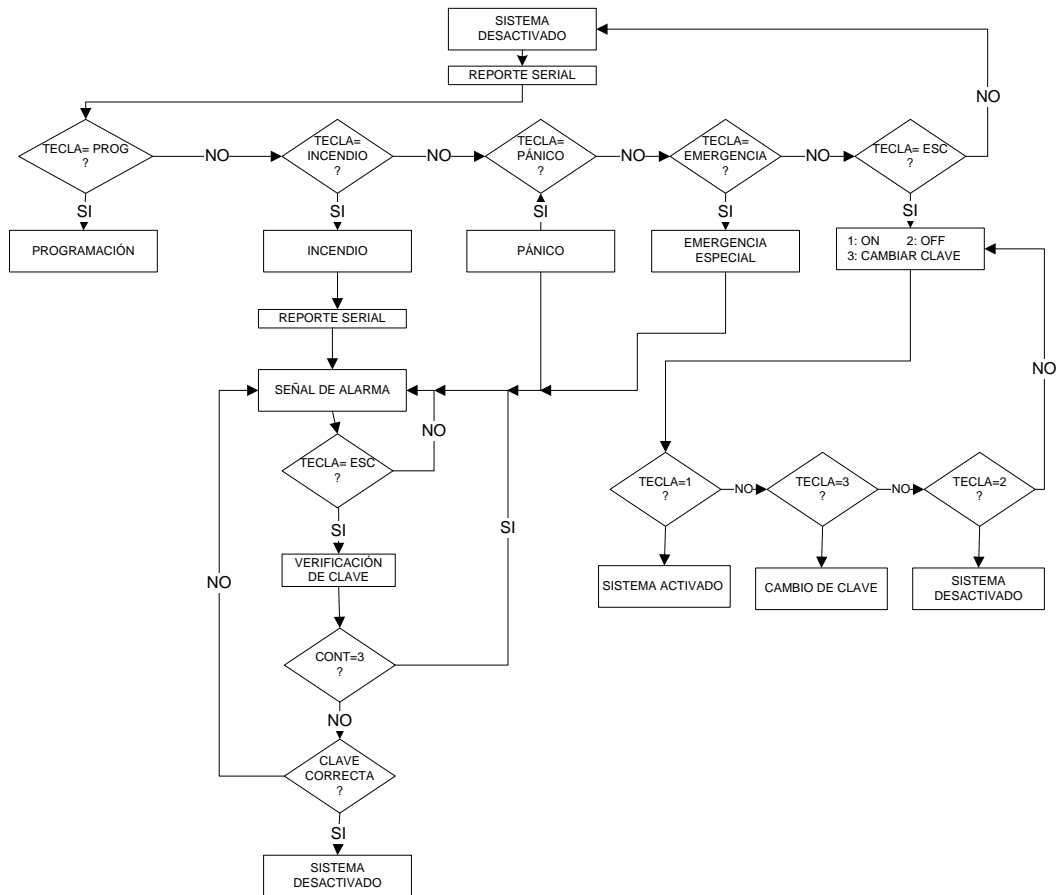


Figura 3.17. Rutina de ALARMA DESACTIVADA del Sistema de Alarma Local.

Dentro del estado de alarma desactivada, se tiene acceso a la programación en modo avanzado de la alarma, y a las opciones del modo normal.

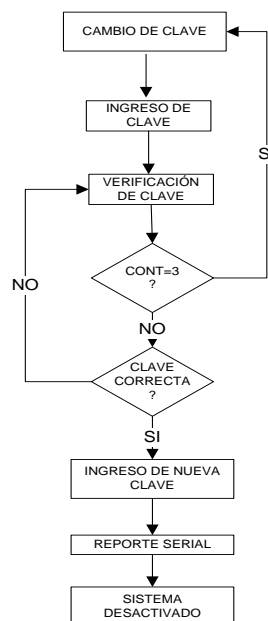


Figura 3.18. Rutina de CAMBIO DE CLAVE del Sistema de Alarma Local.

Para cambiar la clave de usuario primero se verifica la clave actual y luego se pide el ingreso de una nueva clave de cinco dígitos, para luego ir al estado de alarma desactivada.

Reporte Serial

El HMI de la estación central de monitoreo, siempre está verificando la llegada de datos al puerto serial desde el Sistema de Alarma Local, los mismos que son enviados al ocurrir los siguientes eventos:

- ALARMA ACTIVADA
- ALARMA DESACTIVADA
- CAMBIO DE CLAVE
- ACTIVACION DE SENSORES
- SEÑAL DE ALARMA DE INCENDIO (TECLADO)
- SEÑAL DE ALARMA DE PÁNICO (TECLADO)
- SEÑAL DE ALARMA DE EMERGENCIA (TECLADO)

La trama es enviada como un arreglo denominado monitoreo (Tabla 3.5) y cada elemento es un carácter establecido que es validado por el HMI, para generar un reporte.

NOMBRE		CARACTER	DESCRIPCIÓN
Inicio de	Monitoreo[0]	A	ALARMA ACTIVA
trama		D	ALARMA DESACTIVADA
	Monitoreo[1]		
	Monitoreo[2]		
	Monitoreo[3]		
Clave Master	Monitoreo[4]	Dígitos del 0	
	Monitoreo[5]	al 9	
	Monitoreo[6]		
	Monitoreo[7]		
	Monitoreo[8]		
		I	INCENDIO
		P	PANICO
Tipo de	Monitoreo[9]	E	EMERGENCIA ESPECIAL
alarma		C	CAMBIO DE CLAVE
		R	ROBO
		D	DESACTIVADA
Número de	Monitoreo[10]		Sensores activos en el Sistema de Alarma Local
sensores	Monitoreo[11]	Dígitos del 0	
Identificación	Monitoreo[12]	al 9	Número de sensor activado
de sensor			
Identificación	Monitoreo[13]	Dígitos del 1	Número de zona del sensor activado
de zona		al 4	
Fin de trama	Monitoreo[14]	F	Fin de envío

Tabla 3.5. Trama de datos enviados al Sistema de Alarma Local.

Instrucciones para la Comunicación Serial

La recepción de datos para la inicialización del equipo utiliza el comando serout2, el cual necesita que se indique el pin de recepción en el PIC, la velocidad de transmisión y la variable donde se almacenará el dato a recibir. Figura 3.19.

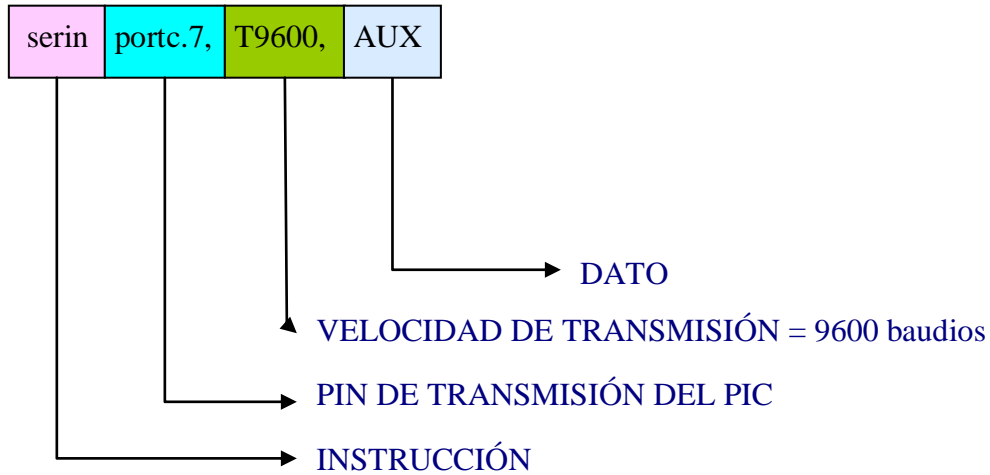


Figura 3.19. Instrucción de recepción serial para la programación del PIC.

La transmisión serial de la trama se lo hace por medio de la instrucción serout2, la que necesita que se especifique el nombre del pin correspondiente al microcontrolador, la velocidad, y el dato a transmitir así:

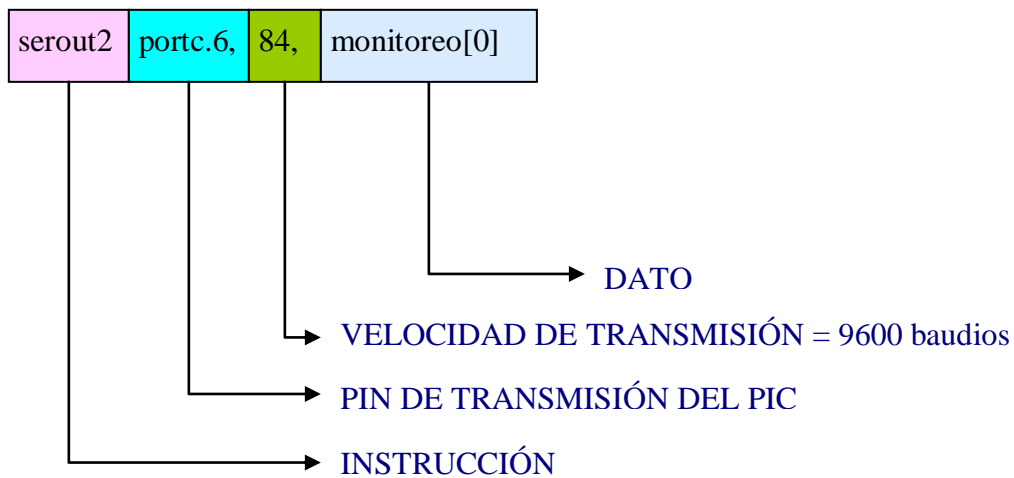


Figura 3.20. Instrucción de transmisión serial para la programación del PIC.

Configuración del LCD

Para ejecutar las instrucciones para presentar mensajes en el LCD se necesita realizar la siguiente configuración:

```
DEFINE LCD_DREG      PORTB      'LCD EN EL PUERTO B
DEFINE LCD_DBIT      0          'BUS NO ES DE 4 BITS
DEFINE LCD_RSREG     PORTD      'UBICACIÓN DEL REGISTRO SELECT (PUERTO D)
DEFINE LCD_RSBIT     6          'UBICACIÓN DEL BIT DEL REGISTRO SELEC
DEFINE LCD_EREG      PORTD      'UBICACIÓN DEL ENABLE (PUERTO D)
DEFINE LCD_EBIT      7          'UBICACIÓN DEL BIT ENABLE
DEFINE LCD_BITS      8          'DEFINIR EL TAMAÑO DEL BUS
DEFINE LCD_LINES     2          'DEFINE EL NUMERO DE LÍNEAS DEL LCD
DEFINE LCD_COMMANDUS 2000      'DELAY EN us (comando)
DEFINE LCD_DATAUS    50        'DELAY EN us (datos)
```

Estructura del Programa Alarma.Bas

El programa ALARMA.BAS es el que ejecuta el PIC del Sistema de Alarma Local, y está estructurado de la siguiente manera:

- Librerías: se incluye la librería "modedefs.bas", que contiene las instrucciones utilizadas para la programación.
- Asignación de variables utilizadas en el programa.
- Configuración de pines del PIC 16F877.
- Inicialización de variables.
- Rutinas de programación basadas en los algoritmos explicados anteriormente en este capítulo.

El programa ALARMA.BAS (Anexo 5) cuenta con 1301 líneas y 7744 palabras de programación.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO REMOTO

La Estación Central de Monitoreo cumple con funciones de: monitoreo y administración, indicadas a continuación.

MONITOREO:

- Ⓢ Realiza un seguimiento permanente de los sistemas de alarma locales.
- Ⓢ Recibe datos de los sistemas de alarma locales y los interpreta.
- Ⓢ Registra eventos de robo, pánico, emergencia e incendio, identificados para cada Sistema de Alarma Local.
- Ⓢ Entrega un informe de los 30 últimos eventos registrados en el sistema total.

ADMINISTRACIÓN:

- Ⓢ Inicializa el equipo del Sistema de Alarma Local.
- Ⓢ Almacena la información de los usuarios de las alarmas locales.
- Ⓢ Almacena la información de los empleados.
- Ⓢ Entrega un informe de los eventos de cualquier Sistema de Alarma Local.

4.1. DISEÑO DE HARDWARE DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO REMOTO

La Estación Central de Monitoreo consta de los siguientes componentes:

- Radio módem MAESTRO
- Cable C232/SRM61/PC y,
- Computador con el software de Administración y Monitoreo SATER Versión 1.0.

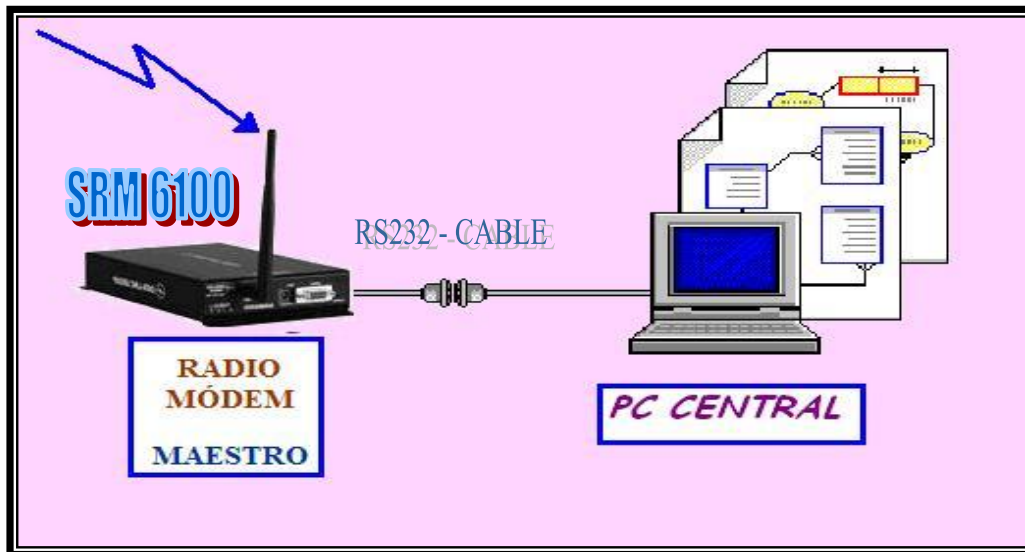


Figura 4.1. Diagrama de la Central de Monitoreo.

El radio módem MAESTRO está conectado a la PC CENTRAL por medio del cable serial C232/SRM61/PC (Anexo 4). En la PC CENTRAL se registran los eventos de cada Sistema de Alarma Local instalado.

4.1.1. Radio Módems

Los radio módems utilizados, Data Linc SRM6100 (Anexo 7), manejan modulación “spread spectrum” (espectro disperso) y específicamente, la técnica de “frequency hopping” o brincos de frecuencia.

4.1.1.1. Características de los Radio Módems Data Linc SRM6100

Las principales características se listan a continuación:

- Es un módem inalámbrico.
- Opera en la banda de frecuencias de 2.4 a 2.483 GHz sin licencia.
- Alta inmunidad a la interferencia, aun en ambientes industriales.
- Configurable como maestro, esclavo o repetidor.
- Configurable para trabajar en varios modos, como punto a punto o multipunto.

- La potencia de salida de radio frecuencia (RF) puede ser configurada en 10 diferentes valores desde 0 hasta 500 mW.
- Su alcance es de 15 millas (24 Km) con línea de vista.
- Posee un puerto para comunicación serial.
- Puede ser habilitado para comunicarse con protocolo Modbus.

Se requiere que los radio módems tengan línea de vista, este es un limitante no de los módems, sino de la frecuencia a la cual estos trabajan, puesto que a mayor frecuencia es menor la capacidad de la onda de penetrar o traspasar los obstáculos.

Las conexiones para puerto serial, antena y energía están en la parte frontal del equipo, la que se muestra en la figura 4.6, donde también se encuentran cuatro leds marcados como “P”, “C”, “I” y “O”. Estos leds proveen la siguiente información:

- “P” (Rojo) Encendido cuando el módem está energizado.
- “C” (Ámbar) Encendido cuando se ha detectado una portadora
- “I” (Amarillo) Se enciende y apaga cuando ingresan datos al módem
- “O” (Verde) Se enciende y apaga cuando el módem envía datos.

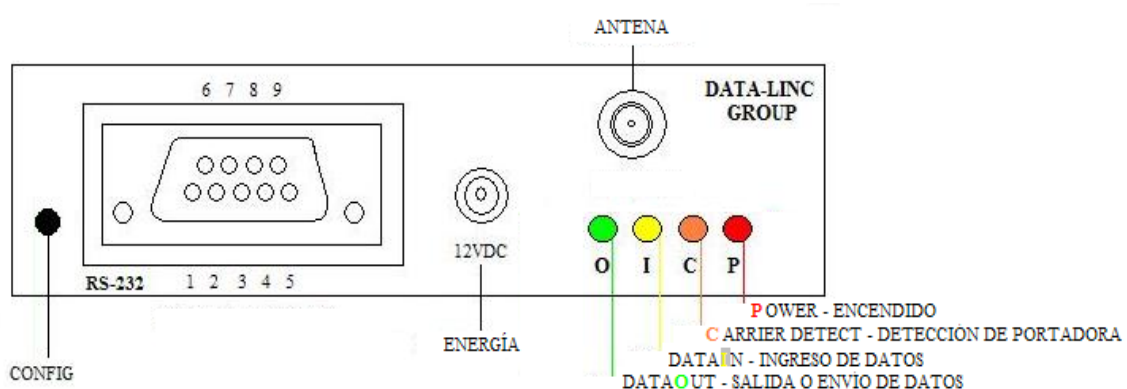


Figura 4.2. Vista frontal del radio módem SRM6100 de Data Linc.

Si la energía se interrumpe o el cable de datos es desconectado, las unidades restablecerán comunicación automáticamente cuando se efectúa la reconexión.

Es importante que siempre se verifique que la antena del radio módem esté conectada antes de energizarlo, pues podrían producirse daños en los equipos si no se lo hace de esta manera.

4.1.1.2. Configuración de los Radio Módems

Para el Sistema de Alarma Local el radio módem tiene que estar configurado como ESCLAVO y para la Estación Central de Monitoreo como MAESTRO, en modo de funcionamiento multipunto.

Para la configuración de un radio módem se requiere de una PC, en la cual esté ejecutándose un programa emulador terminal (para este proyecto se usó Hyper Terminal Figura 4.3), y del cable C232/SRM61/PC.

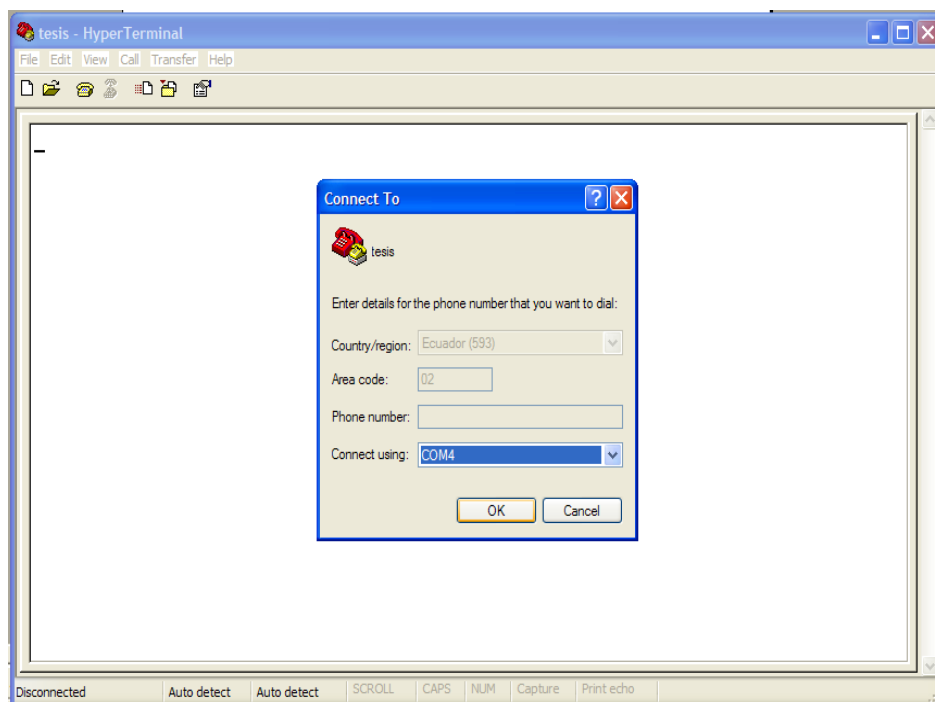


Figura 4.3. Entorno gráfico del Hyper Terminal.

En el programa emulador terminal, se tiene que elegir el puerto de comunicaciones y definir los parámetros detallados a continuación:

- ✓ Tasa de transmisión de bits: 19200 bps
- ✓ Bits por palabra: 8
- ✓ Paridad: Ninguna
- ✓ Bits de parada: 1

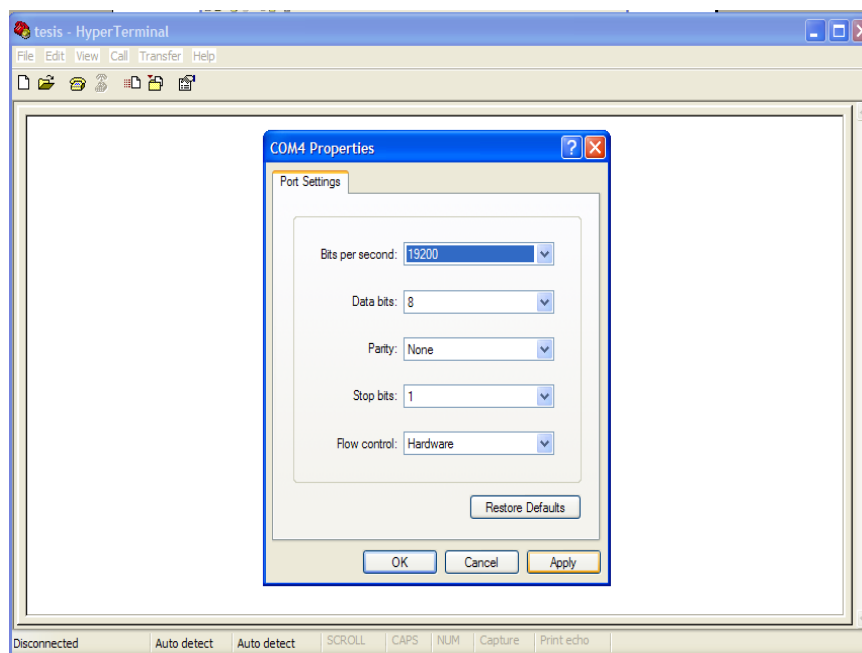


Figura 4.4. Definición de parámetros del puerto.

Al conectar el radio módem en el puerto elegido se activa el pulsador ubicado en la parte frontal del módem, junto al puerto serial para conseguir visualizar el menú de configuración en pantalla Figura 4.4, con las opciones que contienen los valores actuales de los parámetros de configuración que pueden ser cambiados de acuerdo a las necesidades del usuario o de la aplicación.

En el menú principal se tiene las siguientes opciones:

- 0 Configuración del modo de operación
- 1 Configuración de la tasa de transmisión de datos
- 2 Edición del libro de llamadas
- 3 Configuración de las características de transmisión del radio módem
- 4 Mostrar las estadísticas del radio módem

- 5 Configuración de los parámetros de modo multipunto
- 6 Menú TDMA

El número mostrado a la izquierda es el que permite el acceso al correspondiente submenú.

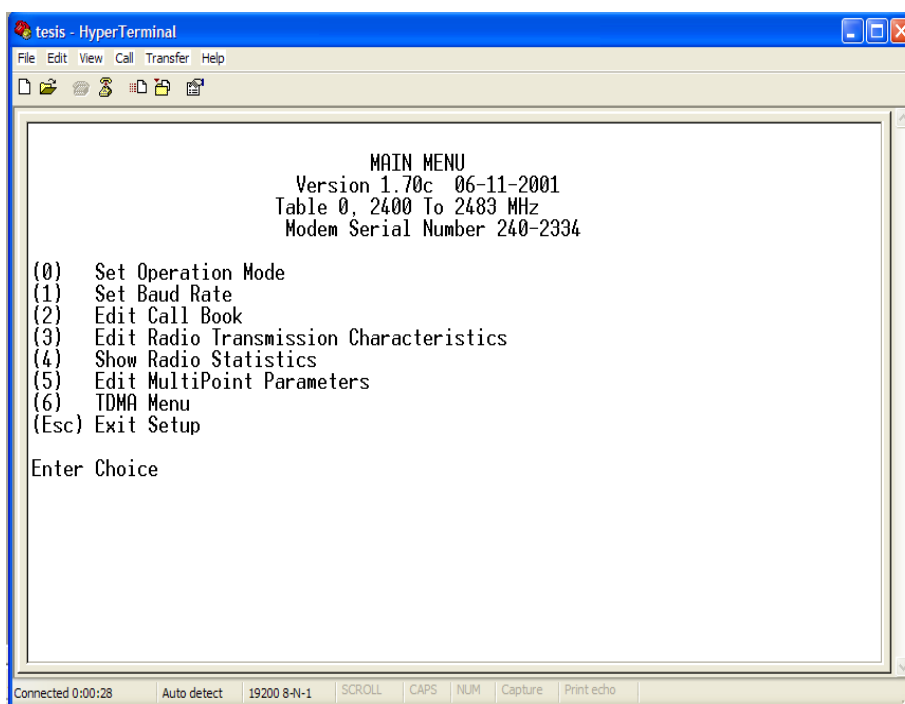


Figura 4.5. Menú Principal.

(0) Configuración del modo de operación (Set Operation Mode)

Dentro de este submenú se puede elegir el modo de operación del módem, es decir, si se lo hará trabajar como maestro, esclavo o repetidor, dentro de una configuración punto a punto o múltiplo. El menú se presenta como sigue:

- 0 Maestro es una configuración punto a punto
- 1 Esclavo es una configuración punto a punto
- 2 Maestro es una configuración multipunto
- 3 Esclavo es una configuración multipunto
- 4 Esclavo es una configuración punto a punto con repetidor
- 5 Repetidor es una configuración punto a punto
- 6 Esclavo es una configuración punto a punto con dos maestros (uno a la vez)

7 Repetidor es una configuración multipunto

En el presente proyecto la opción adecuada es la 2 para el módem que hará de maestro y la opción 3 para los otros dos módems que serán los esclavos.

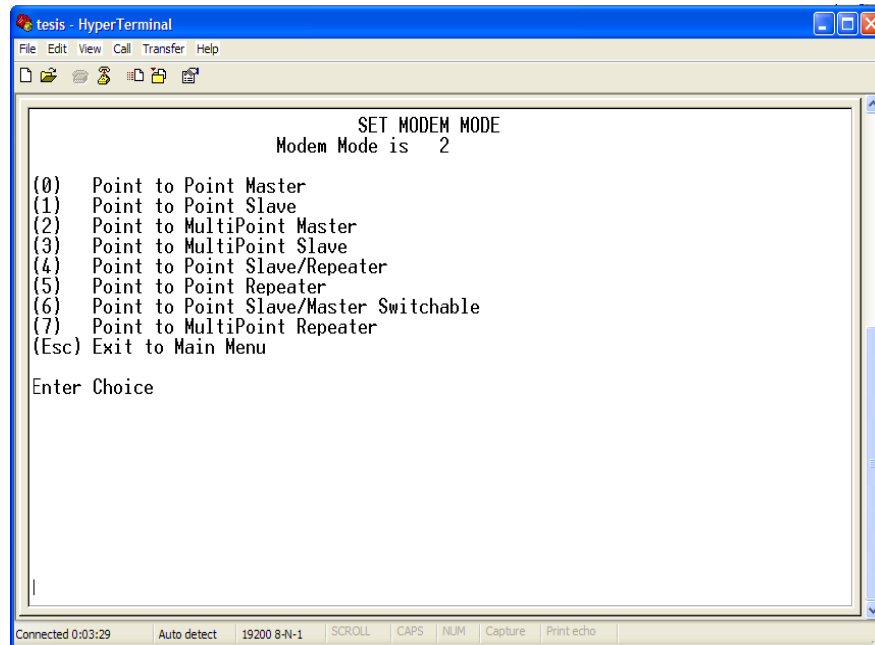


Figura 4.6. Opciones para la configuración del Modo de Operación.

(1) Configuración de la tasa de transmisión de datos (Set Baud Rate)

En este submenú se puede elegir la velocidad de transmisión de datos del puerto serial de comunicación. Este parámetro no necesita ser igual en todos los módems pero si debe ser el mismo que el del equipo al cual está conectado. Además en este submenú se puede elegir el número de bits por palabra, el tipo de paridad y también habilitar o deshabilitar el protocolo Modbus RTU. Se presenta como sigue:

- | | |
|---|--------|
| 1 | 115200 |
| 2 | 76800 |
| 3 | 57600 |
| 4 | 38400 |
| 5 | 19200 |
| 6 | 9600 |
| 7 | 4800 |

- 8 2400
- 9 1200
- A Datos, Paridad
- B Modbus RTU

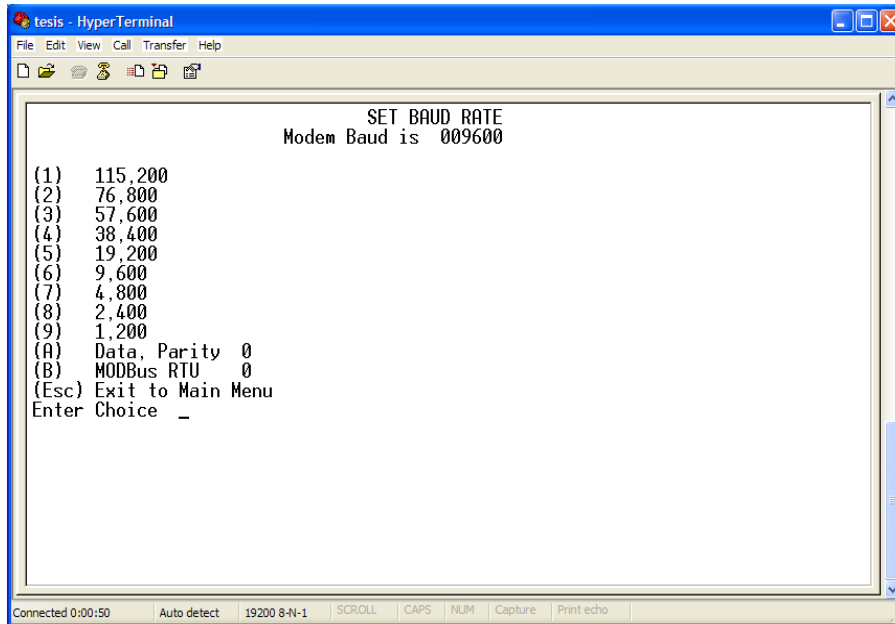


Figura 4.7. Opciones para la configuración de la Tasa de Transmisión de Datos.

En el presente proyecto se ha escogido la opción 6 para los radio módems, es decir, la velocidad de transferencia de datos entre las alarmas y los respectivos radio módems es de 9600 bps, que es la misma velocidad de transferencia entre el computador y el radio módem maestro. La opción (A) permite escoger el número de bits por palabra, la paridad y el número de bits de parada de acuerdo a la tabla 4.1. Y la opción B permite habilitar (1) o deshabilitar (0) el protocolo Modbus de los radio módems, para este caso dicha opción está deshabilitada puesto que se trabaja con un protocolo propio.

SELECCIÓN	BITS POR PALABRA	PARIDAD	BITS DE PARADA
0	8	Ninguna	1
1	7	Par	1
2	7	Impar	1

3	8	Ninguna	2
4	8	Par	1
5	8	Impar	1

Tabla 4.1. Tabla de las posibles configuraciones de datos y paridad del radio módem SRM6100.

(2) Edición del libro de llamadas (Edit Call Book)

Dentro de este submenú se puede editar el número de identificación de los radio módems con los que se va a interactuar en un sistema. Este número es único para cada radio módem y cada uno acepta la identificación de hasta diez radios más. El submenú se presenta como sigue:

- 0** Número de identificación del primer módem
- 1** Número de identificación del segundo módem
-
- 9** Número de identificación del décimo módem
- C** Cambiar la entrada a usar

En las entradas de la 0 a la 9, se ingresan los números identificativos de cada módem dentro del sistema, es decir, en el módem maestro, los números de los esclavos y en cada esclavo, el número del maestro. Las demás entradas deben especificarse como ceros.

La opción C permite escoger si se va a llamar a una entrada específica de las ingresadas o si se va a llamar a todas a la vez, lo cual es conveniente en el módem maestro porque éste necesita interactuar con todos los esclavos.

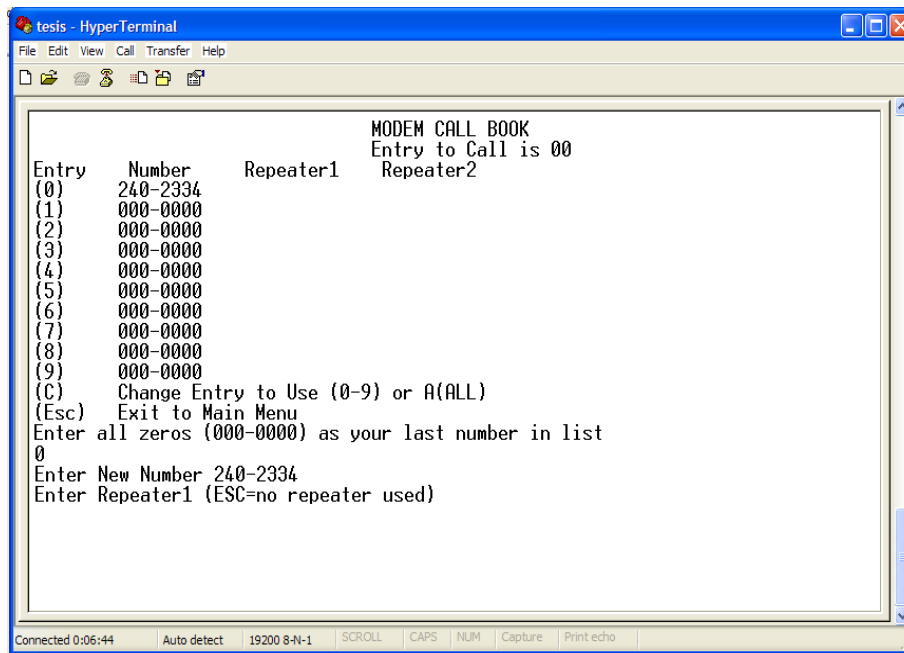


Figura 4.8. Edición del Libro de llamadas.

(3) Configuración de las características de transmisión del radio módem (Edit Radio Transmission Characteristics)

En este submenú se puede cambiar las características de la transmisión misma del módem. Se recomienda no cambiarlos. Se presenta como sigue:

- 0 Clave de frecuencias
- 1 Tamaño máximo de un paquete
- 2 Tamaño mínimo de un paquete
- 3 Tasa X
- 4 Tasa D
- 5 Potencia de salida
- 6 Seguridad
- 7 RTS/CTS
- 8 Tiempo de repetición
- 9 Modo de baja potencia

La clave de frecuencias debe ser la misma para todos los radio módems dentro de un sistema y debe ser cambiada solo si se sospecha de interferencia entre ellos (entre dos sistemas diferentes) o si la transmisión

resulta con demasiados errores. La potencia de salida es configurable en 10 pasos, del 0 al 9, cada uno de los cuales representa un valor de la potencia de salida siendo 0 el equivalente para 0 mW y 9 el equivalente para 500 mW, que es la potencia máxima de salida. Si la comunicación se la va a realizar dentro de un solo edificio o dentro de una distancia de 100 m., un valor de 2 o 3 es recomendable.

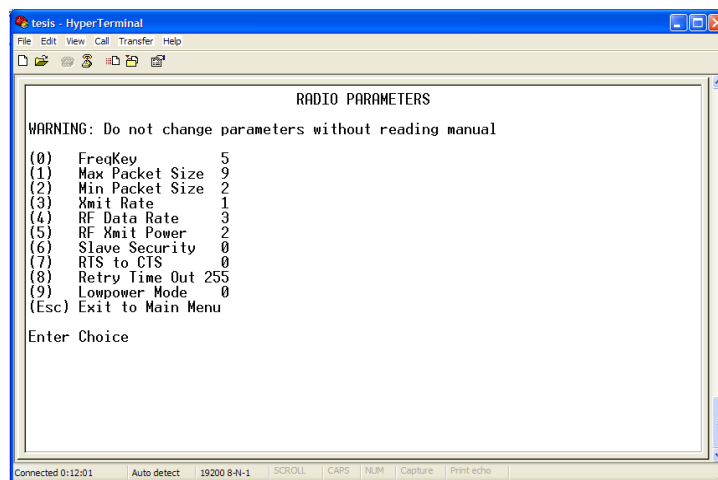


Figura 4.9. Configuración de las características de transmisión del radio módem.

(4) Mostrar las estadísticas del radio módem (Show Radio Statistics)

Dentro de este submenú se presentan, a modo informativo, las estadísticas del radio módem, tal como la temperatura interna, etc. La información presentada es la siguiente:

- Distancia maestro-esclavo
- Número de desconexiones
- Temperatura interna
- Nivel promedio del ruido
- Nivel promedio de la señal
- Tasa promedio de recepción

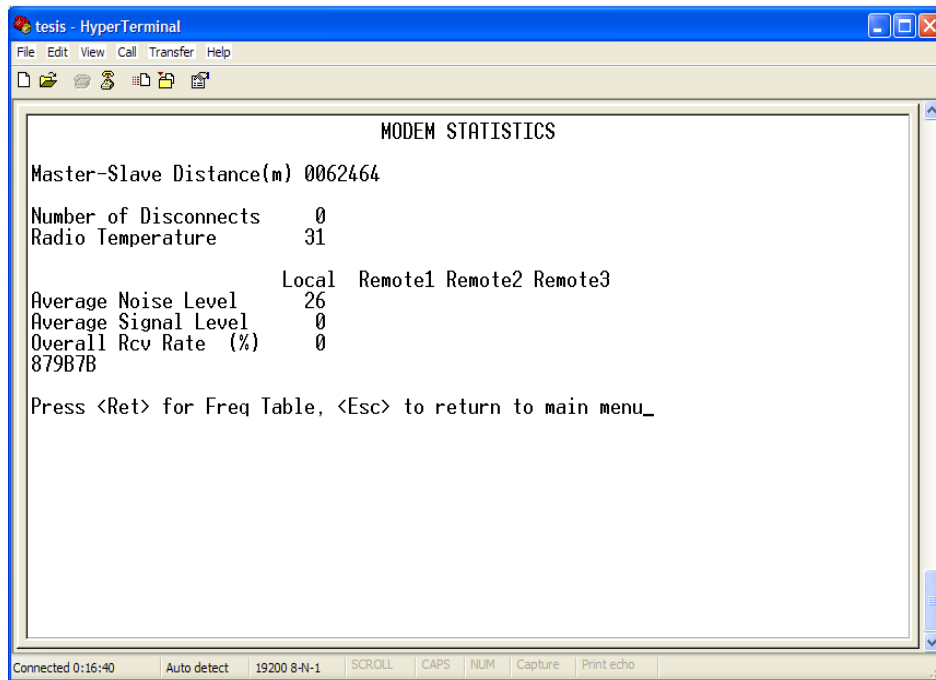


Figura 4.10. Estadísticas del radio módem.

(5) Configuración de los parámetros de modo multipunto (Edit Multipoint Parameters)

Se usa solo para configuraciones multipunto. El submenú se presenta como sigue:

- 0 Número de repetidores
- 1 Reenvío de paquetes al maestro
- 2 Máximo número de reintentos del esclavo
- 3 Repeticiones impares
- 4 Conexión DTR
- 5 Frecuencia del repetidor
- 6 Identificación de red
- 7 Reservado
- 8 Sincronismo de multi-maestro
- 9 Habilidad / retardo PPS
- A Esclavo / repetidor
- B Diagnósticos
- C Habilidad de sub-red

D Identificación del radio

La configuración recomendada es 3 para las opciones 1, 2 y 3, para las opciones 0, 4 y 5, se debe elegir 0 y el resto de parámetros con su configuración de fábrica.

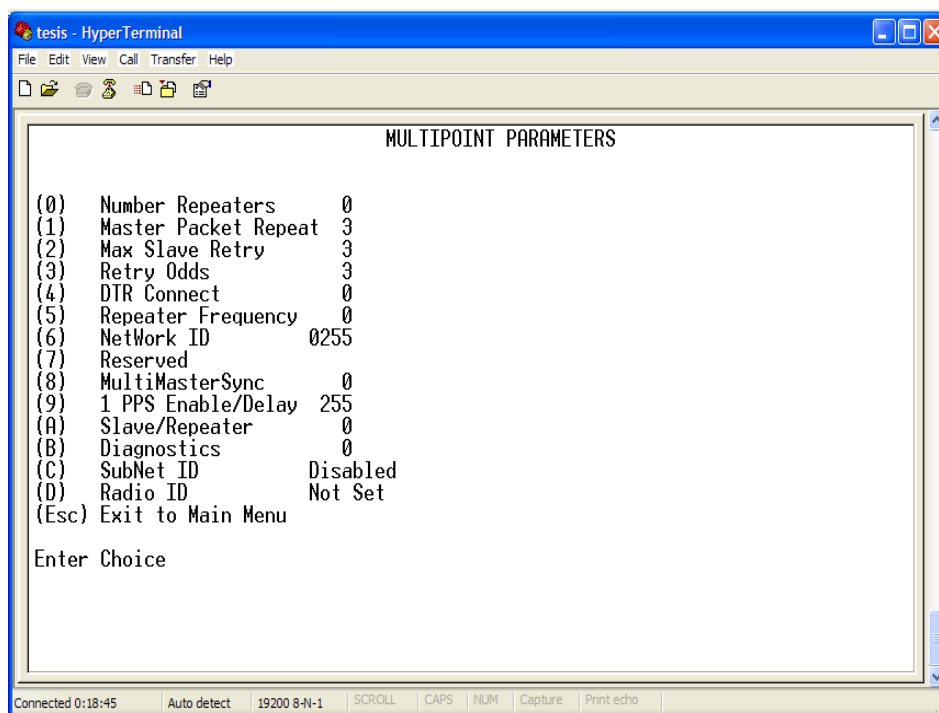


Figura 4.11. Configuración de los parámetros de modo multipunto.

(6) Menú TDMA (TDMA Menu)

Esta opción no está habilitada o instalada.

4.2. DISEÑO DEL SOFTWARE DE LA ESTACIÓN CENTRAL DE MONITOREO

El Software de Administración y Monitoreo SATER Versión 1.0 está diseñado en Microsoft Visual Basic 6.0 que provee un juego completo de herramientas que simplifican el desarrollo rápido de una aplicación.

El Software de Administración y Monitoreo SATER Versión 1.0 es una interfase entre el administrador de la central y el sistema total (HMI), básicamente son dos programas enlazados, SATER y MONITOREO:

SATER es el programa base que se encarga de las funciones administrativas de la Estación Central de Monitoreo, almacenando y recuperando información en la base de datos común, y por medio de eventos OLE enlaza al programa MONITOREO.

MONITOREO se encarga de recibir los datos enviados de los sistemas de alarma locales, los interpreta y los registrar en la base de datos común.

En este capítulo se explica el programa MONITOREO y en el Capítulo 5 el programa base SATER.

4.2.1. PROGRAMA MONITOREO

Este programa establece una comunicación serial, la misma que permite recibir los datos de los sistemas de alarma locales, los almacena en un arreglo de datos, los interpreta y los registra en la base de datos para luego mostrarlos en la pantalla.

Los datos recibidos corresponden a la Tabla 3.5 del Capítulo 3, son interpretados como eventos e identificados en la base de datos por medio de la clave maestra.

Se identifica cuatro tipos de eventos: cambio de clave, incendio, pánico, emergencia y robo. En el caso de una alarma de robo se identifica la zona y el número de sensor activado.

Frente a los eventos de robo, incendio, pánico y emergencia, se activan alarmas visibles y audibles, las mismas que se desactivan por medio de una clave única. Figura 4.12.



Figura 4.12. Alarmas de incendio, emergencia, pánico y robo.

En el Anexo 6 se explica como establecer una comunicación serial en Visual Basic 6.0.

4.2.1.1. SECUENCIA DEL PROGRAMA MONITOREO

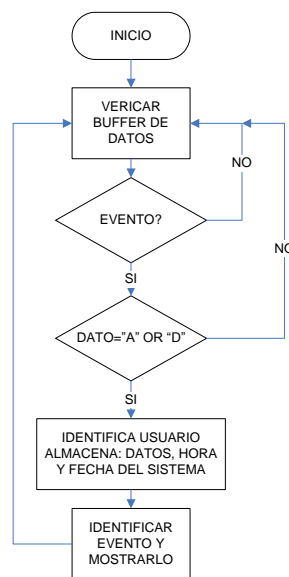


Figura 4.13. Secuencia del programa MONITOREO.

El programa MONITOREO, constantemente verifica la llegada de datos al buffer de entrada, si hay un evento almacena los datos en un arreglo, los valida y los registra en la base de datos, junto con la hora y fecha del sistema, luego identifica el usuario y muestra en la pantalla un reporte, como se puede observar en la figura 4.14.

CENTRAL DE MONITOREO
 JENNY PAOLA SALAZAR
 DIANA LILETH TERÁN
 Teléfonos: 099073155 099088356
 Correo : sater@hotmail.com

FECHA	HORA	USUARIO	UBICACION	TELEFONO	TIPO DE ALARMA	SENSOR	ZONA
10/12/2004	13:44:05	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ALARMA DESACTIVADA	----	----
10/12/2004	13:44:06	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	INCENDIO	---	---
10/12/2004	13:44:07	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ALARMA DESACTIVADA	----	----
10/12/2004	13:44:36	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	PANICO	----	----
10/12/2004	13:44:45	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ALARMA DESACTIVADA	----	----
10/12/2004	13:44:50	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	EMERGENCIA	---	---
10/12/2004	13:45:13	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ALARMA DESACTIVADA	----	----
10/12/2004	13:45:36	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ALARMA ACTIVADA	----	----
10/12/2004	13:45:57	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ROBO	1	1
10/12/2004	13:51:02	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ROBO	2	2
10/12/2004	13:51:10	DOLORES BECERRA	IMBABURA Y AZUAY	099456783	ALARMA DESACTIVADA	----	----

IMPRIMIR REPORTE EN LINEA TERMINAR

Figura 4.14. Pantalla de reporte de eventos.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- ⊕ El Sistema de Alarma Local, cuya efectividad ha sido comprobada, cuenta con accesos a modos de programación por códigos, 4 zonas completamente programables, 3 zonas de emergencia en el teclado: Pánico, Incendio, Emergencia Especial, 8 entradas para sensores, salida para sirena de alerta, visualización de alarmas en LCD, fácil programación vía teclado, batería de respaldo, leds indicadores
- ⊕ Los sensores que son los componentes básicos del sistema local de seguridad. Son los detectores de las alarmas y su función es vigilar un área determinada, para transmitir una señal al panel de control local, y éste a la estación central de monitoreo.
- ⊕ La interfase usuario – sistema de alarma local, permite la información de alarmas en la edificación frente a señales emitidas por los sensores instalados, está compuesto por un LCD, un teclado, sirena y leds indicadores.
- ⊕ La estación central de monitoreo cumple con funciones tanto administrativas como de seguridad, para lo cual utiliza el Software de Administración y Monitoreo SATER Versión 1.0.
- ⊕ Las funciones de monitoreo del Software de Administración y Monitoreo SATER Versión 1.0 integran un seguimiento permanente de los sistemas de alarma locales, recibiendo datos de los sistemas de alarmas locales e interpretándolos para registrar eventos de robo, pánico, emergencia e incendio, identificados para cada Sistema Local de Alarma, y según el requerimiento del usuario se entrega un informe de los últimos eventos registrados en el sistema total.
- ⊕ Las funciones de administración del Software de Administración y Monitoreo SATER Versión 1.0 permiten inicializar el equipo del Sistema de Alarma Local y almacenar la

información tanto de los usuarios de las alarmas locales como de los empleados; además, en cualquier momento entrega un informe de los eventos de cualquier sistema de alarma local o un historial completo.

- ⊕ El desarrollo e innovación de los sistemas de seguridad con monitoreo permanente, contribuye a disminuir el índice de robos, incrementando la confianza y satisfaciendo la necesidad de seguridad en los usuarios.
- ⊕ El uso de microcontroladores para la elaboración y automatización de sistemas de alarma, es una solución muy aceptada, estos ofrecen flexibilidad a las aplicaciones, tanto en la programación como en los resultados que se obtienen.
- ⊕ Las redes de comunicación vía radio son una alternativa confiable de comunicación en aplicaciones de alta o baja seguridad para áreas con instalaciones grandes, medianas o pequeñas. Los equipos tienen precios razonables y las nuevas tecnologías contribuyen a mejorar: el funcionamiento, confiabilidad y retorno de la inversión.
- ⊕ La comunicación vía radio contribuye en gran medida a disminuir la generación de falsas alarmas.
- ⊕ La red de radio frecuencia se diseñó e implementó con los radio módems DATA LINC SRM6100, que trabajan dentro de las bandas ISM y no necesitan confiar de un operador como una tercera parte para la comunicación, eliminando así costos de operador y costos extras por transmisión hacia la estación central de monitoreo y clientes.
- ⊕ El sistema de seguridad con monitoreo vía radio, configurado para funcionar en el modo punto – multipunto, tiene un alcance condicionado al área de cobertura de los equipos (24 Km) y está diseñado para ser instalado en edificaciones grandes, medianas y/o pequeñas.

7.2. RECOMENDACIONES

- ⊕ Para escoger el radio módem adecuado para el sistema de monitoreo se tiene que determinar el área de cobertura.
- ⊕ Es necesario que al utilizar los radio módems DATA LINC SRM6100, se verifique que las antenas estén instaladas, para luego energizarlos.

- ⊕ Se requiere que los radio módems tengan línea de vista para aprovechar la distancia de transmisión, por lo que se debe utilizar astas para elevar las antenas localizadas en los laboratorios de Electrónica y en la prevención de la Escuela Politécnica del Ejército.
- ⊕ Para la ubicación de los sensores del sistema de alarma local, se tiene que analizar los requerimientos de seguridad de la edificación.
- ⊕ Para la instalación del equipo del sistema de alarma local, se debe utilizar canaletas o tuberías internas en las paredes.
- ⊕ Se tienen que utilizar en el sistema de alarma local una batería recargable, como respaldo frente a fallas en la red de energía pública.
- ⊕ Es importante tener un respaldo del archivo de Microsoft Office Access, para evitar perder la información que generan los reportes de eventos, así como manejarla por períodos.
- ⊕ Para proyectos futuros se recomienda incrementar el número de entradas para sensores (pudiendo usar el método de la multiplexación), así como también se debe considerar el aumento del número de claves de usuario; proporcionando flexibilidad ante las necesidades de los consumidores.
- ⊕ En el mercado existen radio módems que cumplen los requerimientos de comunicación de este Sistema de Seguridad con monitoreo permanente, siendo estos menos costosos que los usados en el presente proyecto, se recomienda hacer un análisis costos-beneficios antes de la elección de un Radio Módem que cumpla con todos los requerimientos.

GLOSARIO

B

Baudio. El número de bits de información transmitidos por segundo.

D

Darlington. Configuración de un circuito a base de transistores compartiendo colectores, formando un transistor de alta corriente; el emisor del primero ataca la base del segundo proporcionando alta impedancia de entrada y elevada ganancia.

Disipador. Dispositivo metálico que se monta sobre un componente, tal como transistores de potencia, para disipar el calor.

E

EEPROM. Memoria de sólo lectura (ROM) programable, y borrrable eléctricamente.

EIA. Electronics Industry Association (Asociación de Industrias Electrónicas de los Estados Unidos).

Estación central. Es la estación donde se centraliza toda la información de un sistema multipunto.

F

FCC. Federal Communication Commission (Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos).

FHSS. Frequency Hopping Spread Spectrum (Salto de Frecuencia del Espectro Disperso)

Frequency hopping. Técnica utilizada en modulación por spread spectrum en la cual la portadora cambia de frecuencia dando brincos en el tiempo.

H

Hardware. Conjunto de todos los componentes tangibles del sistema.

HMI. Human Machine Interface (Interfaz Hombre Máquina).

I

ISM. Industrial, Scientific and Medical (Bandas de Aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas).

L

LCD. Liquid Crystal Display (Pantalla de Cristal Líquido).

M

Módem. Dispositivo que modula y remodula una señal.

N

NPN. Término utilizado para referirse a un semiconductor en el que una capa P está emplazada entre dos de tipo N.

O

Optoacoplador. Interfase que permite el acoplamiento de dos circuitos teniendo como medio la luz.

P

PC. Computador personal.

PIC. Programmable Integrated Circuit (Circuito Integrado Programable). Dispositivo Digital que acepta o lee datos aplicados a cierto numero de líneas de entrada y los procesa

de acuerdo a las instrucciones secuenciales de un programa almacenado en su memoria y suministra o escribe los resultados del proceso en un cierto número de líneas de salida.

Pila. Una estructura LIFO (último en entrar, primero en salir). Una pila se manipula necesariamente a través de subrutinas y manejo de interrupciones.

PNP. Término utilizado para referirse a un semiconductor en el que una capa N está emplazada entre dos de tipo P.

R

Radio Módem. Módem que tiene integrado un equipo de transmisión de información mediante ondas de radio.

RS232. Protocolo de comunicación entre dispositivos, donde los datos son transmitidos en forma serial como variaciones de voltaje.

S

Software. Conjunto de componentes intangibles del sistema, tales como programas y archivos.

Spread Spectrum. Técnica de modulación que dispersa su espectro sobre una gran gama de frecuencias.

T

TIA. Telecommunication Industry Association (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones de los Estados Unidos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, José; ANGULO, Ignacio, *Microcontroladores PIC Diseño Práctico de Aplicaciones*, 2ª ed., Madrid: Concepción Fernández Madrid, 1999. Capítulo 2, La familia de los PIC, p. 29-32.

ANGULO, José; ROMERO, Susana; ANGULO, Ignacio, *Microcontroladores PIC Diseño Práctico de Aplicaciones Segunda Parte PIC16F87x*, 2ª ed., Madrid: Concepción Fernández Madrid, 2000. Capítulo 2, Arquitectura, diagrama de conexiones y repertorio de instrucciones, p. 21-38.

ILLÁN, Francisco, *Los medios técnicos en seguridad y protección*. Fcoj.illan@carm.es.

COFMAN, Fernando, “*Opto’s*” – *Notas para su utilización en aplicaciones de conmutación*.

UNIVERSIDAD DE VALENCIA, *Sistemas Industriales Distribuidos*. Capítulo 2, Redes de comunicación: Topología y enlaces, p. 34.

MSDN Library Visual Studio 6.0.

MAXIM +5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers.

STMicroelectronics TIP120/121/122/125/126/127 Complementary Silicon Power Darlington Transistors.

TOSHIBA 4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28 (Short) Photocoupler GaAs Ired & Photo-Transistor.

<http://www.cybercursos.net>, *Redes Inalámbricas*.

<http://www.data-linc.com>, *Radio modems SRM6100*.

<http://www.microchip.com>, *Microchip PIC16F87XA Data Sheet 28/40-pin Enhanced FLASH Microcontrollers*.

<http://www.sss-mag.com/printer.html>, *Spread Spectrum*.