

Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo.

Facultad De Ingeniería Eléctrica.

“Diseño De Un Sistema De Monitoreo y Control De Una Casa Habitación, Utilizando Mensajes De Texto Vía Celular.”

TESIS

Para Obtener El Título De:

INGENIERO ELECTRICISTA.

PRESENTA:

LUCERO ARIADNA NÚÑEZ FERNÁNDEZ.

ASESOR:

ING. FÉLIX JIMÉNEZ PÉREZ

MORELIA, MICH. NOVIEMBRE DEL 2006.

AGRADECIMIENTOS.

Antes de agradecer a todas las personas importantes en mi vida, a Dios tengo que agradecerle por iluminarme en todos mis días de existencia otorgándome, bendiciones y protección; y por permitirme terminar otra etapa.

A mis padres, por ser un ejemplo, en todos los aspectos importantes de mi desarrollo, además que gracias a todo su apoyo, termine mi carrera, y por ser mi motor en todos los aspectos y por siempre darme mucho cariño.

A todos mis familiares por ser un apoyo incondicional, por siempre creer en mí, además de brindarme todos los medios existentes para que logre todos mis propósitos y por ver siempre por mi bienestar.

A mis amigos por apoyarme en todos los momentos incondicionalmente, por todos esos instantes que vivimos, ya que en conjunto me otorgaron un ambiente propicio para llegar hasta esta etapa de mi vida.

Al Ing. Félix Jiménez Pérez, por haberme dado la oportunidad de realizar la tesis contando con su apoyo como asesor, además por compartir todos sus conocimientos, por la disposición para que este trabajo, se realizara de una manera rápida y con un buen ambiente de trabajo.

ÍNDICE.

AGRADECIMIENTOS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del sistema.....	1
1.3 Objetivos.....	3
1.4 Descripción de los capítulos	3
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA CELULAR	5
2.1.- Historia del sistema de telefonía celular.....	5
2.2.- Definiciones básicas	6
2.3.-Estructura básica de un sistema celular	7
2.3.1 Terminal celular móvil.....	8
2.3.2 Estación base (BTS).....	8
2.3.3 Estación de control y conmutación	8
2.3.4 Radio canales	9
2.4 Las generaciones de la telefonía inalámbrica.....	9
2.4.1 Primera generación (1G).....	10
2.4.2 Segunda generación (2G).....	10
2.4.3 Generación (2.5 G).....	10
2.4.4 Tercera generación (3G)	11
2.5 El sistema TDMA.....	12
2.6 El sistema GSM.....	13
2.6.1 Bandas de frecuencia de los distintos sistemas GSM.....	14
2.6.2 Arquitectura GSM.....	15
2.7 El sistema CDMA.....	18
2.7.1 Aparición de la Alternativa CDMA	18
2.7.2 Técnicas CDMA	19
2.7.7 Tecnología Selecta de la Tercera Generación	20
CAPITULOIII: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MENSAJES CORTOS.	21
3.1 El MODEM del teléfono celular.....	22
3.1.1 Funcionamiento de un módem	23
3.2 Los comandos AT.....	24
3.2.1 Cómo Usar los Registros.....	25
3.3 Comandos AT para el manejo de mensajes cortos.	26
3.4 Estándares de compresión de datos.....	27
3.4.1 Codificación de la información.....	27
3.5 El formato PDU.....	28
3.5.1 Recepción de un mensaje en formato PDU.....	28
3.5.2 Compresión del mensaje en formato PDU.....	30

CAPITULO IV: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.	31
4.1 El teléfono utilizado.	31
4.2 El microcontrolador utilizado.	33
4.2.1. El puerto serie.	35
4.2.1.1 Modo Asíncrono	36
4.2.2 Los puertos paralelos.	40
4.2.3 Memoria de programa.	43
4.2.4 Memoria RAM.	45
4.2.5 Interrupciones.	46
4.2.5.1 Operación de la interrupción.	47
4.3 Los sensores propuestos.	48
4.3.1 Sensor de humo.	48
4.3.2 Sensor Pirólico.	50
4.3.3 Sensor de gas	53
4.3.4 Acoplamiento de los sensores al microcontrolador.	55
4.4 Los actuadores.	58
4.4.1 Válvula de gas	58
4.4.2 Relevadores.	59
4.4.3 Actuador de la puerta	60
4.5 Display LCD	63
CAPITULO V: EL SOFTWARE DESARROLLADO.	67
5.1 El programa principal	67
5.1.1 Inicialización de los periféricos del microcontrolador.	69
5.1.2 Control del Display	70
5.1.3 Conexión del teléfono.	71
5.2 Comunicación con el teléfono	72
5.2.1 Envío de un carácter.	72
5.2.2 Envío de cadenas.	72
5.2.3 Recepción de carácter	73
5.2.4 Recepción de cadena.	73
5.3 Máquina de estados	73
5.3.1 El estado del teléfono.	75
5.3.2 Inicializar el teléfono	75
5.3.3 Verificar si llega mensaje.	75
5.3.4 Procesa sensores.	76
5.3.5 Interrupciones	76
CAPITULO VI: MANUAL OPERATIVO.	78
CONCLUSIONES.	85
GLOSARIO	87
APENDICE A tabla juego de caracteres ASCII	94
APENDICE B características del microcontrolador.	95
APENDICE C características del MAX3232C.	96
APENDICE D Código del sistema.	98

APENDICE E características del sensor de gas.....	105
APENDICE F características del sensor pirólico.....	107
APENDICE G características del sensor de gas.	109
BIBLIOGRAFÍA:	111
REFERENCIAS.	112

ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Figura 1.1 Diagrama general de bloques del sistema.....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2.1 Estructura Basica de un Sistema Celular.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2.2 Transformación de los datos en el sistema TDMA.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2.3 Arquitectura GSM.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2.4 Arquitectura de GSM (1).</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4.1 Teléfono utilizado en el sistema.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 4.2 Terminales del teléfono.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4.3 Diagrama de terminales del Microcontrolador PIC16F876</i>	<i>35</i>
<i>Figura 4.4 Modo Asíncrono.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 4.5 Diseño impreso del circuito acoplador.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4.6 Diagrama Esquemático del Circuito Acoplador</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4.7 Conexión con el teléfono.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4.8 Circuito comparador</i>	<i>40</i>
<i>Figura 4.9 Conexión del Display LCD</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.10 Diagrama de Conexión del puerto A.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 4.11 Memoria de Programa.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4.12 Bancos de memoria RAM.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 4.13 Registro INTCON.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4.14 Sensor humo.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4.15 Sistema experimental para espectroscopia fotopiroeléctrica en configuración inversa, utilizando el estudio térmico del transporte de calor.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4.16 Funcionamiento del sensor pirólico.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 4.17 Desventajas del sensor.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4.18 Sensor Pirólico.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4.19 Sensor de Gas.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 4.20 Circuito Básico de Medición.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.21 Diagrama esquemático del acoplamiento de los sensores al sistema.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4.22 Circuito básico del acoplamiento de los sensores.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4.23 Válvula de Gas.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.24 Relevador</i>	<i>60</i>
<i>Figura 4.25 Chapa electromecánica.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.26 Vistas de la Chapa electromecánica.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.27 Diagrama esquemático del acoplamiento de los actuadores al sistema.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.28 Circuito básico del actuador.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.29 Diagrama de conexión general del display</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.30 El display LCD utilizado</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.31 Diagrama esquemático de la conexión del display LCD</i>	<i>66</i>
<i>Figura 5.1 Máquina de estados del sistema.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 6.1 Diseño del circuito impreso de control.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 6.2 Circuito de control</i>	<i>79</i>
<i>Figura 6.3 Circuito de control con el display ensamblado</i>	<i>79</i>
<i>Figura 6.4 Circuito de control por la parte trasera.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 6.5 Diseño del circuito impreso de los sensores y actuadores.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 6.6 Circuito de la parte de los sensores</i>	<i>81</i>

<i>Figura 6.7 Circuito completamente ensamblado</i>	<i>82</i>
---	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 3.1 Ejemplo de la conversión de un mensaje en formato PDU.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4.1 Características del PIC16F876.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4.2 Configuración de los registros manejados por el puerto A</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4.3 Pines de conexión del LCD.....</i>	<i>64</i>

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.

En la vorágine de cambios tecnológicos que se han manifestado en las tres últimas décadas en el mundo, la telefonía junto con el desarrollo de la electrónica y en la actualidad de la microelectrónica, así como las comunicaciones no han quedado al margen de ello.

En un mundo globalizado, donde las telecomunicaciones han convertido las distancias en algo que ha pasado a la historia y nuestro planeta es ahora una pequeña aldea global, comunicada y enlazada en su totalidad.

La telefonía celular es tal vez el medio de comunicación telefónico más común y utilizado, pero no está limitado a contactar personas ya que su campo de aplicación es apenas ilimitado y uno de ellos es su utilización como medio de control y monitoreo de la seguridad y funcionalidad de una casa.

La presente tesis tiene el fin de desarrollar un sistema de apoyo electrónico con el uso del teléfono celular para controlar, diferentes sistemas contenidos.

Dado que ya existe esta tecnología, pero por desgracia es de origen extranjero y de alto costo, de aquí la necesidad de su desarrollo a bajos costos, que puedan estar al alcance de la población en general y demostrar que existe la capacidad intelectual y académica de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana y de sus egresados.

En este trabajo se presenta la descripción general del sistema de telefonía celular desde sus orígenes, clasificación y las 2 etapas de desarrollo del sistema, el hardware y el software del sistema.

1.1 Descripción del sistema.

En esta tesis se desarrolló un sistema, el cual por medio de mensajes de texto vía celular nos permite contar con monitoreo y control en una casa habitación; dicho sistema

cuenta con 3 sensores uno que monitorea movimientos en la casa, otro sensor esta a cargo de verificar si hay presencia de humo y el ultimo sensor se encarga de monitorear que no exista una fuga de gas; con estos 3 sensores podremos conocer el estado general en que se encuentra nuestra casa habitación. Para completar este sistema de manera eficiente y completo, se cuenta con 3 actuadores digitales que realizan el control, pues en el caso de la activación de un sensor en el sistema, este envía su estado en un mensaje de texto vía celular al propietario de manera automática, y con los actuadores el propietario, tomará una decisión enviando un mensaje de texto al sistema y este realizará una acción, como si se detecta una fuga de gas en el hogar el propietario con solo enviar un mensaje de texto que diga “cortar el servicio de gas” esta fuga se eliminará y evitará infortunios. En la Figura 1.1 observamos el diagrama de bloques del sistema, además podemos conocer los componentes, que interactúan en éste; el diagrama del sistema, nos ayuda a comprender de una manera general, el funcionamiento del mismo.

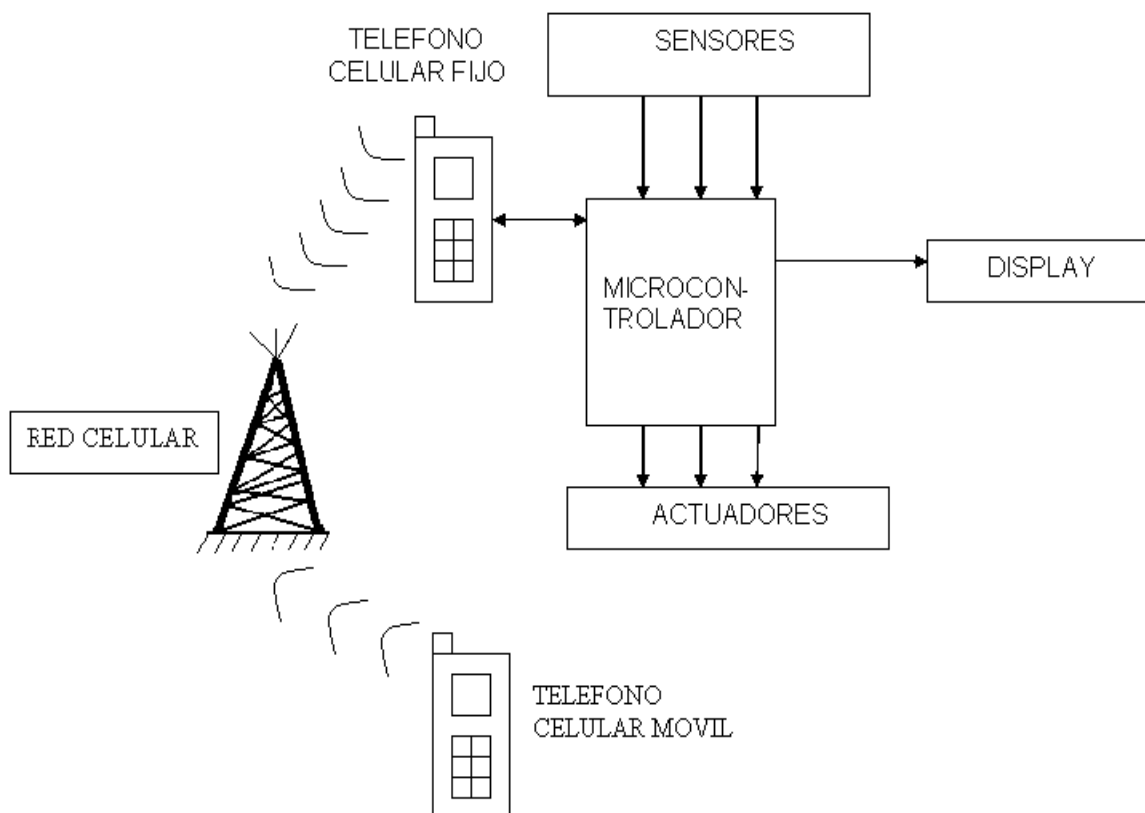


Figura 1.1 Diagrama general de bloques del sistema.

1.3 Objetivos.

El objetivo principal de esta tesis es diseñar y construir un sistema de control y monitoreo de una casa habitación basado en los mensajes de texto de telefonía celular, utilizando 2 teléfonos celulares, uno fijo en la casa habitación, y el otro teléfono es el de uso común. El sistema tiene la función de monitorear el estado en que se encuentran varios sensores ubicados en la casa habitación, en el momento que alguno de los sensores se activa, el sistema ubicado en la casa envía un mensaje de texto, describiendo la causa al equipo móvil, donde el usuario utilizando otro mensaje, puede controlar y monitorear al sistema fijo. Además hacemos uso de recursos estudiados durante la carrera como son: microcontrolador, sensores, actuadores y por supuesto la parte del software, una idea general de la parte de hardware nos la muestra la figura 1.1.

Otro objetivo de esta tesis, es el aplicar los conocimientos adquiridos durante toda la carrera, con el fin de desarrollar tecnologías que aporten un beneficio a la sociedad, esto es para concretar la satisfacción personal de haber terminado la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Como futuro Ingeniero Electricista se tiene la obligación de aprovechar las tecnologías ya existentes, para abaratar costos y más personas tengan acceso a nuevos servicios que mejoren su nivel de vida.

1.4 Descripción de los capítulos

En este primer capítulo se desarrolla una panorámica general del proyecto de tesis que incluye el objetivo del trabajo y la motivación para el desarrollo del sistema, como se puede observar, en realidad es un capítulo muy pequeño, sencillo y explícito, este capítulo contiene un pequeño resumen de los capítulos desarrollados en la tesis.

En el Capítulo 2 se presenta una reseña histórica de la telefonía celular, además de una descripción completa de los sistemas, TDMA, GSM, CDMA; este capítulo nos muestra

las características de cada uno de los sistemas de telefonía celular instalados en el país, para así elegir alguno de estos tres sistemas según la necesidad de los usuarios.

En el Capítulo 3 es analizado el sistema de mensajes cortos (SMS), cómo se envían y reciben. Qué es un MODEM, para qué sirve, y por qué de la importancia del MODEM en nuestro sistema. Además se presentan los comandos AT y la utilización de los mismos. Así como la explicación del formato PDU.

En el Capítulo 4 se presenta una descripción del Hardware del sistema, el microcontrolador, los puertos serie, los sensores, la interfaz del teléfono y los circuitos que se elaboraron para nuestro sistema.

En el Capítulo 5 muestra una explicación del software que se realizó para programar el microcontrolador y el cual es el corazón del sistema, se incluye la explicación de todas las rutinas realizadas y por último incluye la máquina de estados.

En el Capítulo 6 se presenta el manual operativo del sistema, y las fotos del diseño del mismo, así como una pequeña reseña de cómo funciona el sistema.

Y por último se muestra las conclusiones en general, se muestran las ventajas, desventajas y mejoras a futuro de este sistema, además de la viabilidad su aplicación de manera comercial en la sociedad

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TELEFONÍA CELULAR

Las tecnologías de comunicación inalámbricas han tenido mucho auge y desarrollo en estos últimos años. Una de las que ha tenido mayor desarrollo ha sido la telefonía celular. Por este motivo es importante conocer sobre: la historia de la telefonía celular, la estructura básica de un teléfono celular, los conceptos básicos, los sistemas que la componen.

El objetivo de este capítulo es detallar los puntos antes mencionados, para así poder entender el porque se diseñó así nuestro sistema.

2.1.- Historia del sistema de telefonía celular.

Desde sus inicios a finales de los 70's han, revolucionado enormemente las actividades que realizamos diariamente. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios; las hace sentir más seguras y las hace más productivas.

A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para la transmisión de voz, la tecnología celular actual es capaz de brindar otro tipo de servicios, como son datos, audio y video con algunas limitaciones. Sin embargo, la telefonía inalámbrica del mañana hará posible aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho de banda.

Martín Cooper fue el pionero de esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radioteléfono, en 1973 en Estados Unidos, mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio Japón por la compañía NTT [Yucatán abril 2006].

En 1981, los países nórdicos introdujeron un sistema celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, en Estados Unidos, gracias a que la entidad reguladora de ese país adoptó reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en 1983 se puso en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago.

Con ese punto de partida, en varios países se diseminó la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional alámbrica. La tecnología tuvo gran aceptación, por lo que a los pocos años de implantarse se empezó a saturar el servicio. En ese sentido, hubo la necesidad de desarrollar e implantar otras formas de acceso múltiple al canal de comunicación y transformar los sistemas analógicos a digitales, con el objeto de darles cabida a más usuarios. Para separar una etapa de la otra, la telefonía celular se ha caracterizado por contar con diferentes generaciones.

2.2.- Definiciones básicas

Las definiciones, juegan un papel importante, debido a que entendiendo los conceptos básicos es más fácil comprender el funcionamiento del sistema. A continuación se mencionan las definiciones, más relevantes [Tanenbaum, 2000]

Telefonía Celular: Es aquella telefonía en la cual el área de cobertura es dividida en celdas y sectores. El medio de Transmisión/Recepción entre el abonado y la central es inalámbrico, a través de canales de radiofrecuencia.

Telefonía Celular Móvil: Es aquella telefonía celular en la cual, la Terminal del abonado puede desplazarse de un lugar a otro (manteniendo una comunicación establecida) con una velocidad de desplazamiento de hasta 200 Km./h.

Telefonía Celular Low Mobility: Es aquella telefonía celular en la cual, la Terminal se puede desplazar pero a una baja velocidad (low mobility), de entre 10 a 40 Km./h. En realidad es un sistema wireless local loop el cual se explica a continuación, pero goza de movilidad gracias a un algoritmo de compensación de tiempo de retardo, y utiliza

el mismo tipo de equipo telefónico de los celulares móviles, pero con acceso en el tiempo (TDD).

Wireless Local Loop (WLL): Permite prestar el servicio de telefonía fija, también bajo los criterios de la telefonía celular, pero la Terminal no dispone de movilidad. La trayectoria desde la central de conmutación hasta el abonado (local loop) es por medios inalámbrica (wireless). Cuando la voz es empaquetada se denomina WLL-IP

Acceso Fijo Inalámbrico (FWA): Es el tramo entre el abonado (fijo) y la estación base, utilizando como medio de transmisión el espectro radioeléctrico. Puede pasar cualquier servicio como: telefonía, internet, broad band, etc.

Personal Communications System (PCS): Es aquel que proporciona accesibilidad universal a servicios como: voz, datos, video, audio, mensajes, posicionamiento, Internet, etc., en forma inalámbrica, a usuarios móviles. Comúnmente se le asocia a la telefonía móvil celular.

2.3.-Estructura básica de un sistema celular

En [Neri Vela, 1988] nos informa que un sistema de telefonía celular consta de cuatro elementos, vistos gráficamente en la figura 2.1y descritos más adelante:

- Terminal celular móvil
- Estación base
- Estación de control y conmutación
- Radio canales

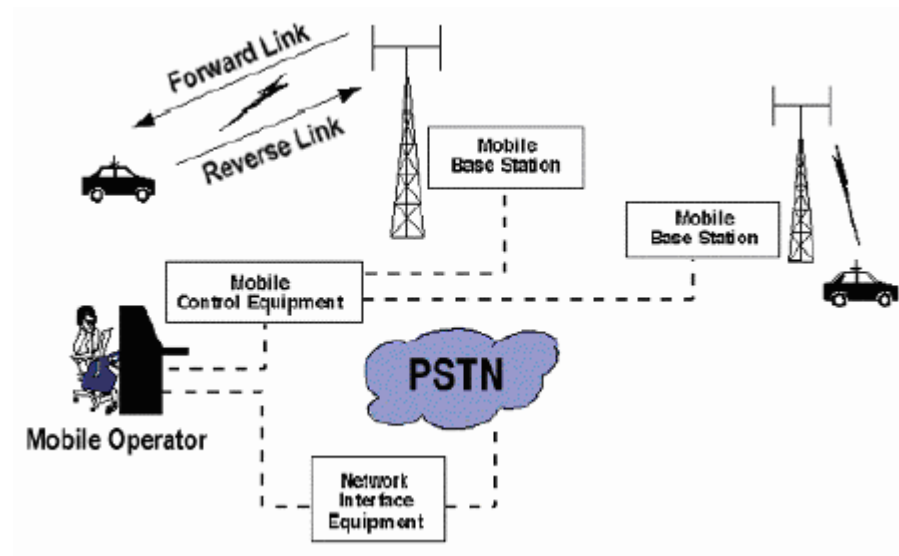


Figura 2.1 Estructura Básica de un Sistema Celular.

2.3.1 Terminal celular móvil.

Es el equipo electrónico que permite a un abonado hacer o recibir llamadas, está compuesto por: unidad de control, fuente de alimentación, transmisor/receptor, antena. Es portátil, transportable, movable de un lugar a otro. Realiza una actualización periódica de la señal recibida de la estación base, envía información para registrarse en la estación base.

2.3.2 Estación base (BTS)

Es la estación central dentro de una celda, conocida como BTS (Base Transceiver Station), realiza el enlace de RF a las terminales celulares, transmite información entre la celda y la estación de control y conmutación, monitorea la comunicación de los abonados.

Esta conformado por: unidad de control, unidad de energía, antenas sectoriales (que utilizan métodos de diversidad para captar la mejor señal), TRAU (unidad encargada de adaptar y hacer la conversión de código y velocidad de las señales), y Terminal de datos.

2.3.3 Estación de control y conmutación

Conocido comúnmente como MTSO (mobile telephony switching office), cuando aplica tecnología GSM se denomina MSC (mobile switching center), y para redes Wireless Local Loop se denomina XBS.

La estación de control y conmutación es el elemento central del sistema, sus funciones principales son:

- Coordina y administra todas las BTS
- Coordina las llamadas entre la oficina de telefonía fija y los abonados, así como las llamadas entre las terminales celulares y los abonados, a través de las BTS
- Se encarga de la facturación (billing)
- Dirige el Hand off entre diferentes radio bases
- Tiene un software de gestión: network management system
- Se interconecta a centrales TANDEM para comunicarse con otras redes telefónicas.
- Puede ser de 2 tipos (de acuerdo al área geográfica y cantidad de tráfico):
 - Centralizado: una única central para toda el área de concesión del operador, usa topología estrella.
 - Descentralizado: más de una central, distribuido en el área de concesión.

Las BTS, Central y TANDEM se interconectan vía enlaces de fibra óptica, o vía microondas (enlaces de datos de alta velocidad - SDH).

2.3.4 Radio canales

Se entiende por Radio Canal al par de frecuencias portadoras más un time slot, que van a servir como canales de tráfico en una comunicación. De estas 2 frecuencias una va a ser la frecuencia de Tx de la estación base y Rx del terminal, la otra frecuencia va a ser la de Rx de la estación base y Tx del terminal. Transportan datos y voz entre el abonado y las estaciones base, cada abonado sólo puede usar un canal a la vez.

2.4 Las generaciones de la telefonía inalámbrica.

En [soretel, abril 2006] nos describe de una manera clara y precisa las generaciones que han existido hasta tiempos actuales dentro la telefonía celular.

2.4.1 Primera generación (1G)

La primera generación de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja, tenían baja velocidad. En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad (Basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access) y, además, la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System).

2.4.2 Segunda generación (2G)

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System por Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Personal Communication Services).

2.4.3 Generación (2.5 G)

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3G. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas, ya que cuenta con más capacidades adicionales que los sistemas 2G, como: GPRS (General Packet Radio

System), HSCSD (High Speed Circuit Switched), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B e IS-95Bm entre otros. Los carriers europeos y estadounidenses se mueven a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón se introdujo directo de 2G a 3G también en el 2001.

2.4.4 Tercera generación (3G)

La 3G se caracteriza por la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y alta transmisión de datos.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz, como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos. Las redes 3G empiezan a operar en el 2001 en Japón, por NTT DoCoMo; en Europa y parte de Asia en el 2002, en Estados Unidos y otros países.

Asimismo, en un futuro próximo los sistemas 3G alcanzarán velocidades de hasta 384 kbps, permitiendo una movilidad total a usuarios, viajando a 120 kilómetros por hora en ambientes exteriores. También alcanzará una velocidad máxima de 2 Mbps, permitiendo una movilidad limitada a usuarios, caminando a menos de 10 kilómetros por hora en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.

En relación a las predicciones sobre la cantidad de usuarios que podría albergar 3G, The Yankee Group nos informa que en el 2004 hay más de 1,150 millones en el mundo, comparados con los 700 millones que hubo en el 2000. Dichas cifras nos anticipan un gran número de capital involucrado en la telefonía inalámbrica, lo que con mayor razón las compañías fabricantes de tecnología, así como los proveedores de servicios de telecomunicaciones estarán dispuestos a invertir su capital en esta nueva aventura llamada 3G.

2.5 El sistema TDMA

La tecnología TDMA comprime las conversaciones (digitales), y las envía cada una utilizando la señal de radio utilizando un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.

Codificador de fonía de 13 Kb de alta calidad: La estructura de canales de TDMA no permite más que un codificador de telefonía de 8 Kb y se planeó para evolucionar a un codificador de 4 Kb; [Tanebaum, 2000]

La interfaz de radio está basada en el sistema GSM estructurado como TDMA con 200 KHz, portadoras divididas en ocho intervalos de tiempo (timeslots-TS) usando modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (Gaussian minimumshift- keying - GMSK). En GPRS, cada intervalo de tiempo puede dar típicamente servicio a varios usuarios de paquetes de datos, y se puede asignar más de un intervalo de tiempo a los usuarios para aumentar el caudal de datos [Garg Wilkes, 1999].

[Steele y otros ,2001] explica que la red suministra interconexión con el sistema TDMA para la paginación en circuitos conmutados y las funciones que se relacionan con la gestión de movilidad. Classic puede ser ampliado para que incluya portadoras de 200 kHz adicionales que transporten o bien canales de control o bien canales de paquetes de datos puros y la señalización asociada o combinaciones de ambos. Estas portadoras pueden ser introducidas en un patrón de reutilización de frecuencia de 1/3, lo que significa que la capacidad puede ser incrementada de forma significativa. Sin embargo, los canales de control no se usan en un patrón de reutilización de frecuencia de 1/3.

En la figura 2.2 se muestra de manera más sencilla como funciona el sistema TDMA pues lo que hace este sistema es convertir la información analógica a información binaria.

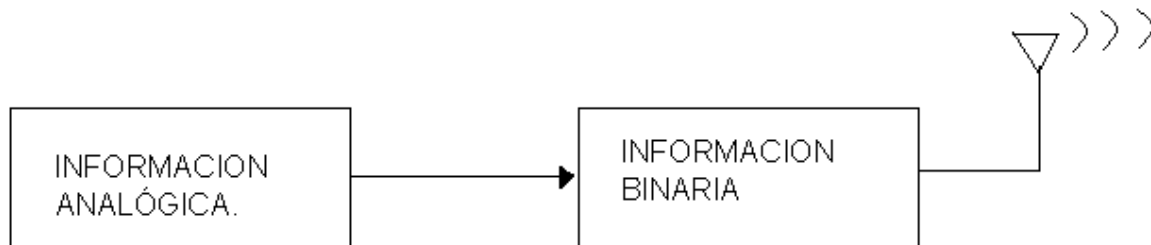


Figura 2.2 Transformación de los datos en el sistema TDMA

2.6 El sistema GSM.

[M. Red1 y otros, 1995] dice que la tecnología GSM es la más utilizada y avanzada del mundo, con presencia en más de 210 países en el año de 1995. Esta tecnología es usada por cerca de 1.369 millones de usuarios, lo cual representa más del 74 por ciento de los usuarios de telefonía inalámbrica en el mundo.

El sistema GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) es un sistema de telefonía celular para la transmisión digital de voz y datos con una gran calidad que se está extendiendo por todo el mundo. Para poder utilizar el servicio de datos, se debe disponer de un teléfono celular compatible, abonarse al servicio GSM, utilizar un cable GSM y emplear un software de comunicaciones compatible con GSM.

El sistema GSM proporciona al módem inalámbrico características de línea terrestre y de telefonía digital GSM; puede utilizar el módem para transferir datos por las líneas telefónicas o para realizar la transmisión a través de un teléfono celular. Puede enviar y recibir archivos, faxes y mensajes cortos (SMS), y acceder a servicios en línea y a Internet. Puede efectuar estas transferencias de datos desde cualquier lugar dentro el área de cobertura de su proveedor de servicios de telefonía GSM. Consulte la documentación del sistema GSM para obtener información sobre su configuración, conexión y uso.

Nos informa [Garg Wilkes, 1999] las características y beneficios esperados de GSM son:

- 1) Calidad de voz superior (igual o mejor que los sistemas celulares analógicos existentes).
- 2) Bajo costo operacional, de compra y de servicio de las unidades móviles.
- 3) Alto nivel de seguridad (alta confidencialidad y prevención de fraudes).
- 4) Roaming Internacional (un solo número de directorio en todo el mundo).
- 5) Terminales portables-personales de baja potencia.
- 6) Una gran variedad de nuevos servicios y de facilidades de red. Calidad requerida en los servicios de GSM. El estándar GSM impone una variedad de requisitos en la calidad de los servicios ofrecidos al usuario. Algunos de estos requisitos son:

- El tiempo que debe transcurrir al activar un servicio hasta que el servicio este disponible debe ser de 4 segundos en el sistema local y de 10 segundos cuando el móvil está en roaming.
- Tiempo de conexión de 4 segundos cuando se hacen llamadas a otras redes.
- Tiempo de liberación de 2 segundos cuando la llamada a otras redes concluye.
- El tiempo para alertar a un móvil de una llamada entrante debe ser igual a 4 segundos en el primer intento y de 15 segundos en el intento final.
- La duración del Hand-Off o Hand-Over debe ser de 150 ms si es de una célula a otra y de 100 ms si es de un sector a otro dentro de la misma célula.

2.6.1 Bandas de frecuencia de los distintos sistemas GSM.

En la pagina de [Nokia, abril 2006] nombra, las bandas de frecuencia de los sistemas GSM existentes.

GSM-900:

Cuenta con 124 canales en dos sub-bandas de 25 Mhz c/u en los rangos 890 Mhz-915 Mhz y 935 Mhz-960 Mhz, con ancho de banda (BW) por canal de 200 Khz. Cada portadora se divide en cuadros de datos (frames) donde cada frame tiene 8 rebanadas de tiempo (time slot), con una duración de frame de 4.6 ms. Separación entre la portadora del Down Link y del Up Link: 45 Mhz.

DCS-1800

Cuenta con 374 canales en dos sub-bandas de 75 Mhz c/u en los rangos 1710Mhz-1785 Mhz y 1805 Mhz – 1880 Mhz, con BW por canal de 200 Khz. Separación entre la portadora del Down Link y del Up Link: 75 Mhz.

PCS-1900

Cuenta con 374 canales en dos sub-bandas de 75 Mhz c/u en los rangos 1850Mhz-1925 Mhz y 1930 Mhz – 2005 Mhz, con Ancho de banda (BW) por canal de 200 Khz. Separación entre la portadora del Down Link y del Up Link: 75 Mhz.

2.6.2 Arquitectura GSM.

Un sistema GSM está basado, principalmente, en tres subsistemas: El Subsistema de Red y de Conmutación, El Subsistema de la Radio Base y el Subsistema de Soporte de Operación. GSM especifica no solamente la interfaz aérea, sino también las principales interfases que identifican a los distintos elementos. En la información de [Garg Wilkes, 1999] menciona que hay tres interfases dominantes

Interfaz entre: El MSC y el Controlador de la Radio Base (BSC).

Interfaz Abis entre el BSC y el transceptor de la Radio Base (BTS).

Interfaz Um entre el BTS y la Unidad Móvil (MS).

En la figura 2.3 observamos con que subsistemas cuenta la estructura del sistema GSM, de una manera gráfica y más fácil de entender.

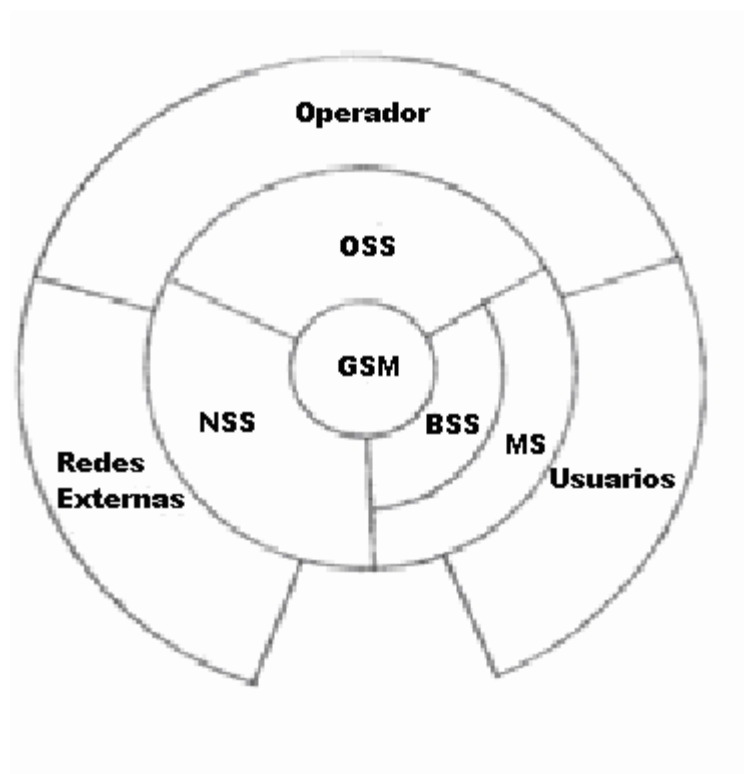


Figura 2.3 Arquitectura GSM

BSS BASE STATION SUBSYSTEM (Subsistema de la Radio Base)

NSS NETWORK AND SWITCHING SUBSYSTEM (Subsistema de Red y Comunicación)

OSS OPERATIONAL SUBSYSTEM (Subsistema Operacional)

MS MOBILE STATION (Unidad Móvil)

En la página de [Nokia abril, 2006] indica que una unidad se puede dividir en dos partes. La primera incluye al hardware y al software que soporta la interfaz entre el radio y el usuario. La segunda parte incluye datos específicos del usuario y de la Terminal en la forma de una tarjeta inteligente (Smart Card), la cual se puede considerar una Terminal lógica y a la que se le conoce como tarjeta SIM. La tarjeta SIM se conecta a la primer parte de la unidad móvil y permanece así mientras el usuario así lo decida.

Sin la tarjeta SIM el móvil no está asociado con ningún usuario y en consecuencia no puede recibir ni realizar llamadas (excepto una llamada de emergencia, si la red lo

permite). La tarjeta SIM la entrega el proveedor del servicio al usuario cuando éste se suscribe, mientras que la primera parte del móvil se puede adquirir en las tiendas especializadas. La unidad móvil tiene las siguientes identidades:

IMEI (Internacional Mobile Equipment Identity).

IMSI (Internacional Mobile Subscriber Identity).

ISDN number.

SIM: La tarjeta SIM lleva la siguiente información:

IMSI.

Ki (Authentication Key).

Subscriber information.

Access Control class.

Kc (Cipher Key).

TMSI (actualizado por la red).

Servicios adicionales de GSM.

LAI (Identidad del área donde está ubicado)

PLMN perdida.

La Radio Base o Estación Base o Subsistema de la Estación Base (BSS) es el equipo físico que permite y propicia la comunicación entre el MSC y el móvil (MS), la comunicación entre la BSS y el móvil se da a través de la interfaz inalámbrica (Um). El sistema BSS se compone, a su vez, de el BTS y el BSC y la comunicación entre estas dos se da a través de la conexión Abis, esta descripción nos la otorga [Neri Vela, 1988].

En la figura 2.4 se describe gráficamente la arquitectura del sistema GSM en donde vemos como interactúan los componentes del sistema GSM, para lograr la comunicación, y es la interfaz más utilizada en comunicaciones, dentro del sistema GSM, a grandes rasgos esta figura muestra la Interfaz Abis entre el BSC y el transceptor de la Radio Base (BTS).

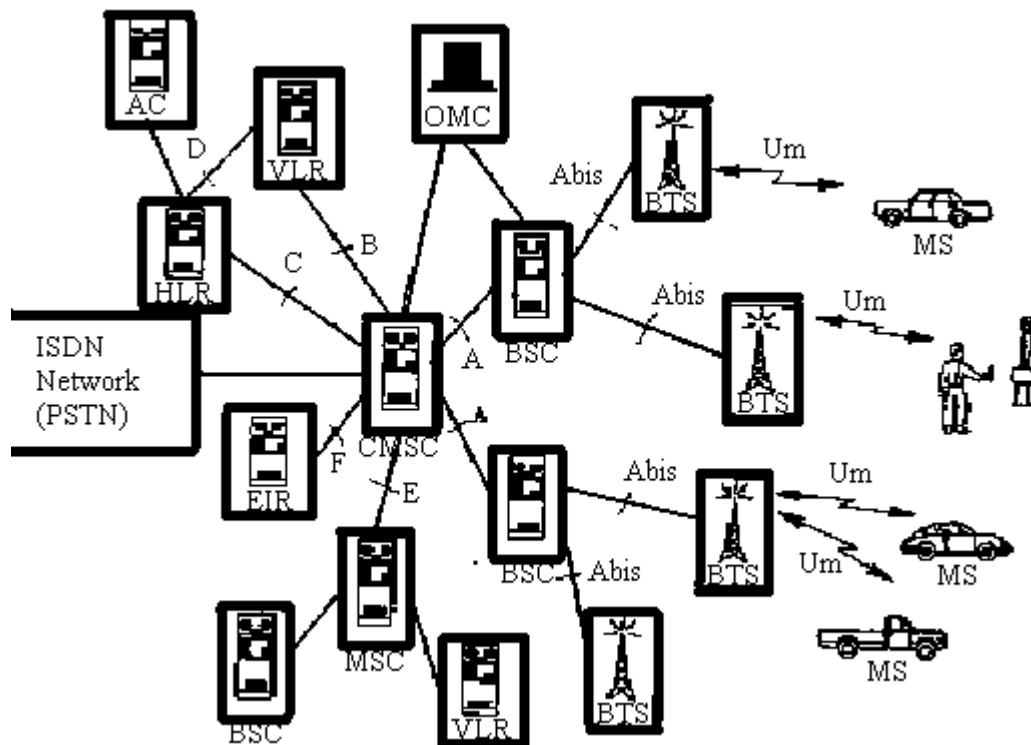


Figura 2.4 Arquitectura de GSM (1).

2.7 El sistema CDMA

2.7.1 Aparición de la Alternativa CDMA

Mientras estaba en marcha el despliegue y la optimización de TDMA, surgió como alternativa una nueva tecnología conocida como CDMA, conforme iba madurando en los laboratorios de investigación y procesamiento de normas de Norteamérica. Mientras Bell Mobility se enfrentaba al retraso requerido para que la industria rediseñara la tecnología de TDMA, llevó a cabo evaluaciones teóricas y de pruebas sobre el campo de la tecnología CDMA. A fin de cuentas, se llegó a la conclusión de que era preferible un cambio importante para introducir la tecnología de CDMA, en lugar de seguir mejorando por incrementos la antigua tecnología de TDMA. Como resultado de su amplia evaluación se consideró que podría llegar a lograrse que funcionara el sistema TDMA; pero que nunca podría llegar a tener las ventajas de calidad, capacidad y funcionalidad que tenía CDMA. [CDMA, abril 2006].

2.7.2 Técnicas CDMA

El protocolo de acceso múltiple por división en código (CDMA), puede ser incluido tanto entre los protocolos con contienda como entre los protocolos sin contienda. Será un protocolo sin contienda sin el número de transmisiones simultáneas hace que el nivel de interferencia esté por debajo de un umbral, de modo que en el receptor pueda recuperarse la señal satisfactoriamente. Si no es éste el caso estaremos ante un protocolo con contienda, puesto que habrá una colisión en el momento en el que el nivel de interferencia supere dicho umbral.

Los protocolos con contienda los usuarios pueden realizar la transmisión prácticamente en cualquier momento en el que tengan necesidad. A estos protocolos también se les conoce como protocolos de acceso aleatorio. En los protocolos de acceso aleatorio, un usuario no tiene la certeza de que sus paquetes de datos no vayan a colisionar con los de otro, sin embargo tienen la gran ventaja de que la sincronización del sistema

En CDMA múltiples usuarios pueden transmitir, y la distinción entre las distintas señales es posible si se conoce el código con el que se creó la señal CDMA. Esto es posible siempre y cuando el número de usuarios que transmiten simultáneamente sea inferior a un cierto umbral, por debajo del cual la interferencia que suponen nos permita realizar la decodificación. Por lo tanto la medida de la calidad del enlace vendrá dada por la relación señal a interferencia (Signal to Interference Ratio - SIR), puesto que es ésta la que nos limita la capacidad del sistema.

El modo en que se consigue una señal CDMA por secuencia directa es, como ya dijimos, multiplicar la señal modulada para ser transmitida por una secuencia de ruido pseudoaleatoria. La señal, una vez recibida en el receptor, se vuelve a multiplicar por la misma secuencia pseudoaleatoria, obteniéndose la señal original si las secuencias usadas en transmisión y en recepción son iguales. Mientras que los códigos que han sido asignados a los usuarios sean ortogonales, se puede asegurar la discriminación de la señal deseada de todas las demás.

[Steele y otros 2001] respalda la información de las técnicas que utilizó el sistema CDMA para obtener ciertas ventajas sobre el sistema TDMA.

- Codificadores de telefonía de velocidad variable, que reducen la velocidad de transmisión cuando el altavoz no esté funcionando. Esta técnica permite que el canal se compacte más eficientemente, dando como resultado capacidad adicional.
- Se emplean técnicas de control de fuerza para mantener la potencia transmitida en el mínimo absoluto que se requiere para dar como resultado una llamada de gran calidad. La relación con la capacidad es como sigue:

Menos potencia = menos energía = menos interferencias = mayor capacidad

2.7.7 Tecnología Selecta de la Tercera Generación

Los sistemas analógicos AMPS se denominan tecnología inalámbrica de primera generación, mientras que los sistemas digitales tales como CDMA, TDMA y GSM son de la segunda generación. El mundo está trabajando en la actualidad en sistemas de tercera generación para proporcionar un respaldo de servicio de datos realizado a comienzos de la próxima década. Sin que importe si esos sistemas de la tercera generación se despliegan a corto plazo o como parte de un plan de largo alcance, es importante tomar en consideración esta próxima evolución de la tecnología al escoger la actual. Este tipo de planeación de la tecnología asegura una migración agradable y eficiente en costos cuando el mercado requiera la introducción de características y servicios avanzados.

Se consideraba que CDMA sería probablemente la base para los sistemas de la tercera generación, dadas sus capacidades técnicas inherentes para dar respaldo a una mayor capacidad y servicios de datos realizados, que son dos elementos clave de las comunicaciones inalámbricas de la tercera generación. En la actualidad, la mayor parte del mundo ha aceptado que los sistemas de la tercera generación se basarán en CDMA [Steele y otros, 2006]

CAPITULOIII: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MENSAJES CORTOS.

El sistema de telefonía celular cuenta con una herramienta muy útil, que son los mensajes cortos y sus iniciales son SMS, estas iniciales corresponden a las palabras inglesas Short Message Service (Servicio de Mensajes Cortos). Este servicio de telefonía móvil consiste básicamente en el intercambio de mensajes que pueden incluir letras, números y otros caracteres.

Este intercambio, además de realizarse entre teléfonos móviles, también se puede producir entre aplicaciones informáticas y terminales e incluso entre aplicaciones (mensajería máquina-máquina), por ejemplo:

- Envío desde aplicaciones: mensajes publicitarios a una base de datos de clientes
- Envío desde un móvil a una aplicación: votaciones en concursos, petición de un contenido (logo o melodía para personalizar el móvil)
- Intercambio de mensajes entre aplicaciones: envío automático de un mensaje de alarma disparada por un dispositivo de lectura (por ejemplo un termómetro); el mensaje lo recibe una aplicación que actúa en función de la información recibida, por ejemplo enviando un aviso a un técnico de mantenimiento.

En el 2003 se determinó que existen aproximadamente 37 millones de terminales móviles en el interior de la República Mexicana, lo que supone que más de un 75% de la población dispone de teléfono móvil y por lo tanto son usuarios potenciales de servicios SMS (mensajes cortos).

- Se calcula que durante el año 2003 se han enviado más de 18,000 millones de mensajes SMS, en la Republica Mexicana

- EL SMS no tiene limitaciones geográficas ya que la cobertura de la red celular, que es la que soporta este servicio, es prácticamente total.
 - Se está dando una gran explosión del SMS en la población, principalmente entre los más jóvenes; sin embargo en la actualidad, el SMS está penetrando cada vez más en los hábitos de las personas de edad media.
 - El entorno de utilización está evolucionando del ámbito residencial al empresarial, siendo cada vez más las empresas que los usan para comunicar con sus empleados e incluso con los clientes.
 - La forma de tarificación de los SMS ha facilitado también su uso como medio de pago, ya que de esta forma los usuarios no tienen que hacer uso de la tarjeta de crédito ni dar sus datos bancarios para realizar compras de pequeños importes.
- [Telcel mayo 2006]

Debido a que los SMS son un medio para comunicarnos de forma rápida y sobre todo económica, y actualmente las empresas comienzan a descubrir el enorme potencial de ellos como herramienta de comunicación masiva, ya que existe un parque de terminales que actualmente ronda los 37 millones de unidades. Por este motivo se pensó en ellos para formar el medio de comunicación del sistema por lo tanto en este capítulo analizaremos: el MODEM ya que es necesario para el envío de SMS, los comandos AT que son aquellos que permiten realizar acciones con él, el formato PDU ya que con este formato es con el cual se envían los SMS en cualquier comunicación con el microcontrolador.

3.1 El MODEM del teléfono celular.

El módem es un dispositivo que permite conectar dos computadoras remotas utilizando la línea telefónica, de forma que puedan intercambiar información entre sí. El módem es uno de los métodos mas extendidos para la interconexión de computadoras por su sencillez y bajo costo.

La gran cobertura de la red telefónica convencional posibilita la casi inmediata conexión de dos computadoras si se utiliza módems. El módem es por todas estas razones

el método más popular de acceso a la Internet por parte de los usuarios privados y también de muchas empresas. La información que maneja el ordenador es digital, es decir esta compuesta por un conjunto discreto de dos valores el 1 y el 0. Sin embargo, por las limitaciones físicas de las líneas de transmisión no es posible enviar información digital a través de un circuito telefónico [Tanenbaum 2000].

Para poder utilizar las líneas de teléfono (y en general cualquier línea de transmisión) para el envío de información entre computadoras digitales, es necesario un proceso de transformación de la información. Durante este proceso la información se adecua para ser transportada por el canal de comunicación. Este proceso se conoce como MODulación-DEModulación esta es la función que realiza el módem.

Distintos módems se comunican a velocidades diferentes. La mayoría de los módems nuevos pueden enviar y recibir datos a 33,6 Kbps y faxes a 14,4 Kbps. Algunos módems pueden bajar información desde un Proveedor de Servicios Internet (ISP) a velocidades de hasta 56 Kbps.

Los módems de ISDN (Red de Servicios Digitales Integrados) utilizan líneas telefónicas digitales para lograr velocidades aun más veloces, de hasta 2 Mbits (Infinitum).

3.1.1 Funcionamiento de un módem

La computadora consiste en un dispositivo digital que funciona al encender y apagar interruptores electrónicos. Las líneas telefónicas, por lo contrario, son dispositivos analógicos que envían señales como una corriente continua. El módem tiene que unir el espacio entre estos dos tipos de dispositivos. Debe enviar los datos digitales de la computadora a través de líneas telefónicas analógicas. Esto se logra modulando los datos digitales para convertirlos en una señal analógica; es decir, el módem varía la frecuencia de la señal digital para formar una señal analógica continua. Y cuando el módem recibe señales analógicas a través de la línea telefónica, hace lo opuesto: demodula, o quita las frecuencias variadas de la onda análoga para convertirlas en impulsos digitales. De estas dos funciones, MODulación y DEModulación, surgió el nombre del módem.

Existen distintos sistemas para modular una señal analógica y el transporte de la información digital

Otros mecanismos como la modulación de fase o los métodos combinados permiten transportar más información por el mismo canal.

3.2 Los comandos AT.

Los módem siempre funcionan en uno de estos modos: el modo de comando o el modo en línea.

- El modo comando se usa para la configuración del módem o para marcar, este se puede comunicar con el módem a través del conjunto de comandos AT. Después de ejecutar un comando, el módem regresa un código de resultado de confirmación o rechazo.
- Después de que se establezca una conexión con un módem o máquina de fax remota, el módem pasa al modo en línea (a menos que el modificador de marcado lo especifique de otra manera). En el modo en línea, el módem recibe caracteres desde la computadora, convirtiendo estos en señales analógicas y luego transmite estas a través de la línea telefónica. Se pueden introducir comandos únicamente cuando el módem está en el modo comando. No pueden entrar comandos cuando el módem está en el modo en línea, es decir, enviando o recibiendo datos mediante las líneas telefónicas. Si el módem se encuentra en el modo en línea, regresa al modo comando bajo las siguientes circunstancias [frisnit mayo 2006]:
 - Un punto y coma (;) ocurre al fin de la secuencia de marcado.
 - El módem recibe una secuencia de escape definida o una señal de interrupción mientras está en el modo en línea.
 - Se desconecta la llamada.
 - No puede completar una llamada satisfactoriamente o el portador de datos del módem remoto se desconecta.

Si ocurre un error durante la ejecución de una línea de comando, el procesamiento se detiene y todo aquello que sigue al comando incorrecto se ignora.

3.2.1 Cómo Usar los Registros

Los comandos AT se usan para indicarle al módem qué debe hacer una sola vez.

Los registros S le indican al módem cómo funcionar todo el tiempo. Los registros S se usan para establecer ciertos parámetros que describen cómo funciona el módem, en otras palabras, el módem se olvida de la mayoría de los comandos AT tan pronto como los ejecuta; no obstante, recuerda la última configuración de cada registro S y sigue obedeciendo esta configuración hasta que cambia.

Lectura de un Registro S: se puede leer el contenido de un registro S dado al introducir el comando `ATSn?` Por ejemplo, para mostrar el contenido del registro S11, aplique este comando:

`ATS11?`

Valores predeterminados del registro S durante la fabricación, los registros S del módem fueron programados para contener ciertos valores. Estos valores predeterminados del registro S se establecen para que funcionen de manera confiable bajo la mayoría de circunstancias. No obstante, usted puede modificar los valores si fuera necesario. Por ejemplo, tal vez requiera bastante tiempo obtener tono para marcar en su oficina, así que usted puede volver a fijar S6 para un período más largo de espera.

Modificación de un Registro S Usted puede cambiar el valor de un registro S al entrar el comando `ATSn=r`. En este comando, "n" es el número del registro a modificar y "r" es el valor al que desea configurar el registro. Por ejemplo, para establecer el registro 37 en 7, entre:

`ATS37=7`

El registro S37 está ahora establecido en el valor de 7.

Programación de los Registros S. Los registros S contienen parámetros que controlan el funcionamiento del módem. Para programarlos se usa el comando ATS (Numero _ registro) = (valor_a_establecer). [Frisnit mayo 2006]

3.3 Comandos AT para el manejo de mensajes cortos.

A continuación se muestra la lista de comandos AT que se usan con más frecuencia, como ya lo mencionamos antes, estos comandos le dan instrucciones al MODEM para poder enviar mensajes, es importante mencionar que se localizaron en la ETSI Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (European Telecommunications Standards Institute) la cual es la organización que norma a estos comandos la liga para más información se encuentra en [Dreamfabric mayo 2006].

AT pone en alerta al MODEM para las siguientes instrucciones que el usuario va a elegir.

ATZ~MVXD=0,0 este comando presenta en la pantalla el mensaje “MODEM ACTIVADO”

AT+CMGF este comando da el formato del mensaje (texto o PDU).

AT+CMPS este comando nos indica el lugar de almacenamiento del mensaje.

AT+CNMI este comando configura la alerta de un nuevo mensaje se ha recibido.

AT+CMGR este comando es para leer un mensaje que existe en la memoria.

AT+CMGW este comando almacena un mensaje a la memoria del celular.

AT+CMGD este comando borra un mensaje existente en la memoria.

AT+CMSS este comando envía un mensaje desde la memoria.

AT+CMGS este comando envía el mensaje a la red celular

3.4 Estándares de 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 podemos 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 relaciones de compresión 4:1.

Estas tasas son las máximas que se pueden conseguir. Las mejores tasas se consiguen con ficheros de tipo texto o gráficos generados por la computadora. Si la información esta ya comprimida con alguna utilidad tipo arj o zip, estos protocolos no pueden ya comprimir mas la información y en estos casos incluso se pierde capacidad.

Si se envía información ya comprimida en la computadora, el módem ya no podrá comprimirla más, y en estos casos los protocolos de compresión perjudican el rendimiento del módem. [Frisnit mayo, 2006]

3.4.1 Codificación de la información

La información de la computadora se codifica siempre en unos y ceros, que como se ha visto, son los valores elementales que una computadora digital es capaz de reconocer. La combinación de 1 y 0 permite componer números enteros y números reales. Los caracteres se representan utilizando una tabla de conversión. La más común de estas tablas es el código ASCII que utilizan los ordenadores personales. Sin embargo existen otras y por ejemplo los grandes ordenadores de IBM utilizan el código EBCDIC.

La información codificada en binario se transmite entre los ordenadores. En las conexiones por módem los bits se transmiten de uno en uno. Pero además de los códigos originales de la información, los equipos de comunicación de datos añaden bits de control que permiten detectar si ha habido algún error en la transmisión. Los errores se deben principalmente a ruido en el canal de transmisión que provoca que algunos bits se mal interpreten. La forma más común de evitar estos errores es añadir a cada palabra (conjunto de bits) un bit que indica si el número de 1'S en la palabra es par o impar. Según sea lo primero o lo segundo se dice que el control de paridad es par o impar. Este simple mecanismo permite detectar la mayor parte de errores que aparecen durante la transmisión de la información.

La información sobre longitud de la palabra (7 ó 8 bits) y tipo de paridad (par o impar) es básica en la configuración de los programas de comunicaciones. Otro de los parámetros necesarios son los bits de paro. Los bits de paro indican al equipo que recibe que la transmisión se ha completado (los bits de paro pueden ser uno o dos).

3.5 El formato PDU.

El formato PDU tiene la ventaja de que es compatible con todos los formatos, incluso con el formato texto; por esta razón decidimos utilizarlo para nuestro sistema, y previamente este se ha utilizado en trabajos anteriores en la facultad, además de que los otros formatos son una variante de este formato.[Luna Reyes 2004].

A continuación analizaremos las 2 formas en que funciona este formato, ya sea la recepción de un mensaje en formato PDU y el envío de un mensaje en formato PDU.

3.5.1 Recepción de un mensaje en formato PDU.

Al recibir un mensaje, el MODEM recibe una cadena; al decodificarla cuenta con el mensaje codificado, pero además de esto también trae consigo información como el número de donde se generó el mensaje, el centro de servicios SMS, la hora y fecha en que se envió el mensaje etc.

Cabe mencionar que el mensaje está en formato hexadecimal, pues los demás datos se encuentran en formato de nibbles decimales.

Como ejemplo para mostrar la estructura de un mensaje recibido en formato PDU el mensaje de prueba fue “1”. Ver tabla en el apéndice A para las equivalencias del mensaje en hexadecimal.

0891254901001014F0040AA844135201113B006040408133910A15
F17ABA2C7F83EAEE30081E6697E9E150281302

- ▶ 08 long de la información del SMS.
- ▶ 91 formato del número de teléfono internacional
- ▶ 254901001014F0 n° del centro de servicios SMS
- ▶ 04 1er byte del centro de servicios SMS
- ▶ 0A long del número del teléfono del remitente y es un 10 decimal.
- ▶ A8 tipo de formato del número de remitente
- ▶ 4413520111 número de teléfono del remitente
- ▶ 3B protocolo identificador
- ▶ 00 esquema codificación datos
- ▶ 60,40,40,81,33,91,0A año/mes/día/hrs./min./seg.
- ▶ 15 longitud mensaje que es de 1 byte

► F17ABA2C7F83EAE30081E6697E9E150281302 mensaje(“quiero una paleta!!!”)

3.5.2 Compresión del mensaje en formato PDU.

Para el envío de un mensaje es necesario utilizar la tabla del apéndice A en donde se encuentran los códigos ASCII de 7 bits, cabe mencionar que para la transmisión se requiere de 8 bits, y por lo tanto se requiere del siguiente algoritmo, con el propósito de comprimir los datos a enviar.

La codificación de un mensaje consiste en concatenar al bit mas significativo del primer carácter, al bit menos significativo del segundo carácter, esto dará como resultado que el primer carácter tenga 8 bits y el segundo carácter tenga 6 bits, en el siguiente paso los 2 bits menos significativos del tercer carácter se concatenarán con el bits más significativo del segundo carácter, y así el segundo carácter tendrá 8 bits y el tercero tendrá 5 bits, y así se hace hasta el séptimo carácter, el cual contará con 0 bits y se eliminará y se volverá a iniciar la cuenta. Todo este algoritmo es con el objetivo de comprimir la información del mensaje y así poder enviar una mayor cantidad; ya que comprime de 8 a 7 bits. [Dreamfabric, mayo 2006]

Tabla 3.1 Ejemplo de la conversión de un mensaje en formato PDU

Código ASCII	h	e	l	l	o	h	e	l	l	o
Decimal	104	101	108	108	111	104	101	108	108	111
Binario	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111	1101000	1100101	1101100	1101100	1101111
Binario comprimido	11101000	00110010	10011011	11111101	01000110	10010111	1101101		11101100	110111
SMS hexadecimal	E8	32	9B	FD	46	97	D9	EC	37	

CAPITULO IV: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.

El sistema está implementado en 2 etapas, la primera etapa es la elaboración del hardware, la cual está analizada en este capitulo y la segunda etapa que está conformada por el software se analiza en el capitulo 5.

El contenido del capitulo cuenta con la información de los elementos que son necesarios para la construcción del sistema y los cuales son: el teléfono fijo utilizado, el microcontrolador y sus recursos utilizados en el sistema, los sensores que conforman el monitoreo de la casa habitación, los actuadores que son aquellos que deshabilitan o habilitan según sea la necesidad de algún servicio y por ultimo anexamos una etapa importante que es la del acoplador, aunque no se utilizo el prototipo final, durante todo el proceso de construcción fue una herramienta necesaria.

4.1 El teléfono utilizado.

Uno de los elementos básicos en la implementación del sistema, es el canal de comunicación, en este caso se utilizó un teléfono celular. El equipo telefónico a utilizar debe de ser un equipo capaz de enviar y recibir mensajes cortos esto implica que cuente con MODEM , además tiene que contar con el protocolo de interfaz serie RS232. Debido a que el equipo TRIUM G310 cumple con estas características, además de que este equipo ya ha sido utilizado previamente, por lo tanto se conoce el funcionamiento de este equipo, por ende se eligió este modelo; además de que ya se contaba con el y no se tenía que hacer una nueva inversión, ni de tiempo, ni monetario; cabe mencionar que ya se tiene un avance muy grande pues conocemos los comandos AT que controlan el MODEM de este teléfono y se mencionaron en el capítulo 3.

El celular es marca MITSUBISHI modelo TRIUM G310; este equipo está especificado para trabajar con redes GSM 1900 las características de esta red se analizaron en el capitulo 2, en la figura 4.1 se muestra el teléfono que se utiliza en el sistema que se desarrolló.



Figura 4.1 Teléfono utilizado en el sistema.

La configuración que tienen las patitas del conector del teléfono se muestran en la figura 4.2 y estas terminales son fundamentales para nuestro desarrollo.

PIN 3 TX se encarga de la transmisión del teléfono al exterior.

PIN 10,15 GND (Deben de ir unidas).

PIN 14 RX se encarga de la recepción de los datos de entrada al teléfono.

Es importante mencionar que el equipo telefónico tiene una velocidad de comunicación de 19200 bauds, utiliza el protocolo de comunicación tipo serie, con un nivel de voltaje TTL; además utiliza 8 bits de datos, 1 bit de stop, sin paridad.

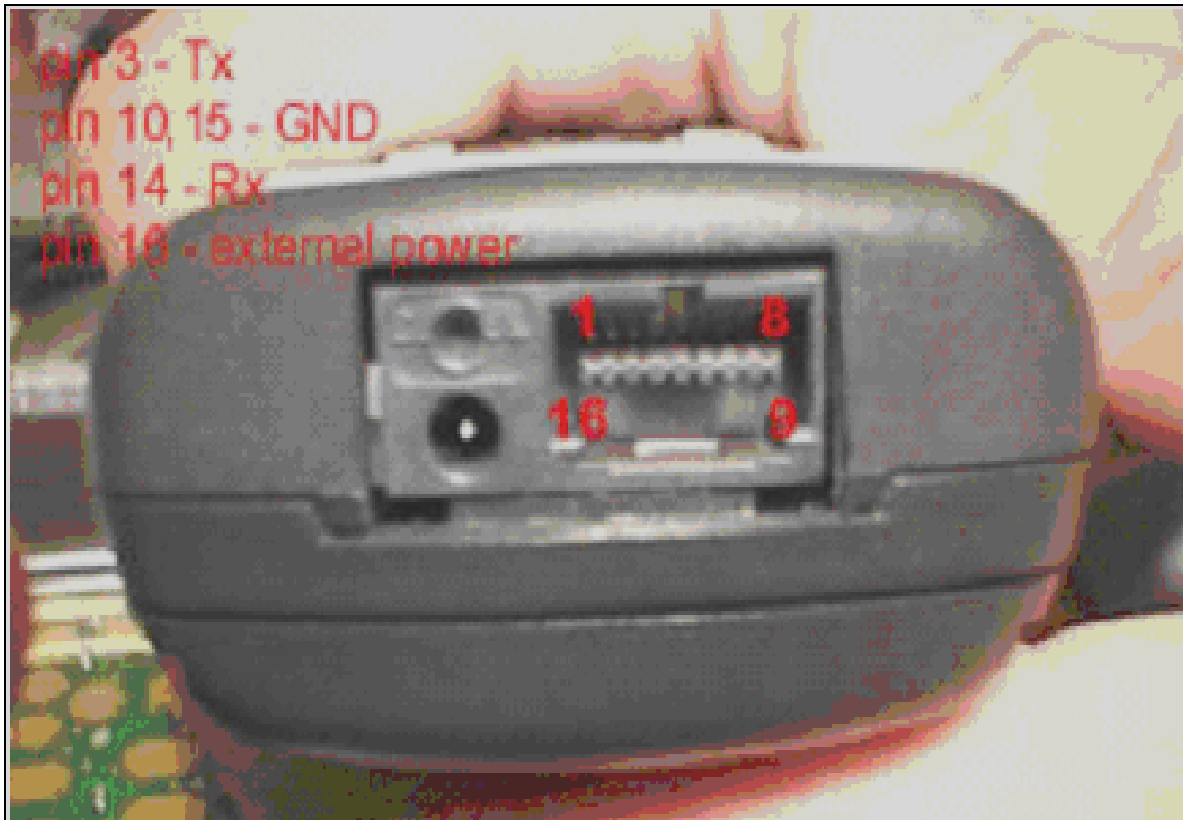


Figura 4.2 Terminales del teléfono.

4.2 El microcontrolador utilizado.

En el desarrollo de nuestro proyecto se utiliza el microcontrolador PIC16F876 el cual se utiliza para controlar al sistema, en conjunto con la tarjeta diseñada por el laboratorio de electrónica, son una computadora básica y su diseño grafico se puede observar en el capitulo 6 en la figura 6.1, y para una muestra de la importancia que tiene el microcontrolador dentro del sistema se observa en la figura 1.2 del capitulo 1, además que el microcontrolador es de bajo costo y que tiene muchas características útiles para el desarrollo de nuestro proyecto con el propósito de que sea óptimo y económico.

Los recursos utilizados del microcontrolador para el desarrollo del proyecto son: la memoria RAM, memoria de Programa (FLASH), puertos paralelos, puertos serie y las interrupciones. Todos estos recursos mencionados nos facilitan el desarrollo del proyecto y por lo tanto es necesario dar una descripción de cada uno de ellos más adelante.

A continuación se muestran las características del PIC16F877 (ver más información apéndice B) en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Características del PIC16F876

Memoria de Programa	8192 x 14	Words
Memoria de Datos	256	Bytes EEPROM
	368	Bytes RAM
Convertidor A/D		8 canales de 10 bits
BOD (Detector de Bajo Voltaje)		Si
Pines de Entrada / Salida		22
Comunicación serie		USART/MSSP
Módulos CCP		2
Timers o Temporizadores		1-16 bits, 2-8 bits, 1 WDT
Frecuencia máxima (Mhz)		20
Programación serie (ICSP)		Si
Encapsulados		28 pines PDIP
Fuentes de Interrupción		14
Comunicación Paralelo		No
Depuración ICD		Si
Comparadores analógicos		Solo en la versión “A”

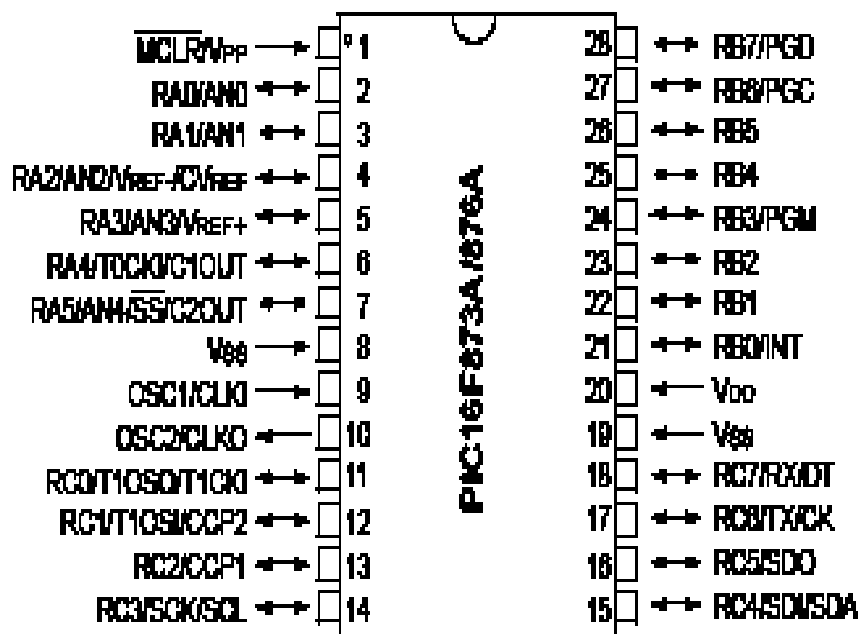
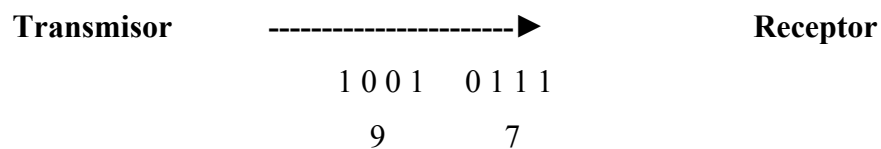


Figura 4.3 Diagrama de terminales del Microcontrolador PIC16F876

4.2.1. El puerto serie.

En la comunicación serie sólo se utiliza una línea para la transmisión de datos, y otra para la recepción, opcionalmente alguna línea o líneas para protocolo. Por ejemplo, en la siguiente figura se muestra como se transmitiría en serie el dato (97):



La desventaja obvia de la comunicación serie es que los bits de un dato se envían de uno en uno, en este caso se requieren 8 ciclos de reloj para enviar un byte, mientras que la comunicación en paralelo envía la misma palabra en un solo ciclo.

Este puerto de comunicación se encuentra en el puerto C, consta de 8 líneas bidireccional y es programable como de entrada ó salida, por medio del registro TRISC.

A este puerto se le considero dentro del proyecto para la utilización del puerto serie debido que la Terminal RC6 tiene como una de sus funciones compartidas la línea de transmisión USART; y en la Terminal RC7, la línea de recepción USART; que son las necesarias para utilizar el puerto de comunicación serie.

4.2.1.1 Modo Asíncrono

En este modo de operación, los datos viajan sobre dos líneas de comunicación, TX y RX, estos datos viajan a una velocidad de comunicación controlada por la USART, la cual debe de ser la misma en ambos dispositivos. Este sistema permite que los datos viajen de manera simultánea en ambos sentidos. Una de las aplicaciones más populares de este sistema de comunicación es el protocolo RS-232; el cual se caracteriza por utilizar solamente 2 líneas de comunicación por las cuales se envía la información de forma secuencial.

El protocolo serie RS-232, contiene las siguientes características:

7 u 8 bits de datos

Un bit de inicio

Un bit de stop

Utiliza el formato NRZ (Sin retorno a cero)

En la figura 4.4 se muestra el diagrama del modo asíncrono de transmisión de datos y nos ayuda a entender el funcionamiento.

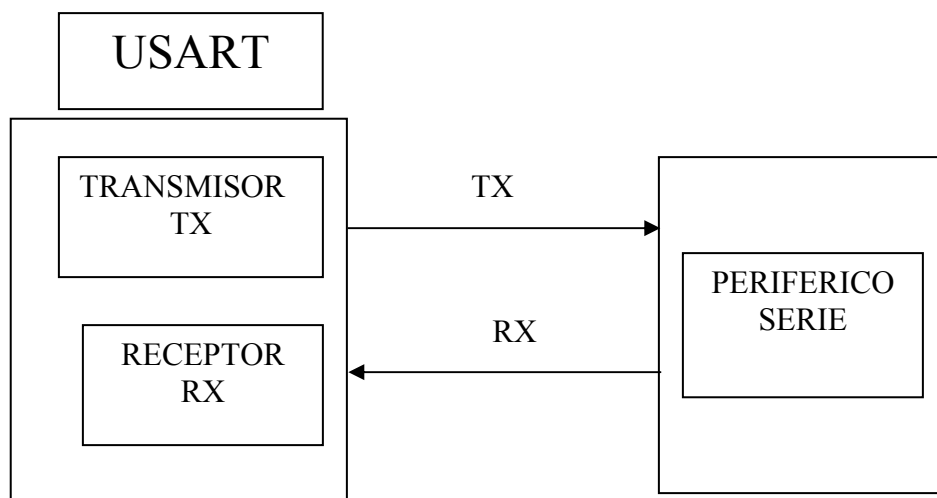


Figura 4.4 Modo Asíncrono.

Ya que los equipos que se utilizan en el desarrollo de nuestro sistema manejan diferentes niveles de voltajes en las señales de comunicación serie, se elaboró un circuito el cual nos facilita la interfaz entre ambos dispositivos, debido a que el celular tiene un puerto serie que maneja de 0-3.3v y el microcontrolador maneja un puerto serie que funciona de 0-5v, por lo tanto debemos de incrementar el nivel de voltaje de salida en la señal de transmisión (TX) de 3.3v a 5v, esto es con el objetivo de poder lograr la comunicación serie sin dañar alguno de los equipos.

En la figura 4.5 se muestra la imagen del diseño impreso del circuito de comunicación entre el teléfono y el microcontrolador que forman parte del sistema; y en la figura 4.2.1.3 se muestra una foto del circuito ya instalado.

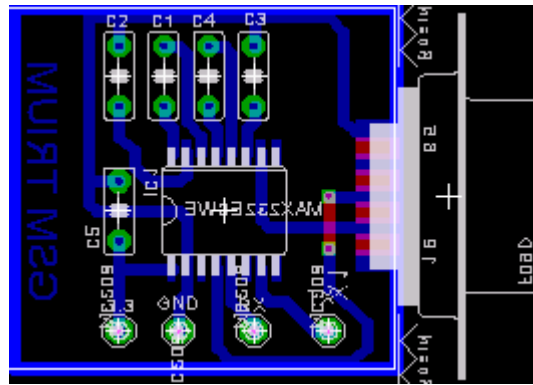


Figura 4.5 Diseño impreso del circuito acoplador.

En la figura 4.6 observamos el diagrama esquemático del circuito acoplador, y como se puede observar se muestra detenidamente las conexiones y los dispositivos electrónicos utilizados en el circuito que contiene el MAX3232 (ver más información en el apéndice C).

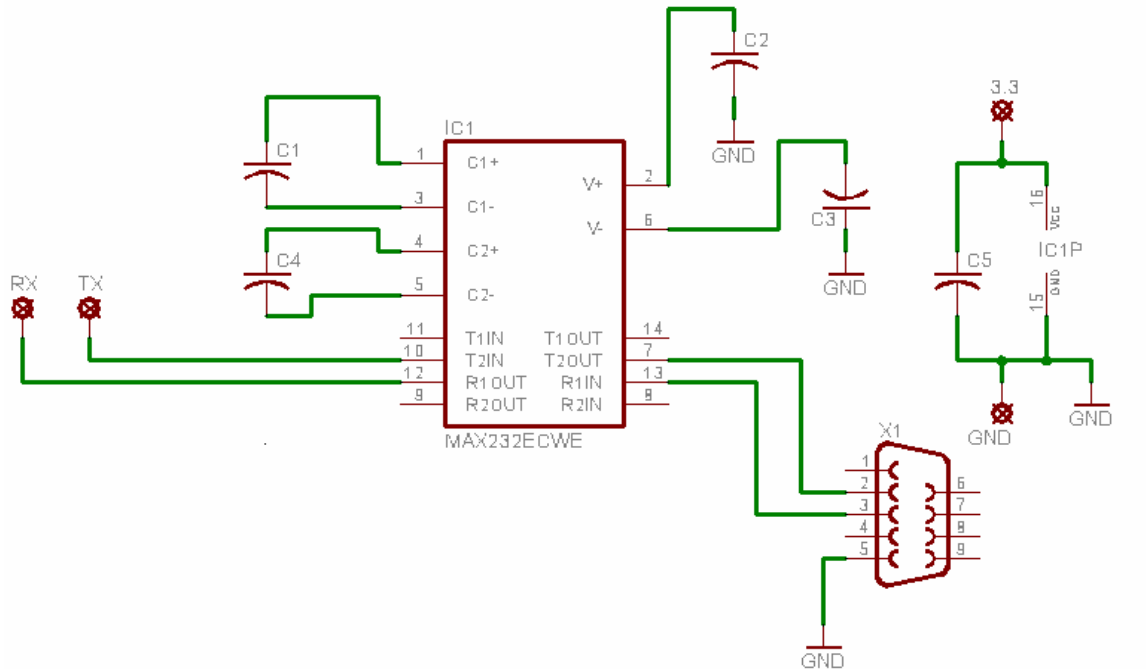


Figura 4.6 Diagrama Esquemático del Circuito Acoplador

Al realizar las pruebas iniciales de comunicación, se acondicionó la señal del celular para funcionar a los niveles de voltaje que maneja el protocolo RS-232, para esto se elaboró el siguiente circuito, con un componente llamado MAX232C, y en la figura 4.7 se muestra la conexión del circuito con el teléfono.



Figura 4.7 Conexión con el teléfono.

Una característica del circuito Max3232C es que se utiliza como un acoplador entre niveles de 0 a 3.3 V a niveles de +12 a -12, esto permite evaluar la operación utilizando una computadora, este Max3232C se encuentra en el tarjet del microcontrolador. Para conectar el teléfono al microcontrolador, se requiere de otro Max3232C, el cual es el que está localizado en el circuito de la figura 4.7

En la construcción del prototipo final fue necesario incluir el circuito de la figura 4.8 para así ya no incluir el circuito acoplador mostrado anteriormente, esto con el fin de que sea más compacto el sistema y no contenga tantas conexiones; este circuito funciona comparando los voltajes del teléfono maneja niveles de voltaje de 0 a 3.3 v y el sistema necesita 0's o 1's lógicos y por lo tanto este circuito nos apoya a lograr este objetivo pues si hay un nivel de voltaje de 2.5v o menos obtenemos un cero lógico a la salida del comparador el cual se conecta a RC7 del microcontrolador, pero si encontramos niveles de voltaje mayor a 2.5v nos da un uno lógico; y es importante mencionar que este circuito

permite acoplar el microcontrolador con el teléfono sin la necesidad de utilizar el MAX3232 como explicamos al principio del párrafo.

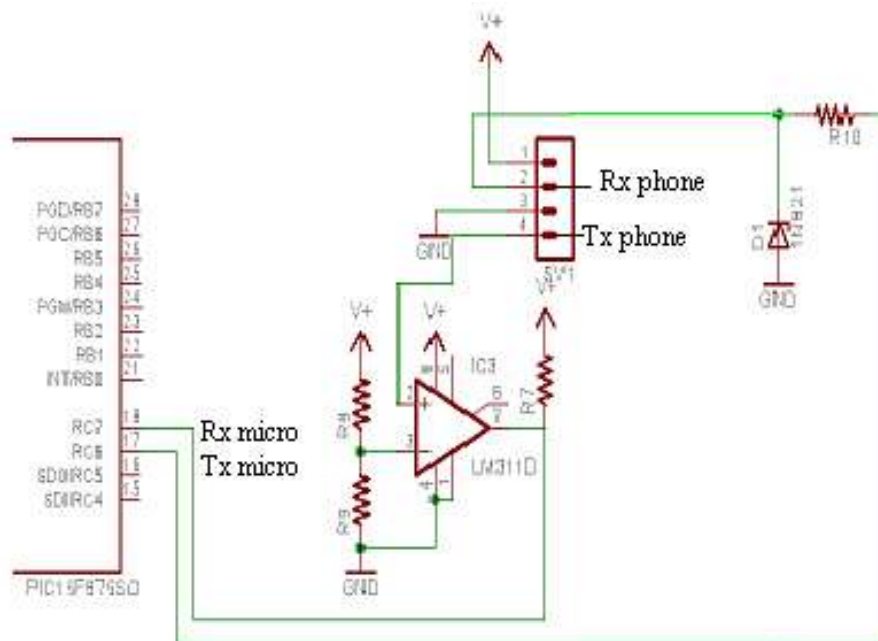


Figura 4.8 Circuito comparador

4.2.2 Los puertos paralelos.

Los microcontroladores contienen puertos o mejor conocidos como puertos que según la configuración los podemos utilizar como entradas o salidas, digitales el PIC16F876, cuenta con 3 puertos (A, B y C), distribuidos en 28 terminales del microcontrolador. Durante el desarrollo de nuestro proyecto se determinó el uso del puerto A y B.

Los puertos que se utilizaron tienen 8 y 6 líneas bidireccionales respectivamente, los cuales se pueden configurar como entrada ó salida; el registro TRIS acompañado de la letra del puerto que se decida utilizar, es un registro de configuración que representa un pin del puerto de manera que el bit 0 corresponde al pin 0 del puerto.

En la siguiente tabla se ejemplifica las características y bits más importantes de los registros que maneja el puerto A cuando se pone una x significa desconocido, o no cambia

y un “–” que no esta implementado y se lee como 0; está tabla se puede generalizar para cualquier puerto.

Tabla 4.2 Configuración de los registros manejados por el puerto A

Dirección	Nombre	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	Valor en POR. BOR	Valor en el resto de resets
05h	PORTA	-	-	RA5	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	-0X000	-0u0000
85h	TRISA	-	-	Registro de configuración del puerto A							-111111
9fh	ADCON1	ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0	-0-0000	-0-0000

El puerto B dispone de 8 líneas bidireccionales si los bits del registro TRISB se pone a uno, en los lugares correspondientes, las terminales funcionan como entradas del puerto B, si se pone a 0 funciona, como salida, y el contenido de la salida se encuentra en las terminales correspondientes a la terminal que activamos.

Las terminales que conforman el puerto B se encuentran ubicadas en la posición del microcontrolador que van desde la número 21 hasta la número 28, de acuerdo a la figura 4.3 en este caso el puerto lo utilizamos para conectar el display LCD.

En la figura 4.9 se indica de manera grafica como se conecta el display LCD en el puerto B del microcontrolador.

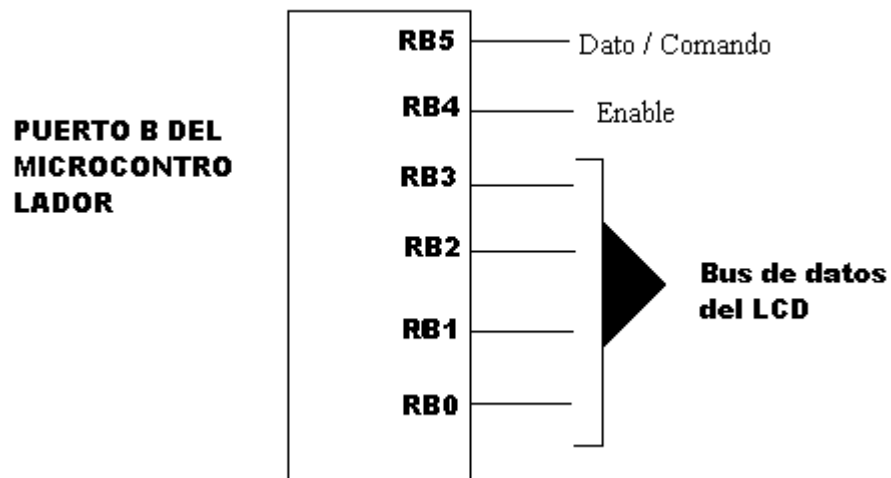


Figura 4.9 Conexión del Display LCD

El puerto A cuenta con 6 líneas bidireccionales este puerto es utilizado como entradas o salidas según sean las necesidades.

El puerto A se utiliza para conectar los sensores y actuadores del sistema.

RA0	ACTUADOR ALARMA
RA1	ACTUADOR GAS
RA2	ACTUADOR ABRE PUERTA
RA3	SENSOR GAS
RA4	SENSOR HUMO
RA5	SENSOR PRESENCIA

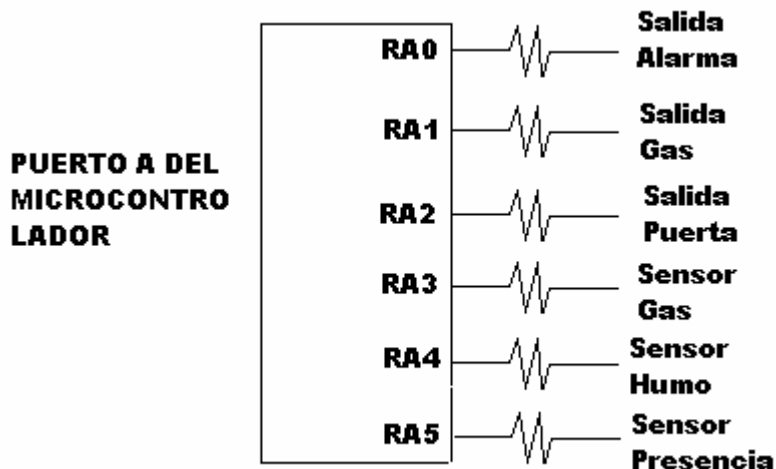


Figura 4.10 Diagrama de Conexión del puerto A.

4.2.3 Memoria de programa.

En el PIC16F876 existe un recurso llamado memoria de programa implementada en, memoria flash, y es donde se ubica el programa de aplicación; en este microcontrolador se puede programar esta área de memoria sin necesitar del programador externo, debido a que cuenta con la opción de programar esta área de memoria en el momento que se ejecuta el programa; y puede almacenar hasta 8K instrucciones, de 14 bits cada una, la memoria flash, soporta hasta 10,000 operaciones de escritura-borrado, el cual se realiza en un proceso totalmente eléctrico que no precisa sacar al microcontrolador de su zócalo; esto nos ayuda a que sea una herramienta ideal en ambientes de diseño; dicha memoria está dividida en páginas de 2K palabras y está direccionada con el contador del programa (PC) que tiene 13 bits.

En la figura 4.11 observamos, como esta conformada la memoria de programa o mejor conocida como memoria FLASH.

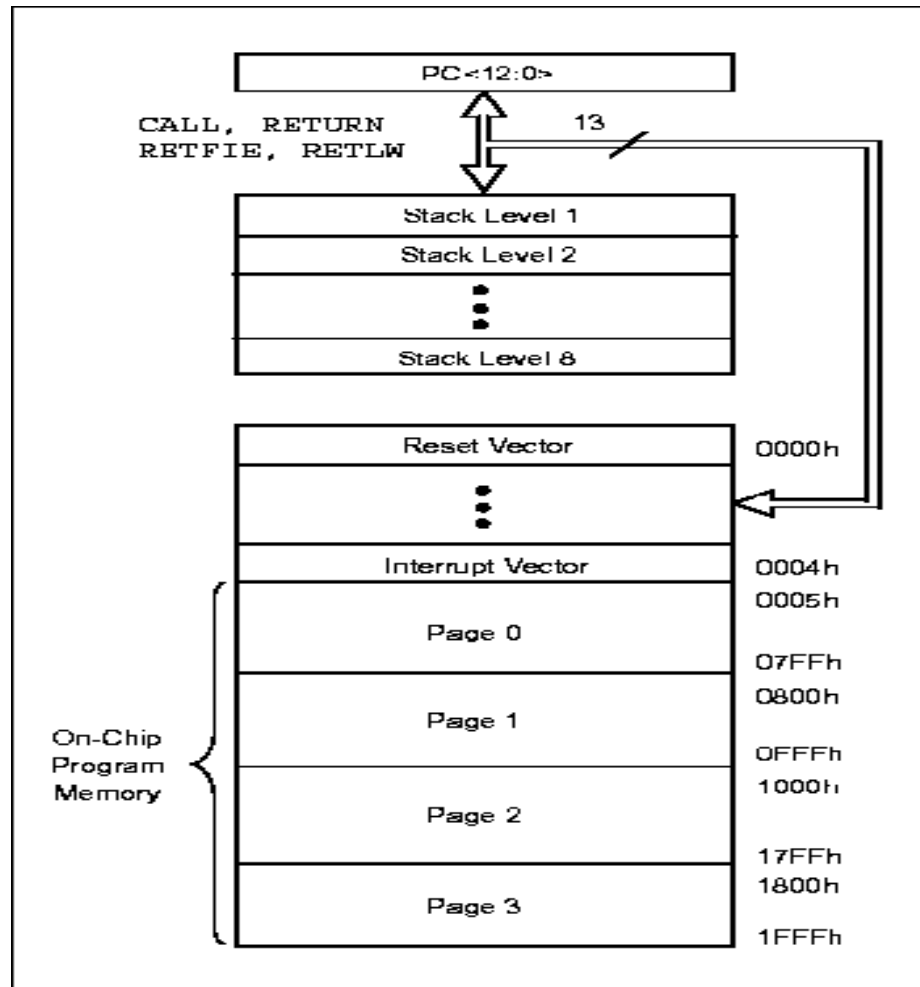


Figura 4.11 Memoria de Programa.

Los PIC16F876 con memoria flash pueden ser programados en campo con su programa de aplicación, después de su montaje en el producto final y tiene las siguientes ventajas:

- Reduce considerablemente el costo del producto; además del tiempo y costo de las actualizaciones.
- hace posible la calibración en el propio circuito impreso.
- posibilita la inclusión de códigos de identificación sobre el producto terminado.

En el desarrollo del proyecto se utiliza el 24% del total de la memoria; es importante mencionar que debido a que se utilizó una versión libre del compilador solo es posible utilizar un máximo del 25% de la memoria total del microcontrolador.

4.2.4 Memoria RAM.

La memoria RAM o de datos del PIC16F876 posee una capacidad de 368 bytes de memoria de propósito general, y tiene una estructura de 4 bancos de 128 bytes cada uno, el banco a utilizar se selecciona con los bits RP0 y RP1 del registro de estado.

En la sección RAM, se alojan los registros de control fundamentales en el funcionamiento del procesador y en el manejo de todos los periféricos, además de registros que el programador puede usar para información de trabajo propia de la aplicación. En el caso del proyecto se manejan todas las variables que utilizamos en el software, además que también se utilizó para poder enviar y recibir mensajes.

En el desarrollo del proyecto se ha utilizado 80 bytes en el banco 1 y 32 bytes en el banco 0, en total 112 bytes en la memoria RAM, en cuanto a porcentaje se ha usado el 31.8% del total de la memoria RAM.

En la figura 4.12 se muestran los bancos que conforman a la memoria RAM, los cuales ya se mencionaron anteriormente, y aquí podemos analizar como están conformados estos bancos.

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

Figura 4.12 Bancos de memória RAM.

4.2.5 Interrupciones.

Una interrupción es un salto especial a una subrutina que no está contemplado en un punto específico del programa principal, sino que puede ocurrir en cualquier punto de

éste y no es provocado por una instrucción en el programa, sino por un evento interno o externo al sistema del microcontrolador

En los PIC16F876 se manejan hasta 14 posibles fuentes de interrupción. En nuestra aplicación se utiliza una fuente de interrupción proveniente de timer 1.

4.2.5.1 Operación de la interrupción

Al aceptarse una interrupción se salva el valor del PC en la pila y se carga aquel con el valor del vector de interrupción; las siguientes condiciones causan una interrupción

- Desbordamiento del timer 0
- Desbordamiento del timer 1
- Desbordamiento del timer 2
- Captura o comparación en el modulo CCP1
- Captura o comparación en el modulo CCP2
- Transferencia en el puerto serie síncrono
- Colisión del bus en el puerto serie síncrono
- Fin de la transmisión en el USART
- Fin de la recepción en el USART
- Transferencia en el puerto paralelo esclavo.
- El convertidor A/D
- Grabación de la EEPROM
- Recepción de USART
- Interrupción INT
- Interrupción del puerto B

En el registro INTCON se localizan los bits principales que controlan los permisos para manejar la interrupciones a continuación mostraremos los bits [Angulo y otros, 2003]
GIE bit de permiso global de interrupciones (1=permitido, 0=prohibido)
PEIE bit de permiso de los periféricos que no se controlan con INTCON
TOIE bit de permiso de interrupción del TMR0

INTE bit de permiso de interrupción externa por RB0/INT

RBIE bit de permiso de interrupción por cambio en RB4-RB7

T0IF señalización de desbordamiento en TMR0

INTF señalización de activación de la patita RB0/INT

RBIF señalización de cambio en RB4-RB7

La figura 4.13 nos muestra esquemáticamente como está formado el registro INTCON.

GIE	PEIE	T0IE	INTE	RBI	T0IF	INTF	RBIF
-----	------	------	------	-----	------	------	------

Figura 4.13 Registro INTCON.

4.3 Los sensores propuestos.

En la mayoría de los casos es casi imposible monitorear de manera continua el estado del sistema, y mucho menos apreciar posibles fallas, para esto son necesarios los sensores; incluyendo las variables de monitoreo del sistema es necesario realizar una evaluación constante.

Aunque existen diversos sistemas que monitorean alarmas a distancia, ninguno tiene la capacidad de identificar el tipo de alarma que se presenta ni la ubicación específica de la misma, para este caso son útiles los sensores.

Es importante mencionar que los sensores utilizados tienen la característica de enviar una respuesta binaria, debido a que las conexiones físicas que hay en el sistema son para señales tipo TTL (0v-5v).

Para que los sensores cumplan con una desempeño optimo dentro del sistema es necesario tener en cuenta, la ubicación que tendrán estos sensores, pero también depende de las características del alcance del sensor.

4.3.1 Sensor de humo

Este sensor detecta la presencia de humo en una habitación por medio de un dispositivo fotoeléctrico.

Tiene tres terminales en la parte posterior, las primeras dos son para la alimentación eléctrica y la tercera es la salida, que funciona igual que los otros dos sensores. La salida es 1 ó 0 que significa activo o pasivo, la diferencia de este sensor es que solo tiene una Terminal de salida, este sensor en lugar de funcionar como un switch, manda un voltaje de salida con respecto a la tierra de alimentación cuando se activa.

Los sensores de humo usa la tecnología fotoeléctrica, esta utiliza un receptáculo donde se alojan un diodo emisor de luz y un fototransistor como receptor, pero estos no están encarados por lo tanto en condiciones normales el fototransistor no recibe luz del emisor. En cuanto una cantidad determinada de partículas entre dentro de la cavidad en forma de laberinto del sensor, se producirá una reflexión de la luz del diodo emisor hacia el fototransistor, la electrónica asociada supervisa la cantidad de luz reflejada y si esta supera el umbral preajustado se producirá el disparo de la alarma. Estos detectores no emplean componentes radiactivos en su construcción. [Electrosoniconline, junio 2006]

En la implementación del sistema se deja el conector disponible para conectar un sensor de humo. La entrada acepta valores de voltaje de 0v a 15v una entrada mayor de 3 volts indica una señal activa.

En la figura 4.14 se muestra un modelo de sensor de humo el cual es el más recomendable para nuestro sistema.



Figura 4.14 Sensor humo

4.3.2 Sensor Pirólico.

La importancia que tiene este sensor dentro del sistema es fundamental; ya que es el responsable de monitorear si existe una presencia indeseable dentro del lugar que se protege, la ubicación del sensor debe de ser estratégico pues debemos de considerar las características de alcance de este.

La técnica fotopiroeléctrica fue desarrollada por Coufal, Mandelis, Ghizoni y Miranda, usando como elemento sensor, películas delgadas de un material piroeléctrico, estas se encontraban en contacto con una muestra sólida al cual se hacía incidir una luz monocromática cuya intensidad era modulada a una frecuencia determinada. La absorción de la luz incidente, causaba que la temperatura de la muestra fluctuara, creando un gradiente de temperatura en el material y la película piroeléctrica. Como resultado de ese cambio de temperatura, la película piroeléctrica cambiaba su polarización produciendo un momento dipolar neto el cual se traducía en un voltaje de salida.

Un material piroeléctrico es aquel que tiene la capacidad de detectar cambios de temperatura. Estos sensores, producen cargas eléctricas superficiales cuando son calentados. La señal eléctrica que de ellos se obtiene, proviene de la remoción de esta carga mediante electrodos metálicos colocados en la superficie del material. Un cambio de temperatura en el material produce un cambio en la carga de la polarización. Entonces se genera una señal eléctrica que es proporcional a la tasa de cambio de la carga, y por esta razón no puede ser empleado para medir temperaturas fijas.

Existen sensores piroeléctricos hechos a partir de cristales piezoeléctricos, donde los cambios de temperatura inducen tensiones en el cristal, lo que genera cargas sobre la superficie del cristal o lo que se conoce como el efecto piezoeléctrico. También se emplean polímeros como sensores de temperatura tales como el PVDF (fluoruro de polivinideno) o PVF (fluoruro de polivinilo), en forma de películas delgadas. Estos materiales, son tratados de manera que se conviertan en dieléctricos polarizados permanentemente. Tales materiales, se conocen como electrétos y funcionan también como materiales piezoeléctricos.

Los electrétos dipolares (como el PVDF o PVF) son polarizados generalmente por aplicación de un campo eléctrico al material a temperaturas ambiente o mediante un cambio de temperatura alta a temperatura baja, seleccionando previamente las temperaturas alta y baja más apropiadas, de acuerdo a las características del material.

Existen dos configuraciones para la técnica fotopiroeléctrica: la configuración directa y la configuración inversa (IPPE), en la figura 4.15. En ambas configuraciones, la respuesta teórica se simplifica dependiendo de los rangos de frecuencia de modulación de la luz láser empleada y de los grosores del sensor y de la muestra en estudio. En la configuración IPPE, el haz del láser incide sobre la superficie del sensor que se encuentra unida a la muestra [cinvestav octubre2006].

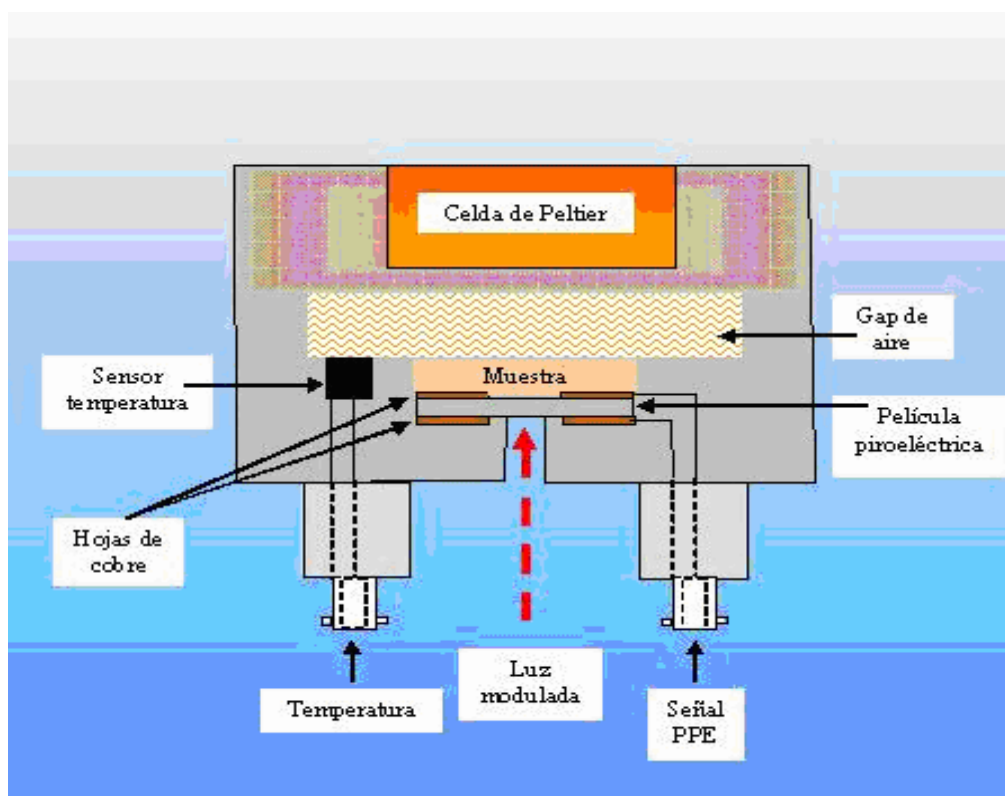


Figura 4.15 Sistema experimental para espectroscopia fotopiroeléctrica en configuración inversa, utilizando el estudio térmico del transporte de calor.

El sensor (sensor infrarrojo piroeléctrico) detecta diferencias de temperatura en los rayos infrarrojos emitidos de forma natural por el cuerpo humano o de los animales. El

rango de detección es de unos 30° en horizontal, unos 85° en vertical y unos 5 m de distancia, como lo muestra la figura 4.16.

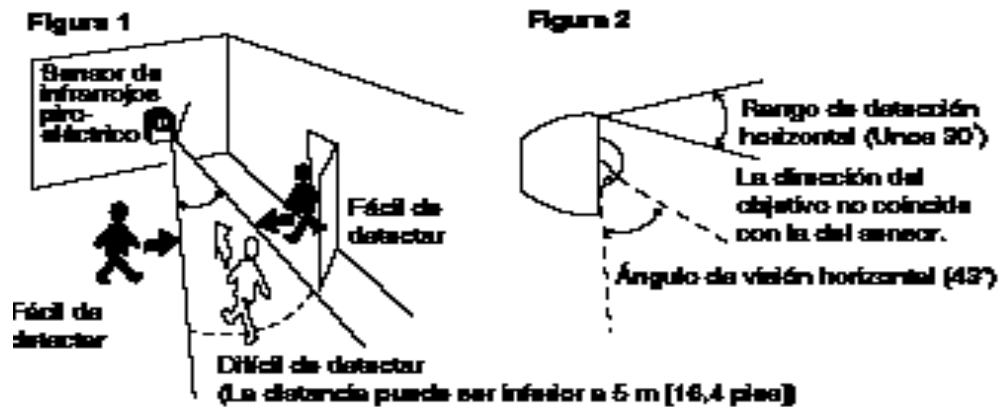


Figura 4.16 Funcionamiento del sensor pirólico.

Puesto que el rango de detección se ve fácilmente afectado por la temperatura ambiente o la velocidad del objeto, tiene desventajas importantes de mencionar el sensor y a continuación se indican y se muestran en la figura 4.17:

- El sensor puede detectar fácilmente diferencias de temperatura en objetos que se mueven de lado en el rango de detección, pero no los de los objetos que se mueven hacia el sensor.
- Si no hay diferencia de temperatura entre el cuerpo humano y el entorno, como en verano, es posible que el sensor no detecte nada.
- Si el sensor está obstruido, el sensor no detectará nada. Elimine el obstáculo de delante del sensor.



Figura 4.17 Desventajas del sensor.

En la figura 4.18 se muestra un modelo de los sensores pirólicos más comerciales y económicos, tienen las características necesarias para nuestro sistema, estos sensores actúan por radiación, al tener que medir temperaturas que son superiores al punto de fusión de los propios sensores, en este caso se mide la radiación térmica emitida por el cuerpo a determinar su temperatura.

**Figura 4.18 Sensor Pirólico.**

Características del sensor.

- 1 canal piro eléctrico
- 1 canal de micro ondas.
- Exclusivo sistema anti mascara infrarrojo.
- Gabinete para exterior.
- Voltaje de operación de 9-16 VCD a 45 mA.
- Temperatura de operación de -30°C ~ 60°C.

4.3.3 Sensor de gas

El gas natural es una fuente de energía que es comúnmente usada en hogares para cocinar, calefacción y calentar agua. Es un compuesto químico altamente inflamable. A

pesar de que sólo pasa en raras ocasiones, una fuga de gas natural puede algunas veces ocurrir dentro del hogar. Una fuga de gas natural puede ser peligrosa porque aumenta los riesgos de un incendio o explosión. Monitorear una fuga de gas en la calidad del aire, es una tarea compleja al contrario de otros parámetros, en los que las medidas son directas como voltaje, temperatura, humedad, etc. la medida de gases es mas complicada, Un detector de gas puede ser una importante herramienta para ayudar a proteger el hogar e incluso a la familia y dentro de nuestro sistema está contemplado.

Se eligió el sensor de gas mostrado en la figura 4.19 debido a que ya se tiene información (ver apéndice E), y de esta manera se optimiza tiempo y se facilita el manejo de éste, además de que es uno de los sensores más económicos.

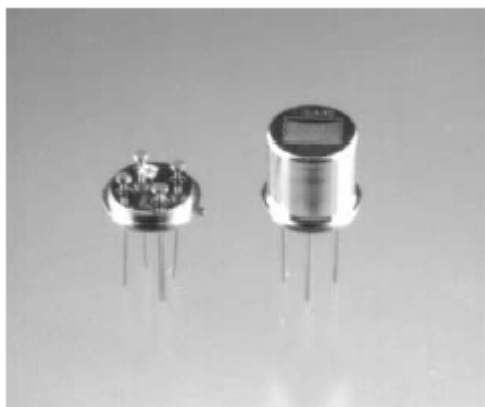


Figura 4.19 Sensor de Gas

La Figura 4.20 muestra el circuito básico de medición. El sensor requiere dos entradas de voltaje: voltaje de calefactor (VH) y voltaje del circuito (VC). VH se aplica en el calefactor con la finalidad de mantener al elemento sensible a una temperatura óptima específica. VC se aplica para permitir la medición del voltaje (VRL) a través del resistor de carga (RL) el cual se conecta en serie con el sensor, al aumentar la concentración de gas, el valor de RS disminuirá de acuerdo a una gráfica que está en la hoja de especificaciones del sensor por lo que el voltaje a través de RL aumentará, ya que las Resistencias RS y RL se encuentran en serie, el valor del voltaje VRL puede obtenerse bajo la fórmula de un simple divisor de voltaje.

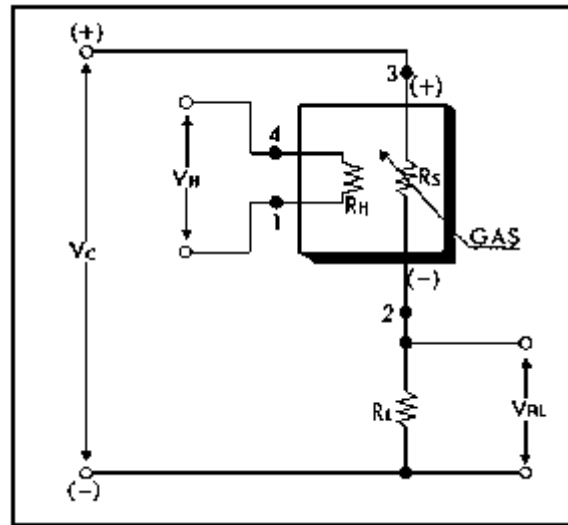


Figura 4.20 Circuito Básico de Medición

Características

- Bajo consumo de energía.
- Sensible al gas LP y a sus gases componentes (por ejemplo, propano y butano).
- Larga vida y bajo costo.

Principales Aplicaciones

- Detectores de fugas de LP y alarmas en residencias.
- Detección de gas y vapores LP.
- Detector portátil de LP

4.3.4 Acoplamiento de los sensores al microcontrolador

El acoplamiento de los sensores al microcontrolador, se realiza utilizando optoacopladores, los cuales aíslan eléctricamente a los sensores del microcontrolador, esto se hace para prevenir algún daño en un sensor por causa de vandalismo y esto podría dañar la etapa de control, el diodo en paralelo con el led del optoacoplador evita dañar el led interno del mismo por un voltaje inverso.

Para un correcto funcionamiento del circuito acondicionador se requiere que los sensores sean adecuadamente acondicionados a un voltaje de entre 3 y 12 volts con una corriente de 10 mA.

En la figura 4.21 se muestra el diagrama esquemático de la implementación del sistema en las entradas de este circuito están conectados los sensores mencionados anteriormente y esta parte se complementa con la parte del circuito de los actuadores.

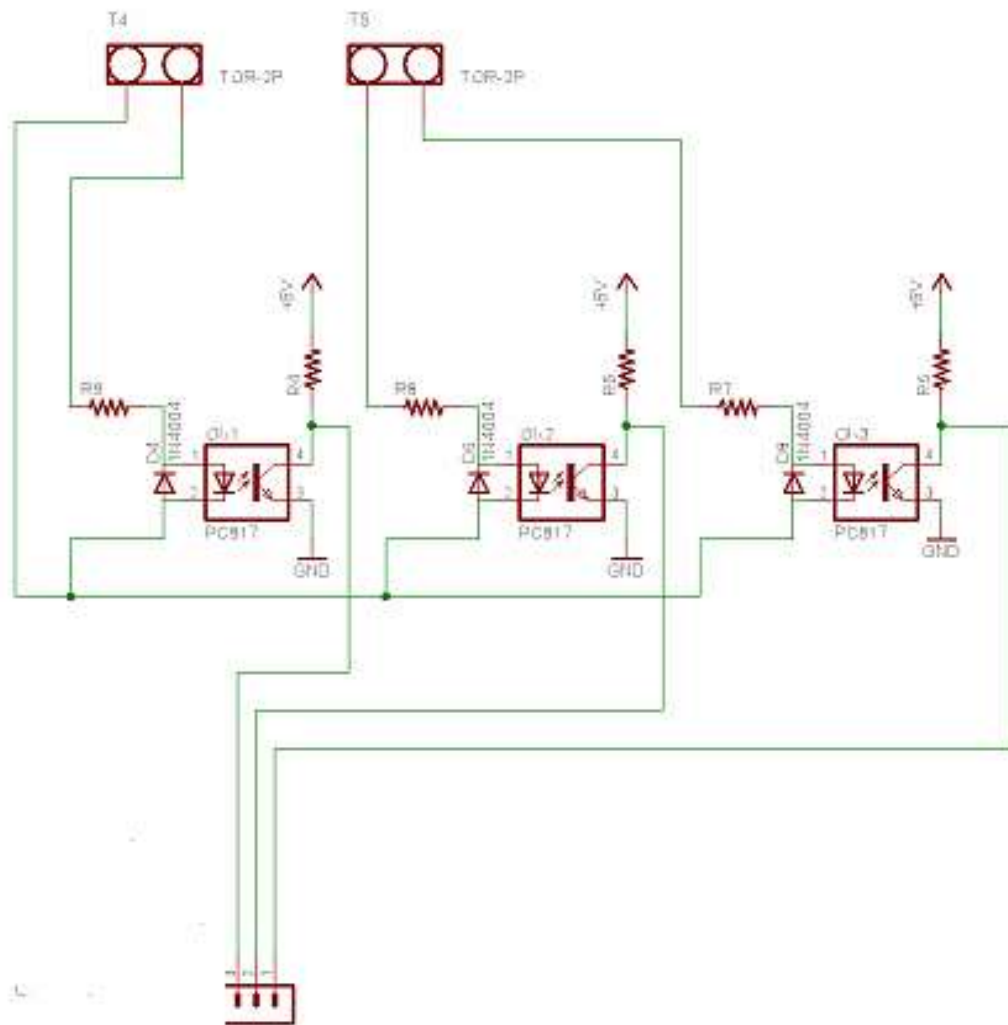


Figura 4.21 Diagrama esquemático del acoplamiento de los sensores al sistema

A continuación se muestran los cálculos elaborados para las resistencias del circuito de la figura 4.22.

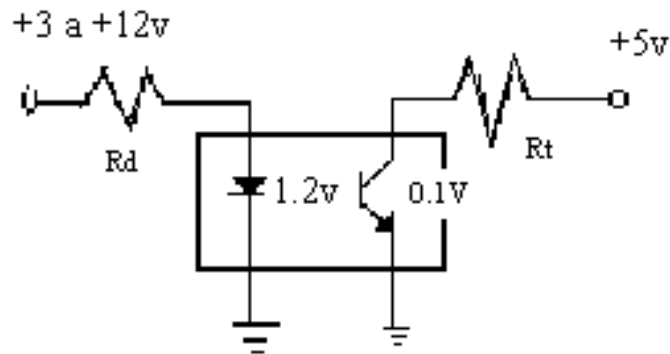


Figura 4.22 Circuito básico del acoplamiento de los sensores.

Para el cálculo de R9, R8, R7 de la figura 4.3.4 las cuales tienen el mismo valor.

Haciendo LKV para $V_{int}=12v$

$$+12 - I_d R_d - 1.2 = 0$$

Despejamos R_d

$$R_d = (12v - 1.2v) / 40 \text{ mA}$$

$$R_d = 270\Omega$$

Calculamos I_d para $V_{int}=5v$

$$I_d = (5v - 1.2v) / 270\Omega$$

$$I_d = 14\text{mA}$$

Por lo tanto

$$5v \rightarrow 14\text{mA}$$

$$12v \rightarrow 40\text{mA}$$

Para R6, R5, R4

$$I_{\text{idodo}} = 50\text{mA}$$

$$I_c = 1\text{mA}$$

$$V_{ce} = .1$$

$$R_t = 4.7 \Omega$$

$$I_c = (5v - .2v) / 4.7 \Omega$$

$$I_c = 1.021mA$$

4.4 Los actuadores.

Son dispositivos electrónicos los cuales, realizan una acción por medio de una señal de entrada, como es nuestro caso pues solo manejamos 0v o 5v; en el sistema desarrollado, contamos con 3 actuadores implementados con relevadores, en los subtemas siguientes profundizaremos más sobre cada uno de ellos.

4.4.1 Válvula de gas

La válvula de gas es el dispositivo que nos va a permitir cortar el servicio de gas en caso de que el sistema detecte una fuga, este dispositivo debe instalarse en el suministro general del gas, a continuación se nombran la características de la válvula utilizada, y en la figura 4.23 se muestra como es físicamente la válvula de gas.

Características principales

- Normalmente cerrada y normalmente abierta.
- Acción directa. No necesita presión diferencial mínima para operar.
- Cuerpo de latón, hierro, acero inoxidable.
- Asiento de neoprene, viton y etileno propileno para otros usos.
- Conexiones roscadas 1/4" BSP o NPT.
- Bobinas capsuladas conexión DIN 43650 forma A.
- Peso aproximado: 0,5 Kg.
- Indicador luminoso de bobina energizada.
- Bobinas y carcasas a prueba de explosión y/o intemperie.
- Operador manual.
- El voltaje de operación depende de:
 - C.A. 50 Hz: 11 W: hasta 155°C, tipo MF11C. Hasta 180°C, tipo MH11C, disponible en 12V, 24V, 110V, 220V y 240 V.

- C.A. 60 Hz: 13 W: hasta 155°C, tipo MF13C. Hasta 180°C, tipo MH13C, disponible en 12V, 24V, 110V, 120V, 220V y 240V.
- C.C.: 19 W: hasta 180°C, tipo MH19C, disponible en 12V, 24V, 110V y 220 V.

Esta válvula se activará por medio de un relevador el cual entra en operación cuando el sistema lo active.



Figura 4.23 Válvula de Gas.

4.4.2 Relevadores

El relé es un dispositivo electromecánico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos independientes, generalmente de mayor potencia y/o tensión. En la Figura 4.24 se representa de forma esquemática, la disposición de los elementos de un relé de un único contacto de trabajo.

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando se alimenta la bobina del relé y contactos de reposo cerrados en ausencia de alimentación en la misma. Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc.

La gran ventaja de los relés es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento (la que circula por la bobina del electroimán) y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. Lo que da la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

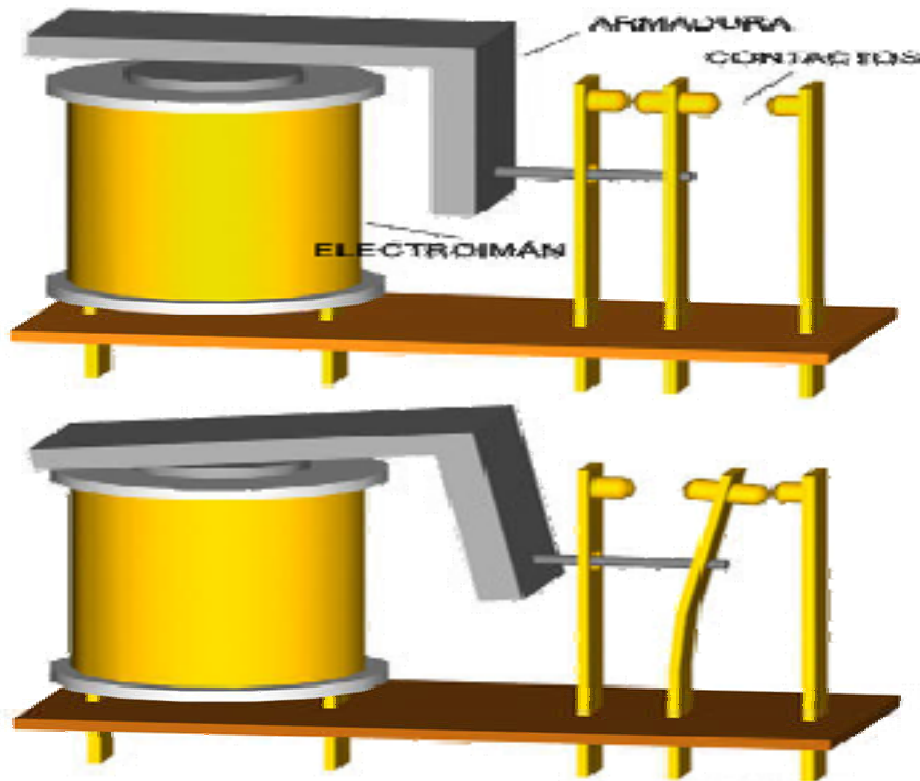


Figura 4.24 Relevador

4.4.3 Actuador de la puerta

Se tomo en cuenta dentro del sistema, un actuador en la puerta, ya que con las prisas de la vida cotidiana, muchas veces se olvidan las llaves, o quizá las perdemos, y esto nos ocasiona problemas serios.

El actuador de la puerta no es más que una chapa electromecánica que tiene un funcionamiento muy sencillo, pues como podemos observar en la figura 4.25 tiene un relevador el cual cuando se activa energiza una pequeña bobina, la cual atrae al seguro

metálico que se indica y así permite abrir la chapa, en la figura 4.26 se muestra como es la chapa físicamente.

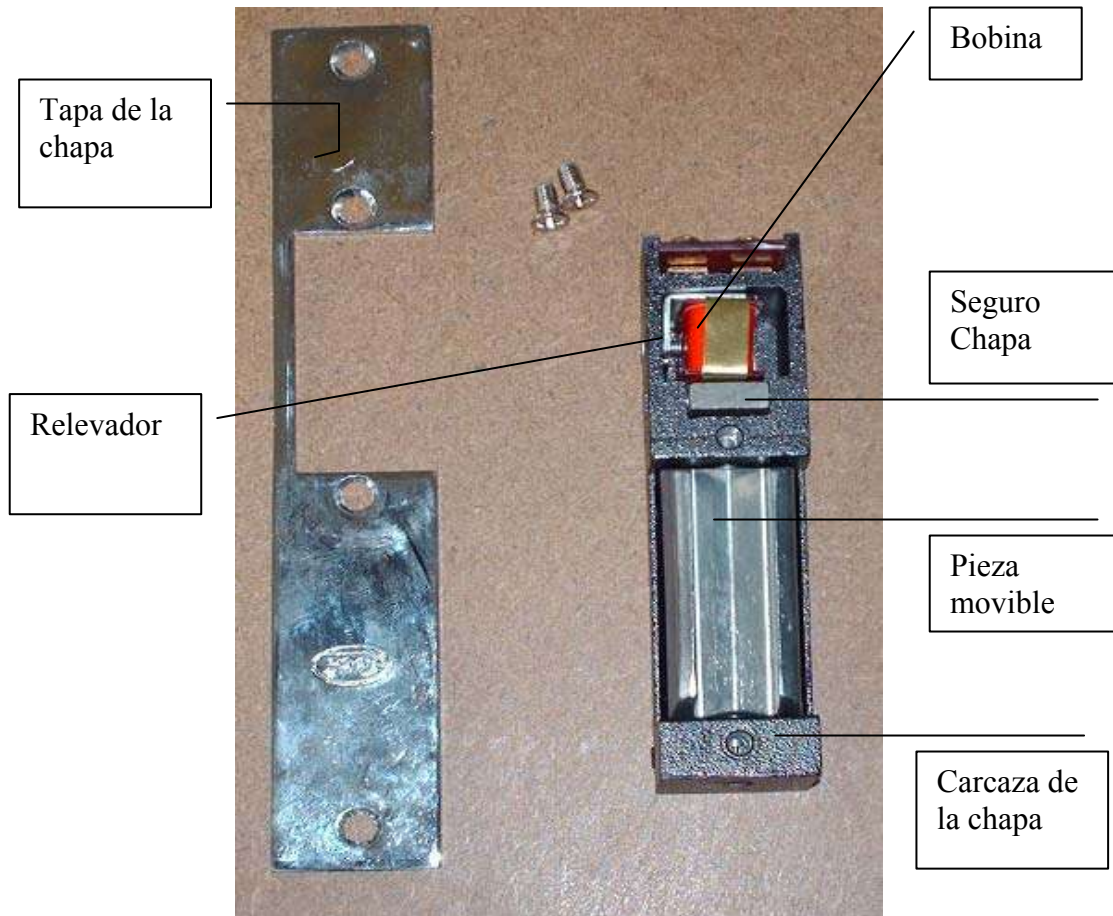


Figura 4.25 Chapa electromecánica

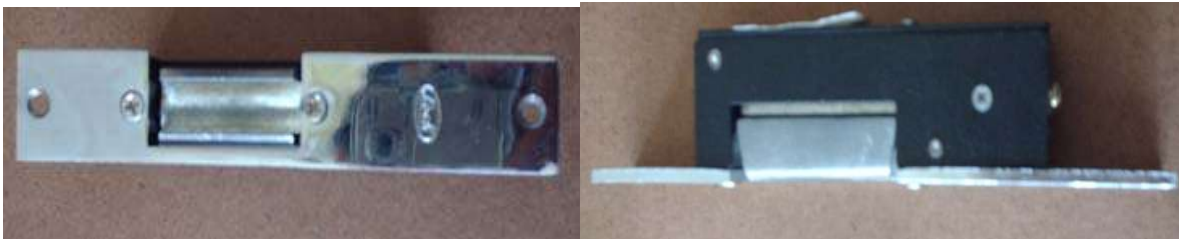


Figura 4.26 Vistas de la Chapa electromecánica

En la figura 4.27 se muestra el circuito con el cual se controlarán los actuadores de nuestro sistema, claro que es importante mencionar que este circuito es conjunto del circuito de la figura 4.21.

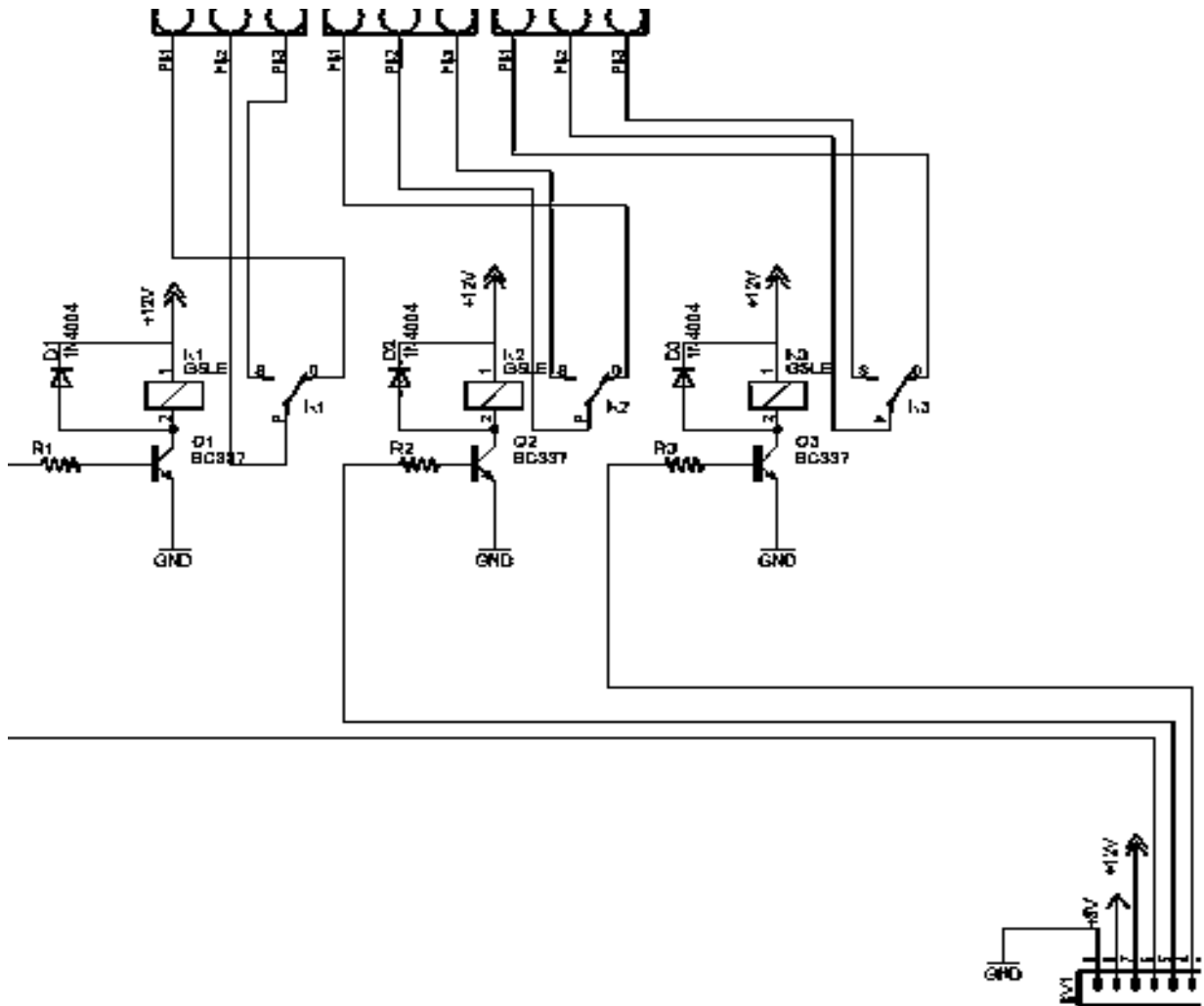


Figura 4.27 Diagrama esquemático del acoplamiento de los actuadores al sistema.

En seguida se mostrarán los cálculos correspondientes del circuito de la figura 4.28.

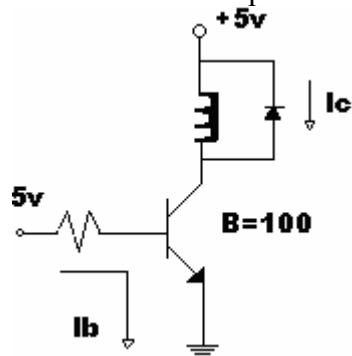


Figura 4.28 Circuito básico del actuador.

Para el cálculo de R1, R2, R3 de la figura 4.4.3.2 y las tres resistencias tienen el mismo valor

Primero calculamos I_c

$$I_c = 5V / 68$$

$$I_c = 73\text{mA}$$

$$I_b = I_c / \beta$$

$$I_b = 73\text{mA} / 100$$

$$I_b = .73\text{mA}$$

Hacemos la LKV para calcula Rb

$$5v - I_b R_b - 0.7v = 0$$

Despejamos Rb

$$R_b = (5v - 0.7v) / .73\text{mA}$$

$$R_b = 5.85\text{k}\Omega$$

4.5 Display LCD

Los display o mejor conocidos como modulo LCD o pantalla de cristal líquido, son utilizados para presentar la información en diferentes sistemas de comunicaciones, telefonía, robótica, equipos industriales, etc.

En el desarrollo de nuestro proyecto, realiza una acción muy importante ya que permite al usuario ver el estado del sistema. Nos permite ver caracteres alfanuméricos. A continuación se muestra la tabla 4.3 que cuenta con la información de los pines del LCD.

Tabla 4.3 Pines de conexión del LCD.

PIN	NOMBRE	NIVEL	I/O	FUNCIÓN
1	VSS	-	-	0 volts, tierra GND
2	VCC	-	-	5 volts DC
3	Vee	-	-	Ajuste del contraste (3 volts)
4	RS	0/1	I	0 escribir en el modulo LCD, 1 leer el modulo LCD.
5	R/W	0/1	I	0 entrada de una instrucción, 1 entrada de un dato
6	E	0/1	I	Habilitación del modulo LCD
7	DB0	0/1	I/O	Bus de dato línea 1 (LSB)
8	DB1	0/1	I/O	Bus de datos línea 2
9	DB2	0/1	I/O	Bus de datos línea 3
10	DB3	0/1	I/O	Bus de datos línea 4
11	DB4	0/1	I/O	Bus de datos línea 5
12	DB5	0/1	I/O	Bus de datos línea 6
13	DB6	0/1	I/O	Bus de datos línea 7
14	DB7	0/1	I/O	Bus de datos línea 8
15	A	-	-	LED (+) back Light
16	K	-	-	LED (-) back Light

El display dentro de nuestro sistema tiene una gran importancia debido a que es la forma de interactuar del sistema con el usuario, este dispositivo despliega en la pantalla, un mensaje, el número de teléfono, la fecha, si hay un error en el sistema, cuando se activa una alarma y en general el estado del sistema. En la figura 4.29 se muestra el diagrama de la conexión general del display, en la figura 4.30 se muestra una fotografía del display utilizado y por ultimo en la figura 4.31 se muestra el diagrama esquemático de la conexión del display que se utilizo para la construcción del sistema.

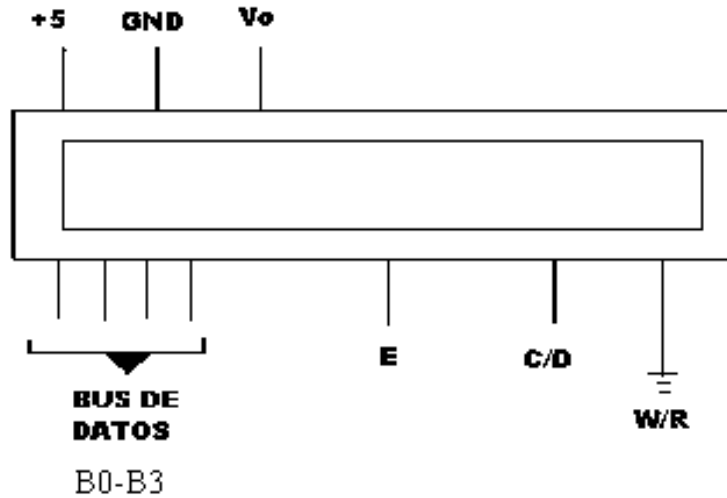


Figura 4.29 Diagrama de conexión general del display



Figura 4.30 El display LCD utilizado

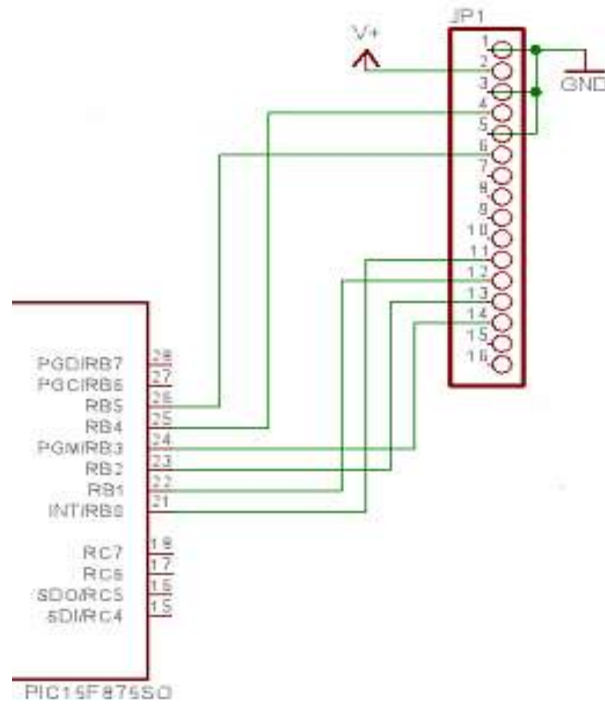


Figura 4.31 Diagrama esquemático de la conexión del display LCD

CAPITULO V: EL SOFTWARE DESARROLLADO.

El microcontrolador opera en función de instrucciones ordenadas, que en su conjunto permiten realizar acciones. Dicho conjunto de instrucciones ordenadas y estructuradas componen el software el cual simbólicamente representa el cerebro del sistema.

En el presente capítulo se analiza el pseudocódigo que representa de una forma comprensible el lenguaje máquina empleado por el microcontrolador

5.1 El programa principal

El programa principal del microcontrolador es el corazón del sistema, ya que es donde hacemos todas las acciones que realiza el mismo; principalmente verificamos el estado del teléfono, esto quiere decir si está conectado, si hay red, si nos llega un mensaje, verifica si se activa un sensor, etc.

Claro está que solo hacemos las llamadas a rutinas pequeñas que realizan las acciones ya mencionadas, pues es poco conveniente que dentro del programa principal se realicen todas las funciones necesarias, si hiciéramos esto nos ocasionaría, problemas en la programación, y sería más difícil de entender el código. A continuación mostraremos el pseudocódigo del programa principal, y el código se localiza en los apéndices.

Llama rutina de inicialización de lcd:

Llama rutina de inicialización de los puertos:

- + Puerto B asignado al display
- + Puerto C utilizado para transmitir datos en modo asíncrono
- + Puerto A se emplea para los actuadores y sensores del sistema;

Llama rutina de inicialización de interrupciones

- +Limpia datos existentes en el lcd:
- +Posiciona apuntador de lcd en la posición 0:
- +Imprime en lcd el mensaje "Alarma celular":
- +Establece como siguiente proceso la verificación de conexión del teléfono:
- + La variable utilizada es "estado";

Ciclo infinito

```
{
    Establecemos un case en función de la variable "estado"
    {
        Caso 1: verifica si el teléfono está conectado:
```

- + Envía orden de atención al celular:
- + llama a la función Respuesta_Phone
- + Si no recibe caracter de respuesta alguna, se queda en este caso.
- + De lo contrario pasa al caso 2

Caso 2: inicializa el teléfono:

- + Envía orden de atención al celular:
- + Transmite la cadena modemOn al MODEM del celular;
- + llama a la función Respuesta_Phone
- + Si no recibe caracter de respuesta alguna, regresa al caso 1.
- + De lo contrario inicializa los mensajes
- + Verifica si inicializo los mensajes en caso de que no se retorna al caso 1
- + Si existe conexión adecuada, pasar al caso 3;
- + Si no existe la conexión adecuada, pasar al caso 1;

case 3: configuración de modo Texto

- compara el estado del sistema
- si no error avanza al caso 4
- de lo contrario
- Reconfigura

caso 4: Configura el Centro de Mensajes

- llamamos a la función Envía_Centro_Mensajes();
- compara el estado del sistema
- Configuración Adecuada pasa al caso 5
- De lo contrario
- Reconfigura

caso 5: Configuración de modo Texto

- transmite la cadena a MSJ_ON_SIM
- compara el estado del sistema
- Configuración Adecuada pasa al caso 5
- De lo contrario
- Reconfigura

caso 6: Comando de lista de mensajes

- transmite la cadena a MSJ_READ_LIST
- Respuesta del comando
- Si respuesta es igual a 0
- Lee el Mensaje del indice retornado
- Si no respuesta igual a uno
- Error de comunicacion
- Reconfigura
- No Hay mensaje, pero si respondio
- Avanza al caso 7 ver otros mensajes

caso 7: Lista de mensajes sin LEER

- transmite la cadena a MSJ_UNREAD_LIST
- Respuesta del comando
- Si respuesta es igual a 0
- Lee el Mensaje del indice retornado
- Si no respuesta igual a uno
- Error de comunicacion
- Reconfigura
- No Hay mensaje, pero si respondio
- Ir al caso Lee los sensores

```

caso S_READ_MSJ:
    Lee el mensaje
        Si ERROR RESET a la recepcion
        Respuesta del comando
            Avanza estado a Borra el Mensaje del indice
        Si no respuesta igual a uno
            Error de comunicacion
            Reconfigura
        Si respuesta igual a 2
            Error de lectura en SIM
        {
            Llama a la función limpia la pantalla
            Imprime en la pantalla ("Error de SIM");
            Avanza al estado Borra el mensaje
        }

caso 9: Borra el Mensaje
    si es igual a Borra el Mensaje
        Avanza estado
    De lo contrario
        Reconfigura

caso 10: Actualiza el estado de acuerdo al mensaje
    si ActualizaActuadores cambia
        ir al estado 12 Mensaje correcto
    De lo contrario
        {
            Llama a la función limpia la pantalla
            Imprime en la pantalla ("Tel. NO VALIDO");
            Avanza al estado siguiente Lee los sensores
        }

caso 11: Revisa si se actualiza el Telefono
    llama a la función ActualizaConfig()
    avanza al estado de control

caso 12: Verifica el estado de los sensores
    Lee el estado de los sensores
    Avanza al estado 6 Revisa si hay mas mensajes

Si no es ninguno de los anteriores reinicia
}

```

5.1.1 Inicialización de los periféricos del microcontrolador

Como ya se menciona en el tema 4.2.3, en el desarrollo de este sistema se trabajo con 2 puertos paralelos y un puerto serie, también se describió a fondo como están conectados. En este tema lo importante a tratar, es el hecho que se analizará el

pseudocódigo de inicialización de estos puertos, respecto a la programación del microcontrolador. Aquí también se incluye la inicialización de los registros.

```

Habilita el pin 7, como pin de recepción
Habilita el pin 6, como pin de transmisión
Habilita el pin A0 para cerrar la válvula de gas
Habilita el pin A1 para encender la alarma
Habilita el pin A2, para controlar la chapa eléctrica.
Habilita el pin A5 para que reciba la señal del sensor de gas
Habilita el pin A6 para que reciba la señal del sensor de humo
Habilita el pin A7 para que reciba la señal del sensor pirólico
+inicializa y configura los registros
Activa la línea de recepción
Activa la línea de transmisión
Se especifica que trabaje a baja velocidad
Establece la Vel = 19200
Selecciona la transmisión de 9 bits

```

5.1.2 Control del Display

La rutina LCD es para manejar el display como ya lo mencionamos en el capítulo 4.6 el display es el método de iteración entre el usuario y el sistema esta rutina esta definida dentro de PICCLITE como parte del compilador, explicar el funcionamiento de esta rutina es redundante y, lo único importante es mencionar que esta rutina controla todo lo referente en el manejo del display, como lo es: el imprimir la pantalla, limpiar, posicionarnos en algún lugar de está, inicializarla, etc.

```

lcd_write(unsigned char c)//escribe
{
    Realiza un corrimiento de 4 posiciones a la derecha para después sumarlos con 4 bits más
    significativos del puerto
        Envía los datos del bus
    Los bits menos significativos los suma con los bits más sig del puerto b
        Envía los datos del bus
        Con un retardo de 10Ms
}

Void lcd_clear(void)//limpia
{
    reset
    escribe 1
    retardo de 2 Ms
}

Void lcd_puts(const char * s)//coloca la posición

```

```

{
    escribe caracteres
        mientras exista caracteres
            escribe el siguiente caracter
}
Void lcd_putchar(char c)//imprime
{
    Escribe caracteres
    realiza un corrimiento de 4 posiciones a la derecha para después sumarlos con 4 bits más
    significativos del puerto
        envía los datos del bus
    los bits menos significativos los suma con los bits más sig del puerto b
        envía los datos del bus
        con un retardo de 10Ms
}

Void lcd_goto(unsigned char pos)//va a la posición
{
    reset
    escribe en la posición 0x80 + pos
}
Void lcd_init(void)//inicializa
{
    inicializa el pin b con 0xc0
    escribe el control de bytes
    enciende un retardo de 15M
    atención
        envía los datos del bus
    retardo de 5Ms
    envía los datos del bus
    retardo de 100Ms
    envía los datos del bus
    retardo de 5Ms
    pone 4 bit en modo de envío
    envía los datos del bus
    retardo de 40Ms
    pone 4 bit en modo de envío, 1/16 duty, 5x8 font
    apaga display
    enciende display y enciende el cursor
    entry mode
}

```

5.1.3 Conexión del teléfono

Verifica de la conexión del teléfono y su estado actual; a continuación se muestra el pseudocódigo encargado de hacer esta acción.

Caso 1: verifica si el teléfono esta conectado:

- + Envía orden de atención al celular:
- + llama a la función Respuesta_Phone

+ Si no recibe caracter de respuesta alguna, se queda en este caso.

5.2 Comunicación con el teléfono

A lo largo de este tema observaremos, varias rutinas las cuales nos proporciona la forma de configurar y actuar con el teléfono; debido a que la interfaz con el teléfono es extensa, se observo que era más sencilla la solución del problema si está se dividía como se muestra a continuación.

5.2.1 Envío de un carácter

Para el envío de un carácter se realizo la siguiente rutina, llamada putch la cual es muy sencilla y fácil de entender, y tiene como objetivo el envío de un carácter, a continuación se muestra el pseudocódigo.

```
{
+espera a que este libre el buffer de transmisión serie
    +envía el caracter
+regresa
}
```

5.2.2 Envío de cadenas

Como en la mayoría de los casos, utilizamos series de caracteres, lo que quiere decir que son cadenas, se realizo una rutina llamada send_msj, la cual recibe los caracteres de la rutina putch; esto con el fin de facilitar el trabajo a la hora de manejar los comandos, etc.

```
Mientras exista un carácter en la cadena
{
    Envía el carácter
    Va al siguiente carácter
regresa
}
```

5.2.3 Recepción de carácter

Es necesario que exista un lugar en donde se reciban los caracteres que está enviando el teléfono, para esto fue necesario crear esta otra rutina llamada getch, cabe mencionar que estrictamente depende de lo que envíe el teléfono.

```
Regresa un caracter del puerto C
  Espera un byte
  Mientras exista un byte en el registro
    Si el tiempo de recepción termina
      Regresa un dato
```

5.2.4 Recepción de cadena

En la rutina Respuesta_Phone son muy necesarias las cadenas, debido a que en esta rutina es donde se observa la respuesta del teléfono, por lo tanto se requiere de la recepción de cadenas, otro dato importante de mencionar es que en el manejo de cadenas, es que siempre que se termina una cadena, termina con un 10 decimal y esto lo observaremos en el siguiente pseudocódigo.

Otro detalle que cabe hacer notar es que la cadena almacenada en Recibe es bastante extensa, por este motivo fue necesario almacenar esta variable en otro banco de la memoria RAM, para ser más exactos en el banco1, pues como ya lo mencionamos en el tema 4.6, los bytes de cada banco están limitados y nosotros con el uso de variables utilizamos el 90% del banco 0.

+ Si no recibe caracter de respuesta alguna, indica que existe un problema de conexión física Recibe = "NC" y aborta recepción

+ Si recibe caracter, lo almacena en la cadena "Recibe" continua con el ciclo, hasta que exista retorno de carro;

+ Procesa información recibida:

5.3 Máquina de estados

La máquina de estados se puede considerar como un diagrama de flujo pero diseñado específicamente para definir algoritmos de hardware digitales, o si se quiere

observar de otra manera podemos decir es la estructura básica de un sistema digital, para un circuito secuencial.

Los diagramas de flujo son la forma conveniente de especificar la secuencia de los pasos del proceso y las trayectorias de desición para un algoritmo.

Como podemos ver en nuestra máquina de estados, la secuencia que sigue nuestro software, para que funcione el sistema de la manera más correcta y ordenada, en la figura 5.1 se describirá la máquina de estados del sistema.

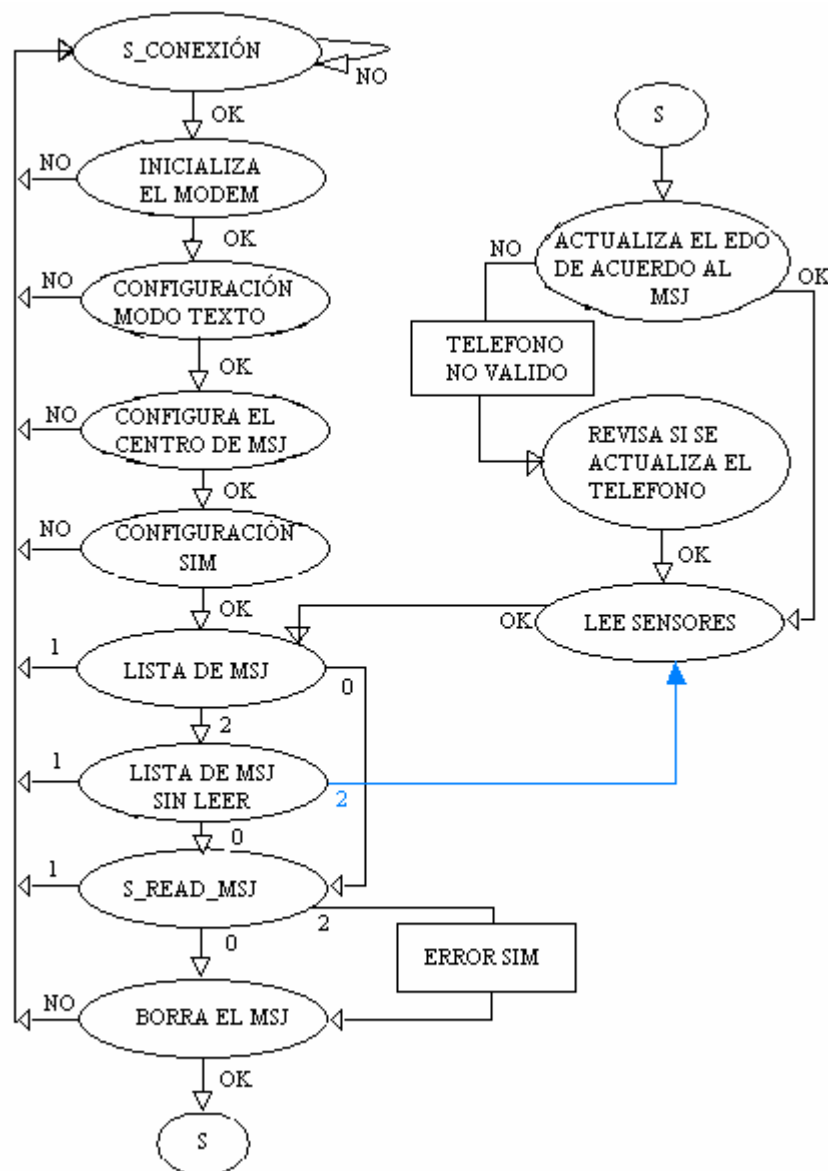


Figura 5.1 Máquina de estados del sistema.

5.3.1 El estado del teléfono

Aquí la parte a realizar es el envío de un comando AT al MODEM del teléfono esto con el fin de alertar al MODEM y si este nos responde entonces la conexión del microcontrolador – teléfono es correcta.

- + Si "Recibe" es igual a "OK":
 - + Despliega cadena "OK" a partir de posición 40 del display
 - + Regresa cero indicando que todo está OK;
- + Si "Recibe" es igual a "NC":
 - + Despliega cadena "no phone" a partir de posición 40 del display
 - + regresa un uno indicando que existió un error;
- + Si "Recibe" no aplica a ningún caso:
 - + Despliega cadena "error" a partir de posición 40 del display
 - + Regresa un dos que indica error no contemplado en el sistema;
- + Devuelve el arreglo de datos "Recibe" a partir de la posición 14 que es donde se encuentra el mensaje de texto recibido, esto es eliminamos la metainformación;
- + Si "Recibe" no aplica a ningún caso:
 - + Despliega cadena "error" a partir de posición 40 del display
 - + Regresa un dos que indica error no contemplado en el sistema;
- + Si "Recibe" no aplica a ningún caso:

5.3.2 Inicializar el teléfono

Para realizar acciones en nuestro sistema es necesario activar el MODEM con el comando AT propio del teléfono (ATZ~ MVXD=0,0), el cual se maneja como una cadena constante almacenada en ModemON.

5.3.3 Verificar si llega mensaje

La rutina Procesa_Msj verifica que el o los mensajes que lleguen sean validos, y esto lo hace comparando los mensajes que llegan con los mensajes prealmacenados.

Establecemos un case en función de la variable "Estado_MSJ"

```
{
  caso1: lee mensaje
    + Transmite la cadena existente en "Lee _ mensaje" al MODEM del celular;
    + Transmite los caracteres existentes en "loc_mem" al MODEM del celular;
    + Transmite los caracteres retorno de carro al MODEM del celular;
    + Espera respuesta del celular y almacena la respuesta en variable "dato", para formar cadena "Recibe";
```

```

+ Si no recibe caracter de respuesta alguna, indica que existe un problema
de conexión física Recibe = "NC" y aborta recepción
+ Si recibe caracter, lo almacena en la cadena "Recibe"
Continúa con el ciclo, hasta que exista retorno de carro;
+ Si existe conexión adecuada, pasar al caso 3;
+ Si no existe la conexión adecuada, pasar al caso 1;
caso2: imprime número de teléfono fecha y hora
+se declara una variable que será el apuntador del arreglo
Y será de una longitud de 10 y por lo tanto realizará un ciclo que se
realizará 9 veces e incrementará dicho a apuntador de 2 en 2.
+en dicho ciclo nos posicionamos en la posición 24 del arreglo e
intercambiamos
Los datos y los imprimimos, esto es para imprimir el teléfono
+la acción pasada la repetimos pero ahora lo hacemos en la posición 38
para saber los datos de año/mes/día/hora
caso3: comparamos cual es msj
+en la variable acción guardamos el resultado de compara cadena
+si acción es igual msj existente en alarma_on
+activa la salida de alarma
+en caso contrario pasa al caso 4
Caso4: comparamos cual es msj
+en la variable acción guardamos el resultado de compara cadena
+si acción es igual msj existente en cierra_gas
+activa la salida de gas para cortar el sistema
+en caso contrario pasa al caso 5
Caso5: comparamos cual es msj
+en la variable acción guardamos el resultado de compara cadena
+si acción es igual msj existente en abre_puerta
+activa la salida de puerta
}

```

5.3.4 Procesa sensores

El objetivo de esta rutina es revisar el estado de los sensores, en caso de que alguno de estos se llegará a activar, lo que sucede es que revisa cual sensor se activo y cuando lo identifique enviara el mensaje correspondiente al sensor que se active.

```

Si sensor gas se activa
    Envía msj. guardado en gas
Si sensor humo se activa
    Envía msj. guardado en humo
Si sensor presencia se activa
    Envía msj. guardado en presencia

```

5.3.5 Interrupciones

Como ya se explico en el tema 4.2.6.1 las interrupciones ocurren cuando se alcanzo el periodo de 1 segundo. Esta rutina permite tener periodos de tiempo de 1 seg. Para el monitoreo y control del sistema de manera síncrona.

Si existe desbordamiento del timer 0

Incrementamos el contador

Limpiamos la bandera del timer 0

Si el contador es igual al número de veces que realiza las ejecuciones del
timer 0 (76)

Inicializamos la bandera del contador

Tiempo es igual a 1 segundo

CAPITULO VI: MANUAL OPERATIVO.

Este capítulo presenta material grafico de la implementación del sistema, así como una breve descripción de la operación del mismo, el equipo utilizado, características generales y algunos cuidados que requiere el sistema para operar adecuadamente.

En las figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 se muestra el diseño del circuito impreso de la parte de control, además de una foto del circuito ya construido; como podemos observar en las imágenes este circuito es el cerebro del sistema ya que aquí es donde se encuentra el microcontrolador y es donde se va a estar controlando el sistema, y verificando el estado del mismo.

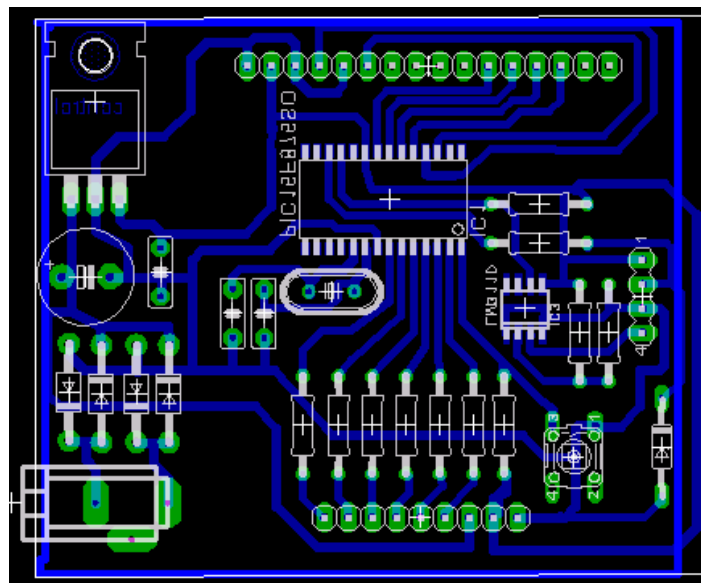


Figura 6.1 Diseño del circuito impreso de control.

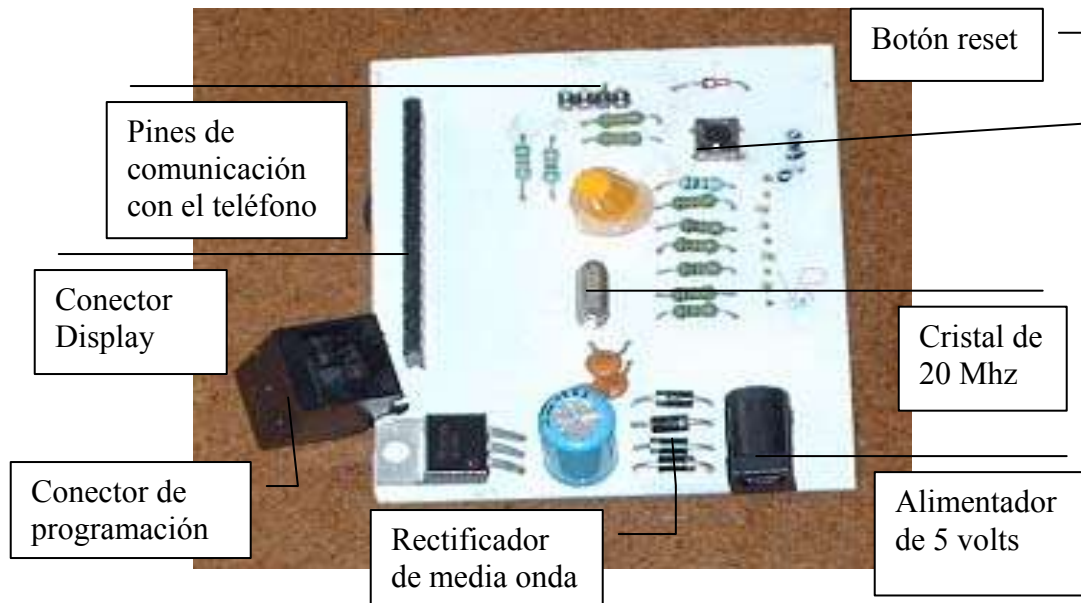


Figura 6.2 Circuito de control

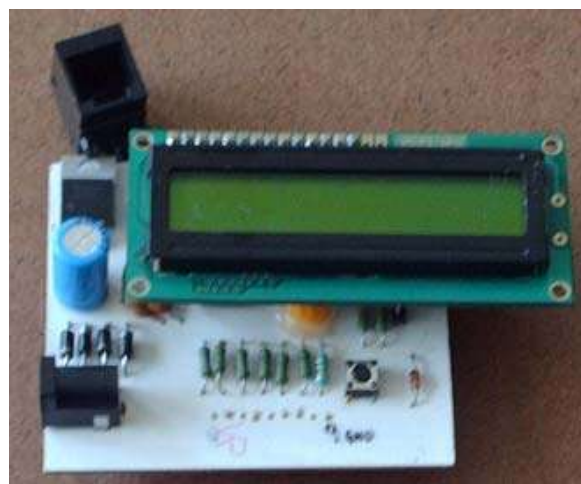


Figura 6.3 Circuito de control con el display ensamblado

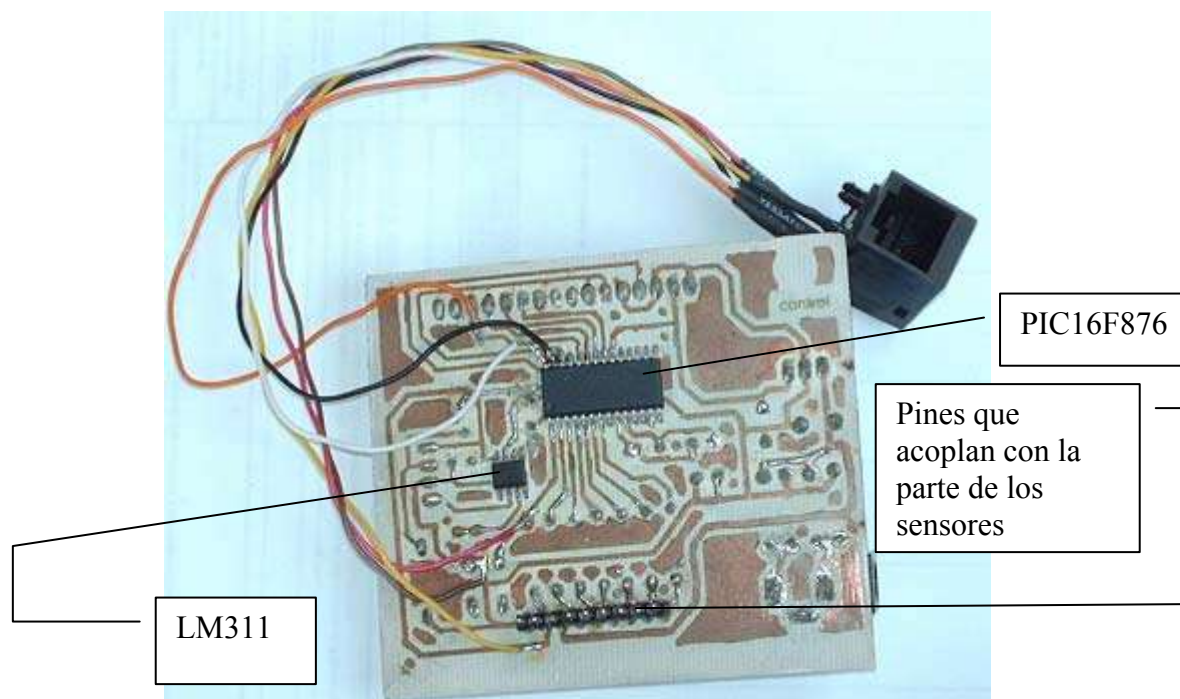


Figura 6.4 Circuito de control por la parte trasera

En las figuras 6.5 y 6.6 se muestra el diseño de la parte de los sensores y los actuadores, además de la foto de la construcción del circuito, esta parte del sistema, se encarga de monitorear el sistema si alguno de los sensores se activa envía la señal a los relevadores, los cuales se conectan con la parte de control, y también intervienen los actuadores los cuales se activan según la parte de control se lo indique.

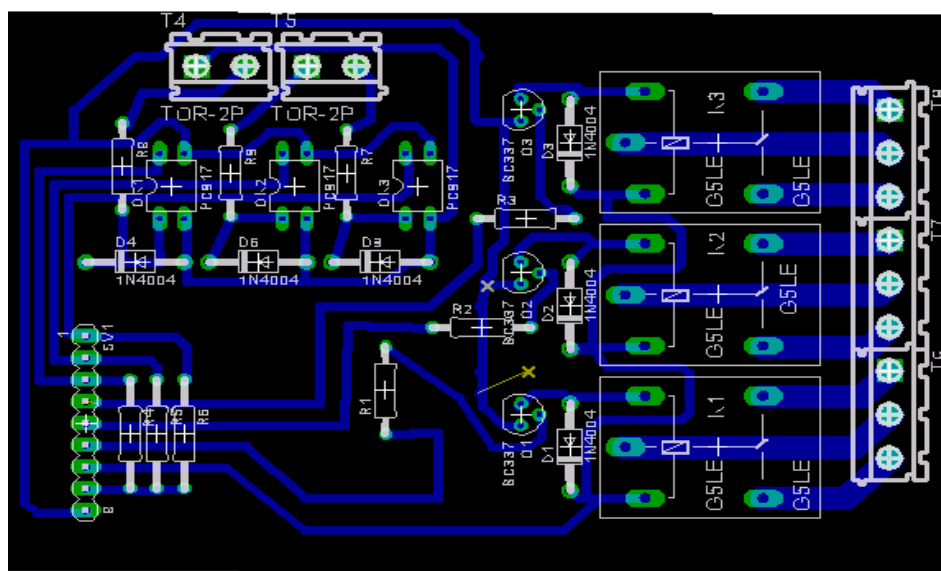


Figura 6.5 Diseño del circuito impreso de los sensores y actuadores.

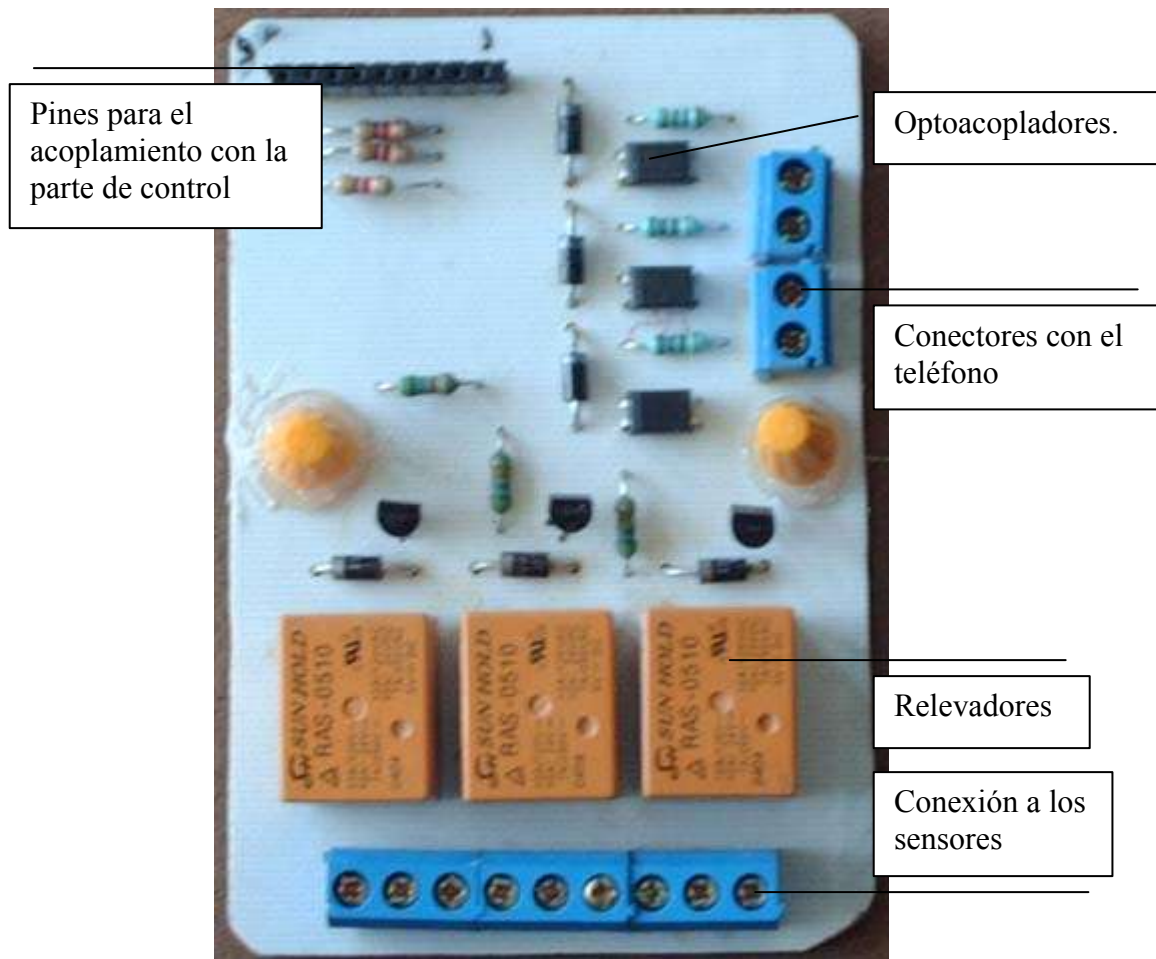


Figura 6.6 Circuito de la parte de los sensores

En la figura 6.7 se muestra todo el circuito ensamblado, y podemos observar los 3 componentes principales del sistema. Si suponemos que se activa un sensor el cual está conectado a los conectores azules, que a su vez se conectan en el diseño con los relevadores, estos se activan y dan la señal a la parte de control, la cual se encarga de ver cual de los tres sensores se activó, el microcontrolador manda el mensaje de alerta correspondiente al teléfono, de control remoto según el mensaje que conteste el usuario, el microcontrolador lo recibirá y se cerciora de cual de los actuadores tendrá que entrar en acción.

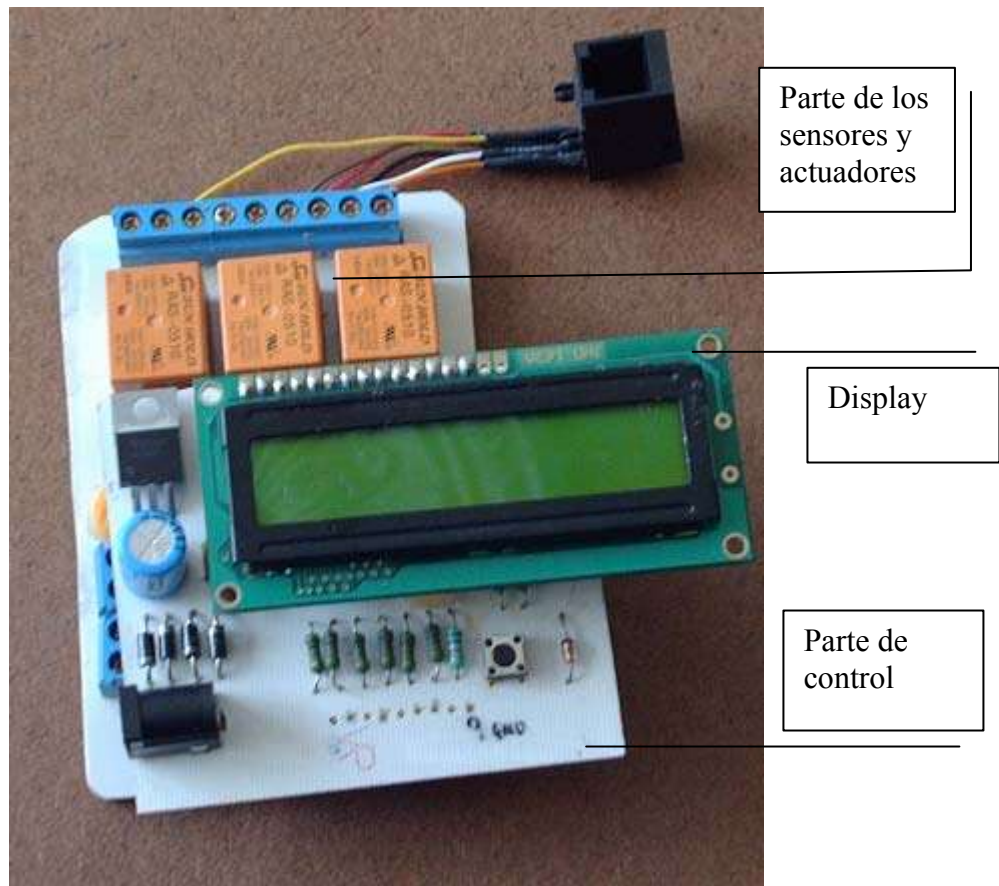


Figura 6.7 Circuito completamente ensamblado

Características generales

- fuente de alimentación de 5 volts
- frecuencia de operación de 60hz

Operación

El sistema ya instalado correctamente cuenta con el display LCD el cual permite ver el estado del sistema; es recomendable enviar un mensaje al teléfono de control, o mejor dicho el teléfono que está fijo, esto con el fin de observar el estado del sistema; el mensaje inicial debe tener escrito “AT” si en el display aparecen alguno de los siguientes mensajes, Error = 2 el MODEM no responde. Será necesario verificar la instalación del sistema, de lo contrario si todo está en orden aparecerá Error =0 todo OK; sería también recomendable que se prueben los sensores sería útil que se activará un sensor.

Un ejemplo del funcionamiento correcto es se activa el sensor de movimiento, en este momento el sistema por medio del celular que está fijo envía el mensaje “Alerta de

Presencia” al teléfono móvil. La respuesta más correcta a este mensaje es encender “ACTIVAR ALARMA” es importante mencionar que si el mensaje no está escrito todo con mayúsculas, el sistema no realizará la acción que se le indica, se recomienda ver la sección de Texto de alerta y texto de control., al haber enviado esta respuesta el sistema actúa encendiendo la alarma.

Equipo.

Principalmente el sistema se compone de varios elementos, ya que consta de un circuito de control, el cual contiene un display LCD que nos indica el estado del sistema, por otro lado tenemos el circuito que contiene los actuadores y los relevadores que se conectan a los sensores este se ensambla al circuito mencionado anteriormente, también se cuenta con el teléfono de control, en el caso de esta tesis es el teléfono mostrado en la figura 4.1 pero si es importante mencionar que el teléfono que se utilice de control sea un teléfono que cuente con el protocolo de interfaz serie RS232, en el caso del sistema presentado el número del teléfono de control es 4434097578 y por último el teléfono móvil el cual es el teléfono con que cuenta el usuario, el número aquí varía ya que depende del usuario.

Texto de alerta y texto de control.

Los textos de alerta solo pueden ser 3 y estos nos indican cuál es la situación dentro del hogar cuando no estamos presentes.

- Alerta Presencia
- Alerta Gas
- Alerta Humo

Los textos de control son aquellos por medio de los cuales los usuarios controlan al sistema y así activar alguno de los actuadores en caso de haber recibido un mensaje de alerta, o por simple precaución, los mensajes son los siguientes:

- ABRIR GAS

- CERRAR GAS
- ABRIR PUERTA
- CERRAR PUERTA
- ACTIVAR ALARMA
- APAGAR ALARMA

Otro tipo de mensajes que pueden desplegarse en el display LCD es cuando en el sistema ocurren problemas como que la red telefónica no está disponible, si la pila del teléfono se descarga en este caso aparecerá en el display quizá alguno de estos mensajes:

- Error = 1 no responde al envío de mensaje
- Error = 2 el MODEM no responde
- Error = 3 el MODEM no pudo enviar el mensaje

Estos mensajes no se envían al celular, solo aparecen en el display ensamblado al sistema y por lo tanto es importante de vez en cuando revisar su estado, además si se diera el caso de que la red de telefonía celular, este inactivo y se activará alguna alarma el sistema estará intentando enviar el mensaje de alerta hasta que este detecte que la red de nuevo tiene actividad.

Mantenimiento.

Para un mejor funcionamiento del sistema es importante no sobrepasar el nivel de tensión a la que se opera, verificar la carga de la batería del teléfono de control, así como el saldo o si no se ha caducado éste, del mismo, mantener el sistema en un lugar en donde la temperatura no sea extrema ya sea a altas o bajas temperaturas, recordemos que maneja componentes electrónicos que trabajan a ciertas temperaturas. Si por algún motivo el sistema se mojará desconectarlo inmediatamente es lo más indicado, es recomendable que de vez en cuando se vea la pantalla del sistema para que reafirmemos que todo está en orden.

CONCLUSIONES.

En conclusión final se logro el objetivo principal el cual fue la construcción de un sistema de control y monitoreo de una casa habitación por medio de mensajes de texto, cabe mencionar que solo se concluyó con un sistema a nivel prototipo ya que no se probó en una casa habitación y aun no se acondiciona en una presentación para venta.

El sistema es un sistema eficaz y de muy bajo costo pues ya implementado a nivel prototipo tiene un costo alrededor de \$1800 incluyendo los sensores, actuadores, construcción tarjeta para el microcontrolador y la tarjeta de conexión de los sensores y actuadores.

Todavía el trabajo que falta es aurodo para que se logre comercializar este proyecto pero como un proyecto es importante analizarlas ventajas, desventajas y las mejoras a futuro, las cuales se presentan a continuación:

VENTAJAS

- Es un sistema de control y monitoreo, en donde no se invierte en el desarrollo de nuevas tecnologías.
- Hace uso de recursos accesibles.
- Es un sistema que el usuario puede operar de manera sencilla.
- No necesitas un pago mensual por un servicio de seguridad (según sea el caso).
- Es un sistema relativamente económico.
- El sistema es móvil, y automático.

DESVENTAJAS

- En caso de que la red de telefonía celular fallé, nuestro sistema no funciona, esto quiere decir que es dependiente de la red celular.
- Es necesario verificar si existe saldo en los celulares del sistema (según sea el caso).
- Se necesita de una fuente externa que alimente el sistema cuando no exista suministro de energía eléctrica.
- No se ha logrado solucionar el problema de la descarga de la batería del celular.

MEJORAS A FUTURO.

- Solucionar el problema de carga de batería.
- Optimizar consulta de saldo.
- Negociación sobre tarifas y planes de telefonía con la empresa que suministra el servicio celular.
- Enlazar el sistema a la red de telefonía alámbrica.
- Incluir una fuente de respaldo tanto para el sistema como para las baterías del teléfono.

El concluir este proyecto me ha dejado una satisfacción personal muy grande, debido a que es uno de los pocos proyectos que he realizado, que es tan completo, pero además este ha tenido un nivel de complejidad mayor y sobretodo tengo la convicción de que aporta un beneficio a la sociedad, lo cual para mi en esta etapa de mi vida es una responsabilidad que debo de cumplir como egresada de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

GLOSARIO

TDD: Desarrollo guiado por pruebas, o Test-driven development es una técnica de programación que involucra el escribir primero los casos de prueba y luego implementar solo el código necesario para ejecutarla. El propósito del *desarrollo guiado por pruebas* es lograr una rápida retroalimentación, e implementa el "ilustrar la línea principal" al hacer un programa.

ANCHO DE BANDA BW: La técnica de transmisión en Banda Ancha consiste en modular una señal analógica de alta frecuencia (portadora) utilizando las variaciones de amplitud de la señal de banda base que desea transmitir.

BROAD BAND: Esto permite dividir el ancho de banda del medio de comunicacion en múltiples canales para la transmisión de uno o diferentes tipos de señales, como por ejemplo: Video, Audio, Voz, Datos. Todos por un mismo cable.

Las redes que utilizan esta técnica de transmisión, están orientadas a usuarios que requieren de la integración de varios servicios en un mismo cable.

Existen algunas diferencias con las redes que utilizan Banda Base, como por ejemplo:

La transmisión de la información es unidireccional.

La cobertura alcanza hasta los cientos de kilómetros.

Soporta hasta miles de usuarios.

RADIO FREQUENCY (RF): - Enlace que transmite información entre la celda y la estación de control

HAND OFF: Es el proceso de transferir la llamada de un usuario de un satélite a otro. En Globalstar puede ser de dos tipos:

- Soft Hand Off: Dos o más señales recibidas a través de distintos enlaces son demoduladas simultáneamente, combinadas, y decodificadas por la misma entidad. Se caracteriza por iniciar las comunicaciones utilizando un nuevo piloto para la misma frecuencia CDMA antes de terminar la comunicación con el antiguo piloto sin interrumpir por tanto la

llamada. Este hand off tiene lugar cuando el terminal de usuario opera en el canal de tráfico.

- Hard Hand Off: La entidad receptora deja de demodular y decodificar la información transmitida en un enlace y comienza a demodular y decodificar la información transmitida en otro enlace con posible pérdida de información. Se caracteriza por una desconexión temporal del canal de tráfico al cambiar el terminal de usuario de frecuencia.

HAND-OVER: Consiste en la transición que se produce cuando pasamos del rango de acción de una célula al rango de acción de otra. Esto se produce sobre todo cuando viajamos. El hand-over, por tanto, es el responsable de mantener el servicio de manera constante y de que las transiciones entre una célula y otra sean lo suficientemente pequeñas como para pasar desapercibidas por los usuarios.

Hay distintos tipos de hand-over en función de las células que intervengan en el proceso. Según esto podemos hablar de cuatro tipos diferentes de hand-over, que pueden producirse: hand-over de canales en la misma célula

hand-over de células controladas por el mismo BSC

hand over de células que pertenecen al mismo MSC, pero controladas por diferentes BSC

hand-over de células de diferentes MSC

TANDEM: Significa dos elementos en serie, y hp tiene unas computadoras llamadas sin parar las cuales son resistentes a toda clase de fallas, y es por que tiene dos procesadores físicos que trabajan en serie, y el resultado de c/u de los procesadores se comparan, y si alguno de los resultados no coinciden, detectan inmediatamente que hay una falla y toman medidas para recuperarse

TELEFONÍA DIGITAL: El acceso RDSI ONO está diseñado para su uso directo. Consta de 2 canales de comunicación de 64 Kbps y otro canal de señalización de 16 Kbps. Su capacidad de transmisión y velocidad multiplica a la de una línea analógica, por lo que proporciona a su empresa mayor capacidad de comunicación. El RDSI ONO es capaz de integrar simultáneamente voz, datos, imagen y sonido a la vez que integra los terminales de comunicación más habituales (fax, internet, teléfono, etc.). La configuración básica incluye

servicios de valor añadido y complementario sin valor coste adicional, ofreciéndole además la posibilidad de contratar otros servicios que amplíen sus prestaciones.

ESPECTRO DE FRECUENCIAS: El espectro de frecuencia de un fenómeno ondulatorio (sonoro, luminoso o electromagnético), superposición de ondas de varias frecuencias, es una medida de la distribución de amplitudes de cada frecuencia.

Espectro de frecuencias para la luz emitida por átomos de hierro en la región visible del espectro electromagnético.

MODULACIÓN: Engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda senoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

INTERFAZ ABIS: El concepto de la interfaz entre el BSC y el MSC (NSS) se le conoce como interfaz A, y se introdujo al principio de la elaboración del Estándar GSM. Solamente después se decidió estandarizar también la interfaz entre el BTS y el BSC, y se le llamó interfaz Abis, sin tener nada que ver con la interfaz A. Funciona a la velocidad de 2 Mbit/s, según la recomendación G.703 del ITU-T, antiguamente CCITT, y a través del cual se comunican las estaciones transceptoras (BTS) con las estaciones controladoras (BSC).

INTERFAZ UM: Interfaz de radio que utiliza la estación móvil para comunicarse con la red GSM

TRANSEPTOR: Provee la conexión física al medio de comunicación a través de una interfase apropiada. El transeptor tiene las funciones de recibir y transmitir la señal además de detectar conexiones de información.

NIBBLE: Es el conjunto de cuatro dígitos binarios (bits). Su interés se debe a que cada cifra en hexadecimal (0, 1, 2,..., 9, A, B, C, D, E, F) se puede representar con un cuarteto, puesto

que $2^4=16$. También el cuarteto es la base del sistema de codificación BCD. A continuación se muestra la correspondencia entre las dieciséis cifras hexadecimales

CICLO DE RELOJ: También denominado ciclos por segundo o frecuencia, este término hace referencia a la velocidad del procesador incorporado en la CPU del ordenador, y se mide en megahertzios (MHz). A mayor índice de frecuencia, más rápido es el procesador y, en consecuencia, el ordenador. Hace unos años era frecuente encontrar procesadores a 16 MHz, pero hoy en día lo normal es que éstos superen los 120 MHz.

EEPROM: Son las siglas de *electrically-erasable programmable read-only memory* (ROM programable y borrrable eléctricamente), en español o castellano se suele referir al hablar como E²PROM y en inglés "E-Squared-PROM". Es un tipo de memoria ROM que puede ser programado, borrado y reprogramado eléctricamente, a diferencia de la EPROM que ha de borrarse mediante rayos ultravioletas. Aunque una EEPROM puede ser leída un número ilimitado de veces, sólo puede ser borrada y reprogramada entre 100.000 y 1.000.000 de veces.

TERMINAL LOGICA: Es la cual mediante la conexión a un PC compatible, se configuran los parámetros de funcionamiento y permite comprobar las entradas/salidas y su conexión a campo

(ICSPTM: In Circuit Serial Program es un protocolo de programación de dispositivos Microchip PIC

OPTOACOPLADOR: También llamado optoaislador o acoplador óptico, es un componente electrónico formado por la unión de un diodo LED y un fototransistor acoplados a través de un medio conductor de luz y encapsulados en una cápsula cerrada y opaca a la luz. Cuanta mayor corriente eléctrica atraviese al fotodiodo, mayor será la cantidad de fotones emitidos y, por tanto, mayor será la corriente eléctrica que recorra el fototransistor. Se trata de una manera de transmitir una señal de un circuito eléctrico a otro.

Obsérvese que no existe comunicación eléctrica entre los dos circuitos, es decir existe un trasiego de información pero no existe una conexión eléctrica: la conexión es óptica.

WDT: Internos, configurados como una función separada dentro del microcontrolador o microprocesador, disponen a menudo de relojes por separado configurados independientemente a una constante de tiempo RC integrada. Con esta configuración, el reloj del WDT está básicamente aislado respecto al reloj del sistema.

ICD: In Circuit Debugger es un depurador de tiempo real de bajo costo, el cual permite ver las variables y tener puntos de ruptura, para programar al pic, examina a detalle el programa que controla al pic

Ms: Milisegundos unidad de tiempo

PDU: Protocol Decoder Uncoder, protocolo utilizado para codificar mensajes de texto enviados o recibidos.

RAM: Random Access Memory

CONVERTIDOR A/D: Convertidor analógico /digital

CCP: módulos de captura o comparación

MHz: Mega hertz, unidad para medir la frecuencia

WORDS: Longitud en bites

USART: Línea de recepción

Tx: Transmisión

Rx: Recepción

RS-232: Protocolo de aplicación del sistema de comunicación asíncrono (-12 a 12v)

LCD: Pantalla de cristal líquido

LED: Diodo emisor de luz

ABONADO: usuario de los servicios de telefonía celular

TDD: Acceso en el tiempo

FONÍA: Voz

FRAME: Unidad de medida para transmisión de datos

DOWN LINK: Liga a una frecuencia superior

UP LINK: Liga a una frecuencia inferior

REGISTROS S: Valores predeterminados que establecen ciertos parámetros que describen como funciona el MODEM

CONCATENAR: Relacionar

SUB-BANDA: Bandas auxiliares para la banda principal, ayudan a que está no se sature.

Mbps: Megabytes por segundo.

Kbps: Kilobytes por segundo.

PSTN: La red telefónica pública conmutada (PSTN, Public Switched Telephone Network) es una red con conmutación de circuitos tradicional optimizada para comunicaciones de voz en tiempo real. Cuando llama a alguien, cierra un conmutador al marcar y establece así un circuito con el receptor de la llamada. PSTN garantiza la calidad del servicio (QoS) al dedicar el circuito a la llamada hasta que se cuelga el teléfono. Independientemente de si los participantes en la llamada están hablando o en silencio, seguirán utilizando el mismo circuito hasta que la persona que llama cuelgue

APENDICE A tabla juego de caracteres ASCII

	Hex	Dec		Hex	Dec		Hex	Dec		Hex	Dec		Hex	Dec		Hex	Dec					
	00	000		+	2B	043		V	56	086		ü	81	129		¼	AC	172		‡	D7	215
☉	01	001		,	2C	044		W	57	087		ë	82	130		;	AD	173		‡	D8	216
●	02	002		-	2D	045		X	58	088		ä	83	131		«	AE	174		‡	D9	217
♥	03	003		.	2E	046		Y	59	089		ä	84	132		»	AF	175		‡	DA	218
♦	04	004		/	2F	047		Z	5A	090		à	85	133			B0	176		■	DB	219
♣	05	005		0	30	048		[	5B	091		á	86	134			B1	177		■	DC	220
♠	06	006		1	31	049		\	5C	092		ç	87	135			B2	178		■	DD	221
•	07	007		2	32	050		]	5D	093		è	88	136			B3	179		■	DE	222
■	08	008		3	33	051		^	5E	094		ë	89	137			B4	180			DF	223
○	09	009		4	34	052		_	5F	095		é	8A	138			B5	181		α	E0	224
■	0A	010		5	35	053		`	60	096		î	8B	139			B6	182		β	E1	225
♂	0B	011		6	36	054		a	61	097		í	8C	140			B7	183		Γ	E2	226
♀	0C	012		7	37	055		b	62	098		ì	8D	141			B8	184		π	E3	227
♪	0D	013		8	38	056		c	63	099		ä	8E	142			B9	185		Σ	E4	228
♫	0E	014		9	39	057		d	64	100		Å	8F	143			BA	186		σ	E5	229
⚙	0F	015		:	3A	058		e	65	101		É	90	144			BB	187		μ	E6	230
▶	10	016		;	3B	059		f	66	102		æ	91	145			BC	188		τ	E7	231
◀	11	017		<	3C	060		g	67	103		Æ	92	146			BD	189		Φ	E8	232
↑	12	018		=	3D	061		h	68	104		ö	93	147			BE	190		⊙	E9	233
	13	019		>	3E	062		i	69	105		ó	94	148			BF	191		Ω	EA	234
¶	14	020		?	3F	063		j	6A	106		ô	95	149			C0	192		δ	EB	235
§	15	021		@	40	064		k	6B	107		ú	96	150			C1	193		∞	EC	236
■	16	022		A	41	065		l	6C	108		ù	97	151			C2	194		φ	ED	237
↑	17	023		B	42	066		m	6D	109		ÿ	98	152			C3	195		ε	EE	238
↑	18	024		C	43	067		n	6E	110		Ö	99	153			C4	196		∩	EF	239
↓	19	025		D	44	058		o	6F	111		Ü	9A	154			C5	197		≡	F0	240
→	1A	026		E	45	069		p	70	112		ç	9B	155			C6	198		±	F1	241
←	1B	027		F	46	070		q	71	113		£	9C	156			C7	199		≥	F2	242
L	1C	028		G	47	071		r	72	114		¥	9D	157			C8	200		≤	F3	243
↔	1D	029		H	48	072		s	73	115		Ⓐ	9E	158			C9	201		∫	F4	244
▲	1E	030		I	49	073		t	74	116		f	9F	159			CA	202		∫	F5	245
▼	1F	031		J	4A	074		u	75	117		á	A0	160			CB	203		÷	F6	246
	20	032		K	4B	075		v	76	118		í	A1	161			CC	204		≈	F7	247
!	21	033		L	4C	076		w	77	119		ò	A2	162			CD	205		°	F8	248
"	22	034		M	4D	077		x	78	120		ù	A3	163			CE	206		•	F9	249
#	23	035		N	4E	078		y	79	121		ñ	A4	164			CF	207		•	FA	250
\$	24	036		O	4F	079		z	7A	122		Ñ	A5	165			D0	208		√	FB	251
&	25	037		P	50	080		{	7B	123		ª	A6	166			D1	209		■	FC	252
&	26	038		Q	51	081			7C	124		º	A7	167			D2	210		:	FD	253
'	27	039		R	52	082		}	7D	125		¿	A8	168			D3	211		■	FE	254
(	28	040		S	53	083		~	7E	126		Ⓐ	A9	169			D4	212			FF	255
)	29	041		T	54	084		␣	7F	127		⌈	AA	170			D5	213				
*	2A	042		U	55	085		Ç	80	128		⌋	AB	171			D6	214				

APENDICE B características del microcontrolador.



PIC16F87XA

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Devices Included In this Data Sheet:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 single-word instructions to learn
- All single-cycle instructions except for program branches, which are two-cycle
- Operating speed: DC – 20 MHz clock input
DC – 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of Flash Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM),
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to other 28-pin or 40/44-pin
PIC16CXXX and PIC16FXXX microcontrollers

Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,
can be incremented during Sleep via external
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™
(Master mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) – 8 bits wide with
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

Analog Features:

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

Special Microcontroller Features:

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

CMOS Technology:

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

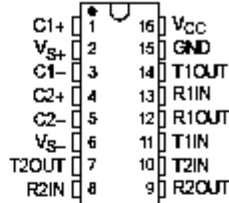
Device	Program Memory		Data SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	I/O	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Timers 8/16-bit	Comparators
	Bytes	# Single Word Instructions						SPI	Master I²C			
PIC16F873A	7.2K	4096	192	128	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F874A	7.2K	4096	192	128	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F876A	14.3K	8192	368	256	22	5	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2
PIC16F877A	14.3K	8192	368	256	33	8	2	Yes	Yes	Yes	2/1	2

APENDICE C características del MAX3232C

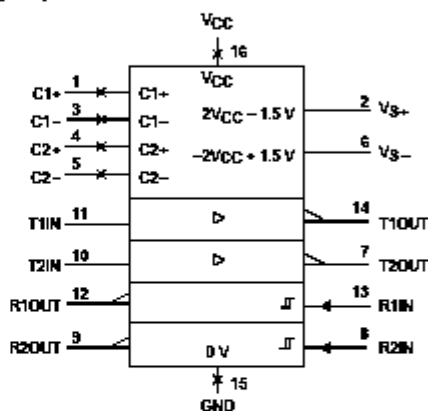
MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLL30473 - FEBRUARY 1989 - REVISED AUGUST 1998

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX232I is characterized for operation from -40°C to 85°C.

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D†	MAX232DW†	MAX232N
-40°C to 85°C	MAX232ID†	MAX232IDW†	MAX232IN

† This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRECAUTION: DDD information is subject to publication date. Products are shown in any configuration as part of the terms of Texas Instruments' standard warranty. Products shown are not necessarily in the latest of all parameters.



**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655503 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1988

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	–0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	–0.3 V to –15 V
Input voltage range, V_I : Driver	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	±30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	–0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	113°C/W
DW package	105°C/W
N package	78°C/W
Storage temperature range, T_{stg}	–65°C to 150°C
Lead temperature 1.0 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2: The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51, except for through-hole packages, which use a trace length of zero.

recommended operating conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH} (T1IN, T2IN)	2			V
Low-level input voltage, V_{IL} (T1IN, T2IN)			0.8	V
Receiver input voltage, R1IN, R2IN			±30	V
Operating free-air temperature, T_A	MAX232	0	70	°C
	MAX232I	–40	85	

APENDICE D Código del sistema.

```
/* 08/JUN/2006 programa de tesis de Lucero */
```

```
#include <pic.h>
#include "C:\Documents and Settings\ARI\Escritorio\delay\delay.c"
#include "C:\Documents and Settings\ARI\Escritorio\lcd\lcd.c"
#define RX_PIN TRISC7
#define TX_PIN TRISC6
#define gas RD0
#define alarma RD1
#define puerta RD2
#define sensor_gas RD5
#define sensor_humo RD6
#define sensor_presencia RD7
#define ON 1
#define OFF 0
const unsigned char ModemOn[] = "ATZ~MVXD=0,0\r";
const unsigned char INIT_SMS[] = "AT+CNMI=1,1,0,1\r";
const unsigned char NewSMS[] = "AT+CNMI\r";
const unsigned char SMS_gas[] = "AT+CMSS=1\r";
const unsigned char SMS_humo[] = "AT+CMSS=2\r";
const unsigned char SMS_presencia[] = "AT+CMSS=3\r";
const unsigned char at[] = "AT\r";
const unsigned char SMS_IN[] = "+CMTI: \"SM\", ";
const unsigned char Lee_Mensaje[] = "AT+CMGR=";
const unsigned char CIERRA_GAS[] = "E374592E0F83CEE139";
const unsigned char ALARMA_ON[] = "617658DE0E83DE6E";
const unsigned char ABRE_PUERTA[] = "61B1BC0C82D7CB727A18";
unsigned int cont;
unsigned char tiempo;
bank1 unsigned char Recibe[80];
unsigned charCodigo;
unsigned char info[12];
```

```
unsigned char getch(void)//Regresa un caracter del puerto C
{
    /* retrieve one byte */
    while(!RCIF){
        if(tiempo==1)
            return 0;
    }
    return RCREG;
}
```

```
void init_overflow(void)//
{
    tiempo=0;
    cont=0;
}
```

```
void RespuestaPhone(void)//revisa si hay conexión en el TEL
{
    unsigned char dato;
    unsigned char i=0;
    init_overflow();
    do{
        dato=getch();
        if (dato==0){
            Recibe[2]='N';
            Recibe[3]='C';
            return;
        }
        if(i<2)dato=0;
        Recibe[i]=dato;
        i++;
    }while(dato!=10);//como el num. 10 indica el final, este ciclo se va a
    realizar mientras no sea igual a 10
}
```

```
void init_comms(void)//inicializa y configura los registros
{
    RX_PIN = 1;
    TX_PIN = 1;
    SPBRG = 64;
    RCSTA = 0x90;// Vel = 19200
    TXSTA = 0x24;
}
```

```
unsigned char Error(void)//revisa el edo del sistema
{
    if(Recibe[2]=='O' && Recibe[3]=='K')
    {
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("    ");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("OK");
        return 0;
    }
    else if(Recibe[2]=='N' && Recibe[3]=='C')
    {
```

```

        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("    ");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("no phone");
        return 1;
    }

    else if(Recibe[2]=='+' && Recibe[3]=='C' && Recibe[4]=='M' && Recibe[5]=='G' &&
Recibe[6]=='R')
    {

        /*lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("    ");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("Lee Mensaje");*/
        return 0;
    }

    else if(Recibe[2]=='+' && Recibe[3]=='C' && Recibe[4]=='M' && Recibe[5]=='T'
&& Recibe[6]=='I')
    {

        /*lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("    ");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("Recibí mensaje");*/
        return Recibe[14];
    }

    else{

        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("    ");
        lcd_goto(0x40);
        lcd_puts("error");
        return 2;
    }

}

void putch(unsigned char byte)//imprime una variable
{
    while(!TXIF)    /* set when register is empty */
        continue;
    TXREG = byte;
}

```

```
void send_msj(const char *cadena)//imprime una cadena
{
    while(cadena && *cadena)
    {
        putchar(*cadena++);
    }
}

void init_interrupt()
{
    OPTION=0b11010111;//PRESCALER=255 RELOJ INTERNO
    GIE=1;//HABILITA INERRUPCIONES GLOBALES
    T0IE=1;//HABILITA INTERRUPCION DEL TIMER 0
}
unsigned char estado,i,loc_mem;
#include "ProcesaSensores.c"
#include "compara_cadena.c"
#include "procesa_MSJ.c"

main()
{
    lcd_init();
    init_comms();
    init_interrupt();

    lcd_clear();
    lcd_goto(0);
    lcd_puts("Alarma Celular");
    estado=1;
    while(1){
        switch(estado){

            case 1: //revisa si el teléfono esta conectado
                send_msj(at);
                RespuestaPhone();
                Codigo=Error();
                if(Codigo==0)
                    estado++;
                break;
            case 2: //inicializa el teléfono
                send_msj(ModemON);
                RespuestaPhone();
                Codigo=Error();
```

```

        if(Codigo==1)
        {
            estado=1;
            break;
        }
        send_msj(INIT_SMS);
        RespuestaPhone();
        Codigo=Error();
        if(Codigo==0)
            estado++;
        else if(Codigo==1)
            estado=1;
        break;
    case 3://Verifica si llega mensaje
        RespuestaPhone();
        Codigo=Error();
        if(Codigo==1)
            estado=4;
        else //if(Codigo>=0x30)
        {
            loc_mem=Codigo;
            procesa_mensaje();
            estado=4;
        }
        break;
    case 4:
        Procesa_Sensores();
        break;
    }
}

}

void interrupt inte (void)//
{
    if(T0IF==1){
        cont++;
        T0IF=0;
        if(cont==76){
            cont=0;
            tiempo=1;
        }
    }
}

```

```

    }
}

void Procesa_Sensores()
{
    if(sensor_gas==ON)send_msj(SMS_gas);
    if(sensor_humo==ON)send_msj(SMS_humo);
    if(sensor_presencia==ON)send_msj(SMS_presencia);
}

void procesa_mensaje(void ){
    unsigned char accion,Estado_MSJ;
    switch(Estado_MSJ){
        case 1://Lee Mensaje
            send_msj(Lee_Mensaje);
            putch(loc_mem);
            putch(13);
            RespuestaPhone();
            Codigo=Error();
            if(Codigo==1)
                estado=1;
            RespuestaPhone();
            estado=5;
            break;
        case 2://imprime numero de teléfono, fecha y hora.
            for(i=0;i<10;i+=2)
            {
                info[i] = Recibe[25+i];
                info[i+1] = Recibe[24+i];
            }
            info[10]=0;
            lcd_goto(0x0);
            lcd_puts(info);

            for(i=0;i<10;i+=2)
            {
                info[i] = Recibe[39+i];
                info[i+1] = Recibe[38+i];
            }
            info[10]=0;
            lcd_goto(0x40);
            lcd_puts(info);
            while(1);
            break;
        case 3://comparamos cual es msj
            accion=Compara_cadena(ALARMA_ON,54);
            if(accion==0)alarma=ON;
    }
}

```

```
case 4://comparamos cual es msj
    accion=Compara _cadena(CIERRA_GAS,54);
    if(accion==0)gas=OFF;
case 5://comparamos cual es msj
    accion=Compara _cadena(ABRE _ PUERTA,54);
    if(accion==0)puerta=ON;
}
}

unsigned char Compara _cadena(const unsigned char*cadena1, unsigned char Posicion)
{
char *cadena2;
    cadena2=Recibe;
    cadena2=cadena2+Posicion;
    while(*cadena1!='\0')//compara con el fin de cadena
    {
        if(*cadena1!=*cadena2)return 1;
        cadena1++;
        cadena2++;
    }
    return 0;// Aborta ciclo y devuelve un cero.
}
```

APENDICE E características del sensor de gas.

TGS 2610 - for the detection of LP Gas

Features:

- * Low power consumption
- * High sensitivity to LP and its component gases (e.g. propane and butane)
- * Long life and low cost
- * Uses simple electrical circuit

Applications:

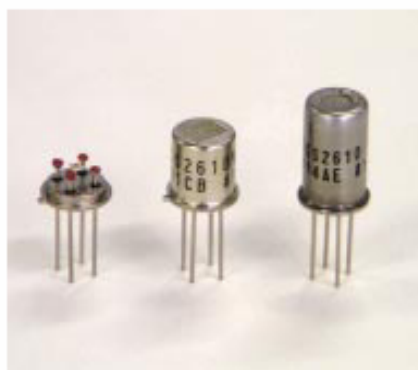
- * Residential LP leak detectors and alarms
- * Portable LP detectors
- * LP gas and vapor detection

TGS2610 is a semiconductor type gas sensor which combines very high sensitivity to LP gas with low power consumption and long life. Due to miniaturization of its sensing chip, TGS2610 requires a heater current of only 56mA and the device is housed in a standard TO-5 package.

The TGS2610 is available in two different models which have different external housings but identical sensitivity to LP gas. Both models are able to satisfy the requirements of performance standards such as UL1484 and EN50194.

TGS2610-J00 possesses small size and quick gas response, making it suitable for gas leakage checkers.

TGS2610-B00 uses filter material in its housing which eliminates the influence of interference gases such as alcohol, resulting in highly selective response to LP gas. This feature makes the sensor ideal for residential gas leakage detectors which require durability and resistance against interference gas.

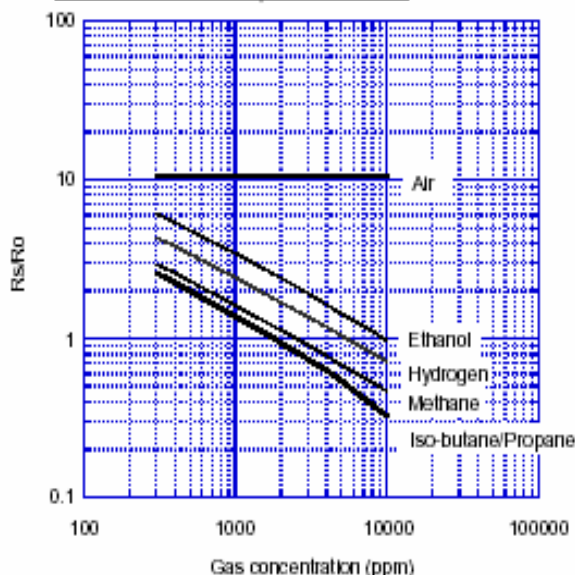


The figure below represents typical sensitivity characteristics, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* (R_s/R_o) which is defined as follows:

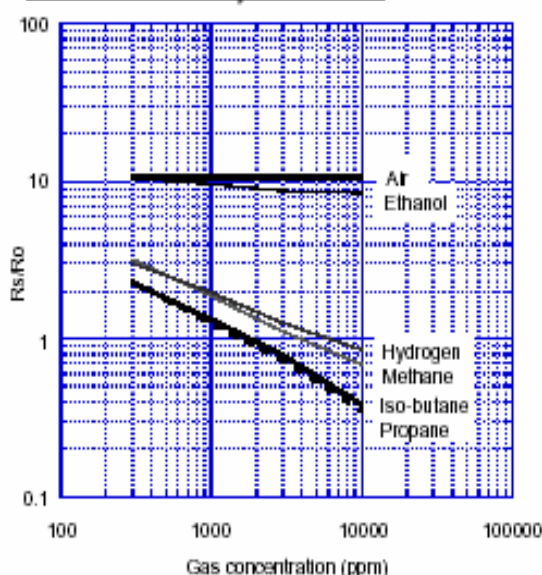
R_s = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations

R_o = Sensor resistance in 1800ppm of iso-butane

TGS2610-J00 Sensitivity Characteristics:



TGS2610-B00 Sensitivity Characteristics:

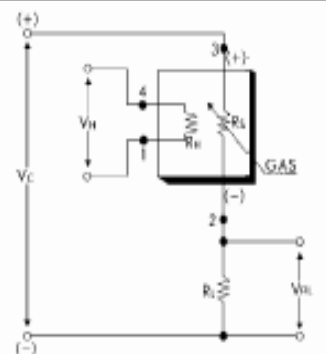


IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN. FIGARO CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

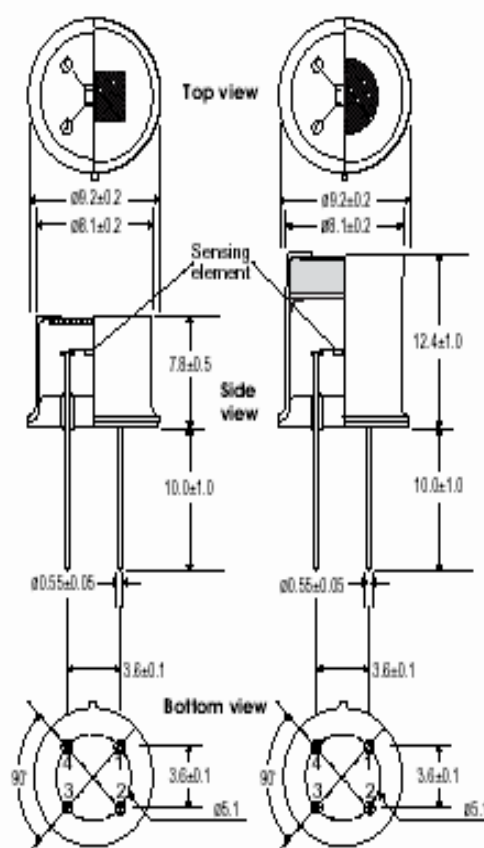
Basic Measuring Circuit:

The sensor requires two voltage inputs: heater voltage (V_H) and circuit voltage (V_C). The heater voltage (V_H) is applied to the integrated heater in order to maintain the sensing element at a specific temperature which is optimal for sensing. Circuit voltage (V_C) is applied to allow measurement of voltage (V_{RL}) across a load resistor (R_L) which is connected in series with the sensor.

A common power supply circuit can be used for both V_C and V_H to fulfill the sensor's electrical requirements. The value of the load resistor (R_L) should be chosen to optimize the alarm threshold value, keeping power dissipation (P_S) of the semiconductor below a limit of 15mW. Power dissipation (P_S) will be highest when the value of R_S is equal to R_L on exposure to gas.

**Specifications:**

Model number		TGS 2610	
Sensing element type		D1	
Standard package		TO-5 metal can	
Target gases		Butane, LP gas	
Typical detection range		500 ~ 10,000 ppm	
Standard circuit conditions	Heater Voltage	V_H	5.0±0.2V DC/AC
	Circuit voltage	V_C	5.0±0.2V DC/AC $P_S \leq 15mW$
	Load resistance	R_L	Variable 0.45kΩ min.
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	R_H	approx. 59Ω at room temp.
	Heater current	I_H	56 ± 5mA
	Heater power consumption	P_H	280mW $V_H = 5.0V$ DC
	Sensor resistance	R_S	0.68~6.8kΩ in 1800ppm Iso-butane
	Sensitivity (change ratio of R_S)		0.56 ± 0.06 $\frac{R_S(3000ppm)}{R_S(1000ppm)}$
Standard test conditions	Test gas conditions	Iso-butane in air at 20±2°C, 65±5%RH	
	Circuit conditions	$V_C = 5.0 \pm 0.01V$ DC $V_H = 5.0 \pm 0.05V$ DC	
	Conditioning period before test	7 days	

Structure and Dimensions:**TGS2610-J00****TGS2610-B00**

Pin connection:

- 1: Heater
- 2: Sensor electrode (-)
- 3: Sensor electrode (+)
- 4: Heater

The value of power dissipation (P_S) can be calculated by utilizing the following formula:

$$P_S = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_S}$$

Sensor resistance (R_S) is calculated with a measured value of V_{RL} by using the following formula:

$$R_S = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

All sensor characteristics shown in this brochure represent typical characteristics. Actual characteristics vary from sensor to sensor. The only characteristics warranted are those in the Specification table above.

APENDICE F características del sensor pirólico.

GUARD

Outdoor/Indoor Waterproof Anti-masking Detector

FEATURES

- * Two PIR sensors.
- * Microwave sensor.
- * Waterproof and all-weather resistant.
- * Frontal Anti-masking, by active infrared.
- * Anti-case-shifting, by inertial switch: Alerts when detector has been shifted.
- * Microprocessor controlled.
- * Selectable PIR detection sensitivity.
- * Adjustable Microwave detection sensitivity.
- * Selectable detection combination type (AND / OR).
- * Memory latched input.
- * Wide-angle (110°) field-of-view.
- * Auto temperature compensation.
- * High level of RFI/EMI immunity.
- * Vertical adjustment.



APPLICATIONS

Courtyards, Garages, Hangars, Car parks, Farms, Agricultural fields, Army facilities, Banks, Plants, Museums, Hotels, Businesses, Homes.

MAXIMUM Security (1984) LTD.

MAXIMUM HOUSE at Tzomet Savyon. 201 Levy Eshkol Road, Kiron, ISRAEL. Tel: ++ 972-544-534112, Fax: ++ 972-3- 634 9775
Web Site: www.maximum.co.il

CONGRATULATIONS

We thank you for choosing a product of MAXIMUM (1984) LTD. Based on more than 20 years experience in R&D and in production of advanced security systems, we are proud to introduce to you the best Outdoor / Indoor motion detector ever presented, for industrial, commercial and residential security.

To ensure proper operation and maximum use of all its advantages, please read all parts of this installation and operating manual, and follow the step-by-step instructions.

INTRODUCTION

GUARD is virtually the best Outdoor / Indoor motion detector ever presented, for industrial, commercial and residential security.

GUARD has a massive aesthetic design and combines the technologies of Passive infrared, Active Infrared and Microwave as well. It is waterproof and all-weather resistant.

GUARD also alerts in any attempt to damage or disable its operation. **GUARD** combines a variety of detection techniques that enable it to work in the most difficult environmental conditions and where high security is required while maintaining unprecedented immunity to false alarms.

Excellent 4-dimensional detection

The two synchronized PIR sensors produce a three-dimensional thermal imaging of the protected area.

Combining the fourth dimension as microwave scanning contributes to an amazing detection capacity and at the same time it also increases the reliability and immunity to false alarms.

Using this technique allows high sensitivity level adjustment in both detection technologies without the need of pulse count.

Alerts in any attempt to damage or to disable its operation

In addition to an unprecedented amazing and reliable detection skill, **GUARD** is equipped with unique protection mechanisms against any attempt to damage or to disable its operation.

These following protection mechanisms always work- weather the alarm system is Armed or Disarmed:

1. **Frontal Anti-masking** by a continuous active infrared scan, against masking the near field-of-view of the detector (Detects even transparent objects such as clear glass, plastic bags or transparent spray of any kind).

- 1 -

Imposes "OR" mode in distress. If, from any reason, the PIR detection channel is neutralized (for example, the detector's front was masked), the Microwave detection channel will guard the protected area.

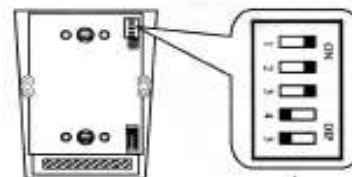
Anti-case-shifting, by inertial switch that alerts if someone shifts, moves or turns the detector.

Traditional Tamper switch.

GUARD operates its relays and LED indicators according to the detection nature as following:

TYPE OF DETECTION	LED INDICATORS	RELAY STATUS
Alarm- True motion detection	Red + Yellow Blinking together	ALARM relay will activate for 2 seconds.
P.I.R. detection	Red	No relay will operate
Microwave detection	"AND" mode Yellow	No relay will operate
	"OR" mode Red + Yellow Blinking together (During masking only!!!)	ALARM relay will activate for 2 seconds. (During masking only!!!)
Anti-masking detection	Green Blinking	If masking exists for more than 2 minutes, the green LED will glow constantly, and the "MASK" relay will operate for at least 2 seconds and all time the masking exists
Anti-case-shifting detection		"MASK" relay will operate for at least 2 seconds

DIP SWITCH ADJUSTMENT



LEDs

2. PIR Sensitivity

3. Anti-masking & Anti-case-shifting Sensitivity

4. Detection Combination Type

5. Anti-case-shifting Enabling

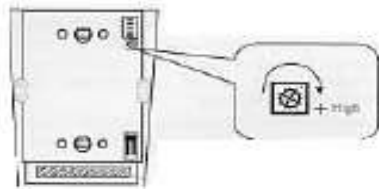
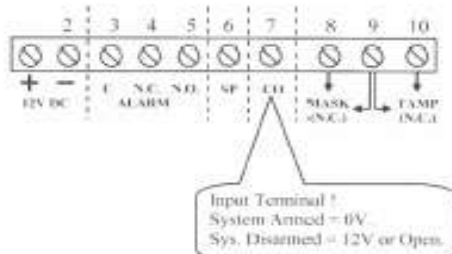
OFF ON

LOW HIGH

LOW HIGH

Microwave AND P.I.R.
"AND" mode
Just Microwave (During masking only!!!)

ENABLED DISABLED

MICROWAVE SENSITIVITY ADJUSTMENT**TERMINAL BLOCK WIRING**

4

WIRING TERMINAL SPECIFICATIONS

- **Terminals 1 + 2**
Indicated on the circuit as: + - .
These are the 12V DC power supply inputs.
 - **Terminals 3+4+5**
Indicated on the circuit as: ALARM (C / N.C. / N.O.).
Represent the contacts of the "Alarm Relay".
C + N.C. = Normally Closed. C + N.O. = Normally Opened.
Upon any human movement detection, the relay's contacts are opened for two seconds.
 - **Terminals 8+9**
Indicated on the circuit as: "MASK".
Represent the contacts of the "Masking Relay" which normally are in closed state (N.C.).
If an object blocks (masks) the near field-of-view of the detector for more than 2 minutes, the green LED will glow constantly, and the "MASK" relay will operate for at least 2 seconds and all time the masking exists.
 - **Terminals 9+10**
Indicated on the circuit as "TAMP".
Represent the contacts of the built-in TAMPER switch, which are normally in closed state (N.C.).
The contacts will open, upon the detector's case is opened.
 - **Terminal number 7**
Indicated on the circuit as "CO".
This terminal to be used if you wish to get a report from the detector's memory, whether it has detected human movement during the armed period.
This terminal should get indication from the alarm system's control panel, whether it is in Armed or Disarmed state.
- If 0V received, the detector "understands" that the alarm system is Armed.
- If 12V or no voltage at all received, the detector "understands" that the alarm system is Disarmed.
- How to draw and display the detector's memory ?**
If: the detector has alerted during the "armed" period,
Then: upon switching the alarm system from "Armed" to "Disarmed" mode, the Red LED will be activated for 30 minutes.

- 5 -

SETTING TO THE MAXIMUM DETECTION RANGE

- In order to set GUARD to its maximum detection range:
1. Move the internal unit (electronic card) to the maximum height on its back panel, then move it 3 mm lower and fix it there.
 2. Install GUARD in a height of between 1.80 and 2.00 meter above the floor.

PREPARING THE ANTI-MASKING CHANNEL FOR WORK

In order to enable the masking detection to operate properly, it is necessary to allow the detector study and analyze automatically the environmental conditions of its protected area.

The study procedure to be performed in three cases:

1. Upon connecting the power supply to the detector.
2. Upon the position of DIP switch number-3 (Masking detection sensitivity) is changed.
3. Upon relocation of the internal unit of the detector.

The study procedure in the first & second case:

- Close immediately the detector's case (within 15 seconds maximum).
- Keep away (at least 0.5 meter) from its front, until the study procedure finished, about 30 seconds.
- As an indication for the study procedure, the Green+Yellow LEDs will blink rapidly once the procedure begins and ends.

The study procedure in the third case:

- Change the position of DIP switch number-3 for about one second, and switch it back to the original place.
- Close immediately the detector's case (within 15 seconds maximum).
- Keep away (at least 0.5 meter) from its front, until the study procedure finished, about 30 seconds.
- As an indication for the study procedure, the Green+Yellow LEDs will blink rapidly once the procedure begins and ends.

PERFORM A TEST

- **To be done when the case is closed and the LEDs are enabled**

The test procedure for human movement detection (Alarm):

- o Walk in the protected area.
- o The necessary reaction of the detector:
Upon each detection, the "Alarm Relay" and the Red + Yellow indication LED will blink together for 2 seconds.

The test procedure for masking detection (Anti-masking):

- o In a distance of about 10 cm from the detector's front, place a white paper (or any other object).
- o The necessary reaction of the detector:
The Green LED will blink immediately.
After 2 minutes the "Masking Relay" will activate.
All time when an object blocks (masks) the near field-of-view of the detector, the masking relay and the Green LED will activate.

The test procedure for Case-shifting detection:

- o Shake the detector.
If it is fixed to a wall, knock on the detector's case by a screwdriver.
- o The necessary reaction of the detector:
The "Masking Relay" will activate for 2 second.
The Green LED will activate, shortly, upon every knocking.

SPECIFICATIONS

• Power supply.....	12V DC
• Current drain.....	40mA (Max.)
• Alarm relay contacts withstand.....	50V DC / 0.25A
• Anti-masking relay contacts withstand.....	24V DC / 0.1A
• TAMPER Switch withstand.....	24V DC / 0.1A
• Warm-up time.....	2 Minutes
• Alarm period.....	2 Seconds
• Anti-masking relay respond time.....	2 Minutes (Max.)
• Anti-masking relay activation period.....	All time of masking (at least 2 seconds).
• Motion detection coverage.....	14 meter, 110°
• Operating Temperature.....	(-)37 ~ (+)70°C

Refer: 3500014

- 6 -

APENDICE G características del sensor de gas.

Producto: ALARMA DETECTORA DE HUMO

Modelo(s): ALA-HUM

Marca: STEREN

*Antes de usar su NUEVA ALARMA
DETECTORA DE HUMO, STEREN,
por favor lea este instructivo.*

Gracias por haber adquirido su nueva alarma detectora de humo, tenga Ud. la seguridad que esta adquiriendo un producto de calidad.

CARACTERISTICAS

La alarma detectora de humo funciona con todo tipo de humo emitido por una combustión y emite un sonido de alarma a través de un zumbador (buzer) muy agudo la cual permite escucharla a una distancia adecuada.

Cuenta con un LED indicador que prende aproximadamente cada minuto indicando que esta trabajando.

INSTRUCCIONES

- Fije el soporte donde va a quedar instalada su alarma detectora de humo.
- Coloque la batería de 9 V --- en el compartimento e inserte la alarma en el soporte dando un pequeño giro para que quede fija.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

- Para probar si su alarma esta trabajando, oprima durante tres segundos el botón del led, la alarma emitirá un sonido el cual nos permite indentificar que esta operando adecuadamente, a su vez el led destellara rápidamente.
- Si el LED dejo de destellar, cambie la batería.
- Si oprime el botón de destellar, cambie la batería.
- Si oprime el botón y la alarma no suena, cambie la batería.

ESPECIFICACIONES

Alimentación : 9V --- (1 batería alcalina o de carbón zinc)

Corriente de Operación : <10 μA en reposo
10 a 50 mA trabajando

Interfase entre la temperatura

y el humo : 10 % al 90 %

Nivel de sonido : 85 dB a una distancia de 3 m

Vida de la batería : al menos 1 año

PRECAUCIONES

- Limpie su alarma detectora de uno de cada 6 meses como mínimo para mantenerla en buenas condiciones de trabajo, después de quitarle la pila, puede hacer la limpieza con un cepillo de cerdas suaves.
- No la moje ni introduzca en recipientes con agua
- No utilice solventes para limpiarla.

BIBLIOGRAFÍA:

1.- información general para temas de apoyo en general.

Tesis Diseño y Construcción de un sistema de monitoreo, control y localización de un vehiculo mediante telefonía celular y GPS, Israel Luna Reyes.

2.- información sobre formato PDU

<http://www.dreamfabric.com/sms/hello.html>

3.- aplicación sobre mensajes SMS

<http://www.frisnit.com/sms/>

4.- información sobre la máquina de estados

Diseño digital, M. Morris Mano, editorial Pretince Hall, Pág. 313

5.-información referente al pic16f877

6.-Microntroladores PIC diseño practico de aplicaciones segunda parte, José M^a. Angulo Usategui Susana Romero Yesa Ignacio Angulo Mtz, editorial Mc Graw Hill

REFERENCIAS.

[Garg Wilkes, 1999]- PRINCIPLES & APPLICATIONS OF GSM.

Vijay K. Garg, Joseph E. Wilkes.

Prentice-Hall PTR. 1999.

[M. Redl y otros 1995]- AN INTRODUCTION TO GSM.

Siegmund M. Redl, Mathias K. Weber, Malcolm W. Oliphant.

Artech House Publishers. 1995.

[Steele y otros, 2001]- GSM, cdma One and 3G Systems.

Raymond Steele, Chin-Chun Lee, Peter Gould.

Wiley. 2001.

[Luna Reyes2004] Tesis Diseño y Construcción de un sistema de monitoreo, control y localización de un vehiculo mediante telefonía celular y GPS, Israel Luna Reyes.

[Dreamfabric mayo2006]-Codificación de un mensaje en formato PDU SMS and the PDU format. www.dreamfebric.com/sms

[5]- Mplab ide para desarrollo de programas de microcontroladores MICROCHIP technology. www.microchip.com

[Neri Vela 1988]- SATELITES DE COMUNICACIONES, Neri Vela Rodolfo, McGraw Hill 1988.

[Soretel]- Para diversos temas de información sobre el sistema de telefonía celular SORETEL. www.soretel/scpc.com

[Tanebaum, 2000]- REDES DE COMPUTADORAS Andrew S Tanenbaum, tercera edición Pearson 2000.

[Yucatán].Para reseñas históricas Edo. Yucatán
www.yucatan.com.mx/especiales/celular/historia

[Nokia]- Información sobre generaciones del sistema de telefonía celular
Nokia www.nokia.com

[Cdma]- información sistema CDMA. Sistema CDMA www.cdma2000.com

[Frisnit]- información de SMS Frisnit www.firsnit.com/sms/

[Telcel]-]- información de servicios SMS Telcel
www.telcel.com.mx/servicios.

[Electroniconline]- para los temas de relevadores Electronic
www.electroniconline.com/noticias/notas.

[Wikipedia]-información sobre sensores y relevadores Wikipedia
www.wikipedia.org/wiki/rel.

[Roboticajuven]- información de sensores Mendoza
www.roboticajovenmendoza.edu.org/rob_sens.htm

[Cinvestav octubre2006]- información sensor pirólico.

[http://www.mda.cinvestav.mx/personal/webpersonal/jjalvarado/cinvetav/EF.H
TM](http://www.mda.cinvestav.mx/personal/webpersonal/jjalvarado/cinvetav/EF.HTM)