



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“Estudio de la Comunicación con comandos AT y microcontroladores
caso practico implementación de un prototipo sistema de gestión de
alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular”**

TÉSIS DE GRADO

Previa obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN

Presentado por:

MARTHA ELIZABETH ALULEMA QUITAQUIS

Riobamba Ecuador

2010

Agradezco A DIOS por darme el don de la vida.

A MI PADRE que confió en mí a pesar de todas las adversidades, por su apoyo y por cada uno de sus consejos que siempre estarán presentes en mi mente.

A MI MADRE que con su ejemplo, paciencia, perseverancia me motivó a seguir adelante y que ahora desde el cielo me guía.

A MI HERMANO que me brinda su apoyo y ayuda incondicional.

A MI HIJO que llegó a iluminar mi vida con su sonrisa. A LUIS por su amor y comprensión.

Martha E. Alulema Q

En cada una de las líneas de esta tesis se reflejan todos los años de sacrificio, esmero y dedicación que se lo dedico A MIS PADRES por su inmenso amor, y comprensión que me brindan en todo momento.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Romeo Rodríguez

**DECANO FACULTAD
INFORMÁTICA Y
ELECTRÓNICA.**

.....

.....

Ing. Paúl Romero

**DIRECTOR DE LA
ESCUELA
INGENIERÍA
ELECTRÓNICA.**

.....

.....

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE TESIS.

.....

.....

Ing. Daniel Haro

**MIEMBRO DEL
TRIBUNAL.**

.....

.....

Ing. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DPTO.
DOCUMENTACIÓN.**

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

.....

Yo, Martha Elizabeth Alulema Quitaquis soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a **la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**".

Martha Alulema Quitaquis.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

FDMA	Frequency Division Multiple Access
TDMA	Time Division Multiple Access
CDMA	Code Division Multiple Access
GSM	Global System For Mobile Communication
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller
MSC	Mobile Switching Centre
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Controller
SMS	Short Menssages Service
SME	Short Messaging Entity
AT	Attention Command
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter
SCI	Serial Communications Interface
PBP	PicBasic Pro

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

ANÁLISIS PRELIMINAR

1.1	ANTECEDENTES	15
1.2	JUSTIFICACION	16
1.3	OBJETIVOS	16
1.3.1	OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4	SOFTWARE UTILIZADO	17
1.5	HARDWARE UTILIZADO	17
1.6	DESCRIPCION DEL DOCUMENTO	18

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1	INTRODUCCIÓN	19
2.2.4	COMPARTICIÓN DE RECURSOS RADIOELÉCTRICOS	22
2.2.5	TRASPASO	23
2.2.6	POSIBILIDAD DE ROAMING	23
2.3	TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR	23
2.4	RED DE TELEFONÍA MÓVIL GSM	25
2.4.1	ARQUITECTURA DE UNA RED GSM	25
2.4.2	HAND OVER	29
2.4.3	MENSAJES DE TEXTO SMS	30
2.4.3.2	PASOS DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE SMS	34
2.4.4	MODELO DE CAPAS	35
2.4.4.5	ELEMENTOS DEL SMS	36
2.4.5	TIPOS DE SMS	37
2.4.5.1	PUNTO A PUNTO	38
2.4.5.2	PUNTO MULTIPUNTO	39
2.4.6	SERVICIOS SMS	39

2.4.7	APLICACIONES	40
2.5	MODEM GSM	42
2.5.1	PUERTO DE COMUNICACIÓN	42
2.6	SENSORES	43
CAPÍTULO III		
DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA Y ESTUDIO DE LOS		49
COMANDOS AT		
3.1	INTRODUCCIÓN	49
3.1.1	BLOQUE DE ADQUISICIÓN DE DATOS	50
3.1.2	BLOQUE DE ENVÍO DE DATOS	50
3.1.3	BLOQUE DE RECEPCIÓN DE DATOS	50
3.2	SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR	51
3.2.3	DESCRIPCIÓN DEL PIC 16F877A	52
3.2.4	EL PUERTO SERIE USART	57
3.2.5	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN SERIE	58
3.2.6	CONVERTIDOR ANALÓGICO DIGITAL	62
3.3	SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN GSM	63
3.3.2	Puerto Serial de Comunicaciones	64
3.3.5	TIPOS DE TERMINALES	65
3.3.5.1	Teléfonos Nokia	65
3.3.5.1.1	Protocolo MBUS	65
3.3.5.1.2	Protocolo FBUS	65
3.3.6	ELECCIÓN DEL TERMINAL	65
3.3.6.1	Teléfono Nokia 3220b	66
3.4	COMANDOS AT	68
3.4.1	Descripción	68
3.4.2	Objetivo de los comandos AT	69
3.4.2	Ejecución de comandos AT	69
3.4.2.1	Comandos de configuración	70
3.4.2.2	Comandos para envío de SMS	71
3.4.2.3	Comandos para recepción de SMS	73
3.4.2.4	Código de resultado y error	77

3.5	CONSTRUCCIÓN	78
3.5.1	Diagrama Esquemático	78
3.6	CÓDIGOS QUE EL SISTEMA DE SEGURIDAD INTERPRETÁ PARA SU EJECUCIÓN	81
CAPÍTULO IV		
PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR		82
4.1	INTRODUCCION	82
4.2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA COMUNICACIÓN RS-232	82
4.2.1	COMPATIBILIDAD	83
4.2.2	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	83
4.2.3	TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA INTERFAZ SERIAL	84
4.3	PICBASIC PRO PARA MICROCONTROLADORES PIC.	86
4.3.4	INSTRUCCIONES PARA LA TRANSMISIÓN SERIAL	89
4.4	DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA EL PIC16F877A	90
4.4.1	PROGRAMA PRINCIPAL	90
4.4.2	SUBROUTINAS UTILIZADAS EN EL PROGRAMA	92
4.4.2.3	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	96
CAPÍTULO V		
PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE ALARMA		100
5.1	DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS	100
5.2	PRUEBAS DEL SOFTWARE EN EL SIMULADOR PROTEUS ISIS7	101
5.3	CONTROL DEL CELULAR CON LOS COMANDOS AT USANDO EL HYPER TERMINAL	102
5.4	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
RESUMEN		
SUMARRY		
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura	Descripción	Página
Figura II.1	Celdas de Transmisión	7
Figura II.2	Arquitectura de la red GSM	12
Figura II.3	Tarjeta SIM CARD	13
Figura II.4	Diagramas de bloques BTS	14
Figura II.5	Elementos de la red SMS	15
Figura II.6	Diagrama de modelo de capas	21
Figura II.7	Mobile Originated (MO)	24
Figura II.8	Mobile terminated (MT)	24
Figura II.9	Servicio SMS	25
Figura II.10	Envío de un SMS entre una MS y una entidad fija	26
Figura II.11	Conector del teléfono Nokia 3220	28
Figura III.12	Esquema del hardware del sistema	29
Figura III.13	PIC 16F877A	32
Figura III.14	Pines RB0,.... RA3	33
Figura III.15	Pines RB4,...., RB7	34
Figura III.16	Pines 7, 6, 5, 2,1 y 0 del puerto C	34
Figura III.17	Pines 4 y 3 del puerto C	35
Figura III.18	Transmisión de datos de 8 bits	37
Figura III.19	Transmisión en serie	37
Figura III.20	Información de Comunicación Serie	38
Figura III.21	Interpretación de la información en serie	39
Figura III.22	Otra Interpretación de la información en serie	39
Figura III.23	Codificaciones de una línea de datos	40
Figura III.24	Codificación de reloj	41
Figura III.25	Diagrama de bloque del modulo ADC	43
Figura III.26	Teléfono 3220b	46

Figura III.27	Puerto de comunicación del Nokia 3220	47
Figura III.28	Cable DKU-5 (CA-42)	47
Figura III.29	Conexión del celular con el PIC	48
Figura III.30	Ejecución del comando AT	50
Figura III.31	Ejecución del comando AT+CMGF=1	51
Figura III.32	Comando AT+CMGW, para cargar un SMS en el teléfono	53
Figura III.33	Comando AT+CMSS=1, que envía el SMS	53
Figura III.34	Extracción del SMS mediante el Comando AT+CMGL	54
Figura III.35	Cambio de Memoria mediante el comando AT+CPMS	55
Figura III.36	Comando AT+CMGL="ALL"	56
Figura III.37	Utilización de comandos para leer mensajes "no leídos"	56
Figura III.38	Lectura de mensaje leído y comando CMGD	57
Figura III.39	Tipos de códigos de Resultado	58
Figura III.40	Detector de movimiento PIR	60
Figura III.41	Conexión del PIR al microcontrolador	61
Figura III.42	Fotorresistencia.	62
Figura III.43	Sensores magnéticos	63
Figura IV.44	Flujo de datos de un formato serie	67
Figura IV.45	Diagrama de flujo del programa principal	75
Figura IV.46	Diagrama de flujo de la subrutina de configuración del equipo celular	77
Figura IV.47	Diagrama de flujo de la subrutina de Armado y Desarmado del sistema	78
Figura IV.48	Diagrama de flujo de la subrutina de monitoreo de sensores	79
Figura IV.49	Diagrama de flujo de la subrutina de los sensores	80
Figura IV.50	Diagrama de flujo de la subrutina de procesamiento de datos	81
Figura IV.51	Diagrama de flujo de la subrutina de envío y recepción	82

	de SMS	
Figura IV.52	Diagrama de flujo de la subrutina de lectura de mensajes	83
Figura IV.53	Diagrama Esquema General	84
Figura IV.54	Diagrama de Sensor de Humo	85
Figura IV.55	Diagrama Detector de Presencia	85
Figura V.56	Comando para monitorear un nuevo mensaje	88
Figura V.57	Petición de un nuevo mensaje	89
Figura V.58	Sistema de alarma activo	
Figura V.59	Sensor de Incendio	91
Figura V.60	Sensor detección de presencia	91
Figura V.61	Sensor de presencia activo	91
Figura V.62	Sensor de incendio activo	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
Tabla III.I	Tipos de Sensores	59
Tabla IV.II	Velocidades de transferencia de datos	66
Tabla IV.III	Tipos de Osciladores	71
Tabla IV.IV	Tabla de Comandos	86

INTRODUCCIÓN

La situación económica actual además de algunos otros factores provoca que la inseguridad sea cada día mucho mayor. Esto, en combinación con la ineficiencia de los cuerpos policíacos crea un entorno muy favorable para que surjan empresas de seguridad privada que también no garantizan la seguridad que ofrecen. El costo en algunos casos es muy alto, sin obtener resultados diferentes. Además, estar fuera del hogar es cada día más necesario.

Por las razones anteriormente señaladas se propone un sistema de seguridad con el uso de la telefonía móvil, en la cual el tratamiento de la información se realiza de manera digital, dicha información puede ser recibida o enviada desde y hacia cualquier parte del país e inclusive fuera de él gracias al sistema de Roaming mundial.

Son evidentes las ventajas que brinda la telefonía móvil y siendo un sistema en continuo desarrollo, resulta factible, la implantación de sistemas de control y monitoreo aprovechando las cualidades ofrecidas por las operadoras.

Para el caso que se plantea, específicamente un sistema de seguridad electrónico, el usuario debe instalar en su hogar la central de alarma con interfaz celular y sobrellevar el costo que implica el uso del servicio de mensajes cortos ya que la infraestructura necesaria para la comunicación celular se encuentra actualmente en pleno funcionamiento y crecimiento, por lo que el sistema propuesto es de un costo relativamente pequeño, si tomamos en consideración los beneficios que se pueden obtener de éste.

El SMS (Short Message Service) en los últimos años se ha convertido en un excelente medio de comunicación accesible por la mayoría de la población al tener que disponer, únicamente, de un teléfono móvil.

Vista la potencia de este nuevo canal que es la mensajería corta, el objetivo principal del presente trabajo es el de integrarlo en la gestión de un sistema de seguridad electrónico.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS PRELIMINAR

1.1 ANTECEDENTES

Las técnicas de seguridad han estado presentes en el último siglo, sobretodo en los últimos años, debido a la gran cantidad de robos que existen, entre los cuales se incluye la inseguridad en los domicilios.

A raíz de esto, las empresas de sistemas de seguridad de alarmas y de vigilancia privada han desarrollado servicios de seguridad doméstica, tanto en forma tradicional, como con tecnología de punta.

Una de las incomodidades de estos sistemas es que constantemente no satisfacen las necesidades del usuario, puesto que estos no dan aviso directo a los habitantes del hogar, ya que la mayoría de estos tienen una central de operación, la cual se encarga de darle solución a los inconvenientes que se lleguen a presentar y luego dar un informe al usuario final quien se dará cuenta de las irrupciones al sitio protegido solo hasta el momento de recibir dicho reporte o en algunos casos se les da aviso ya sea a través de llamadas telefónicas no siendo ellos los primeros en ser enterados de la situación actual.

Esta alarma es novedosa debido a que avisa por medio de mensajes telefónicos a su teléfono celular.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Se pretende implementar un sistema de gestión de alarma muy novedoso que permite avisar por medio de mensajes telefónicos a su teléfono celular de las irrupciones en su hogar.

La necesidad de implementar este proyecto radica en que la mayoría de los sistemas de alarmas o de seguridad doméstica actuales son muy costosos, y los que no lo son, presentan a menudo deficiencia en su funcionamiento e inconformidades en los usuarios.

Dicho Proyecto tiene como utilidad proteger el hogar usando el software, hardware los recursos adecuados y necesarios para la detección de intrusos un sensor de presencia y movimiento, un sensor de humo para la detección de incendios un sensor magnético para abrir la puerta del garaje y luego se avisara directamente al usuario o a 2 personas.

Este proyecto indica directamente, por medio de SMS y en tiempo real a uno o varios afectados en caso de que las alarmas se activen independientemente, resaltando su bajo precio y fácil operación por parte del usuario.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de seguridad doméstico utilizando Comandos AT que permita al usuario, sin importar donde se encuentre, darse cuenta inmediatamente de las irrupciones en su hogar.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un módulo que genere un aviso en tiempo real mediante mensaje telefónico al usuario.
- Diseñar e implementar un sistema de detección de incendios en la cocina y activar el sistema de alarma.
- Diseñar e implementar un sistema de detección de alerta de intrusión y aviso al usuario.
- Diseñar un modulo para el control del usuario.

1.4 SOFTWARE UTILIZADO

- Comandos AT
- Compilador PBP VER 2.33 (PIC BASIC PRO)
- Icpog
- Proteus 6 Professional
- Protel

1.5 HARDWARE UTILIZADO

- Se utilizo una Computadora Pentium 4 de 3GHZ con memoria de 512MB.
- Cautín
- Microcontrolador 16F877A

1.6 DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO

El presente Proyecto de Titulación esta dirigido al estudio de la Comunicación con comandos AT y microcontroladores caso práctico la implementación de un prototipo sistema de gestión de alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular. Para lo cual se ha organizado por capítulos, a continuación se da una breve descripción del contenido de cada uno de ellos.

En el Capítulo 2 se refiere a aspectos generales de las tecnologías y sistemas que se hará uso en el sistema de gestión de alarma como son:

Redes de telefonía móvil GSM su arquitectura modo de funcionamiento, en este también se analiza los servicios de mensajería corta así como los pasos y las formas en las cuales son transmitidos.

En el Capítulo 3 se describe el diseño y la implementación del hardware. Se detalla los dispositivos utilizados para conformar todo el hardware del sistema. Y se considera los comandos AT, que son una herramienta indispensable para la comunicación y control del módem del celular que se utilizará.

En el Capítulo 4 se describe las secuencias y la lógica utilizada para el desarrollo del software.

En el Capítulo 5 se detallan las pruebas y resultados realizados para comprobar el funcionamiento del sistema. Estas pruebas consisten básicamente en verificar la comunicación serial que se entabla entre el celular receptor y el microcontrolador, para la descarga de los mensajes recibidos en el celular, y también para el envío.

Configuración de entradas salidas y su respectivo manejo, configuración del teléfono para el óptimo funcionamiento requerido en el sistema.

Para finalizar en el Capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo de la tesis.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

La tecnología inalámbrica se ha convertido en uno de los principales temas de estudio con relación a la transmisión de voz y datos, sobretodo en aquellos lugares donde las redes cableadas no se pueden instalar.

El continuo desarrollo de la tecnología inalámbrica utiliza redes celulares, satelitales e inalámbricas para cumplir los requerimientos de intercambio de información que determina el usuario.

Las redes celulares permiten ofrecer información en cualquier momento y en cualquier lugar, siendo posible que esta información se presente a solicitud del usuario o en el mismo instante en que esta se genere. Además cubren la necesidad de movilidad y abarcan una gran área de cobertura, brindando servicio de voz y datos a sus clientes.

Los servicios de datos constituyen el mayor potencial de crecimiento de las redes móviles celulares y se ponen de manifiesto en servicios como el envío de mensajes de

texto SMS entre dos terminales, estos mensajes contienen información muy pequeña y por esa razón resultan eficientes para aplicaciones que no trabajen con cantidades de datos grandes, además el precio ha disminuido considerablemente en los últimos años permitiendo el acceso a la mayor parte de usuarios.

Estas situaciones dan paso a desarrollar sistemas que permitan transmitir información utilizando el servicio de mensajería SMS, empleando equipos celulares que pueden conectarse a cualquier dispositivo, que por su movilidad requiera facilidades de monitorización o control remoto.

Con equipos celulares que permitan comunicación bidireccional y en combinación con una tarjeta electrónica de control que con una combinación avanzada de hardware y software posibilita tener información a distancia en una estación central, donde se puede monitorear el desarrollo de los eventos que se presenten y además realizar control sobre los equipos con solo enviar un comando en un mensaje SMS.

2.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR RED CELULAR

2.2.1 TELEFONÍA CELULAR

La telefonía celular permite tener una comunicación en tiempo real, transmitiendo voz y datos, gracias a la velocidad con que viaja la información por las redes existentes.

La red de telefonía móvil celular consiste en un sistema telefónico en el que mediante la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio llamada estaciones base y una serie de centrales telefónicas de conmutación, se posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles que se conocen como teléfonos móviles o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

La telefonía móvil celular se basa en un sistema de áreas de transmisión denominadas células o celdas, que abarcan áreas comprendidas entre 1,5 y 5 Km, dentro de las cuales

existen una o varias estaciones repetidoras que trabajan con una determinada frecuencia, que debe ser diferente de las células circundantes. En la figura 2.1 se relaciona la distribución de las celdas y la central de comunicación.

El teléfono móvil envía la señal que es recibida por la estación y es remitida a través de la red al destinatario, conforme se desplaza el usuario también se conmuta la celda receptora, variando la frecuencia que da soporte a la transmisión. Según los sistemas la señal enviará datos secuencialmente o por paquetes, que pueden estar comprimidos y encriptados.

Cada estación base está situada en una de estas celdas y tiene asignado un grupo de frecuencias de transmisión y recepción propio. Como el número de frecuencias es limitado, es posible reutilizar las mismas frecuencias en otras células, siempre que no sean adyacentes, para evitar interferencia entre ellas, permitiendo que miles de personas puedan usar los teléfonos al mismo tiempo.

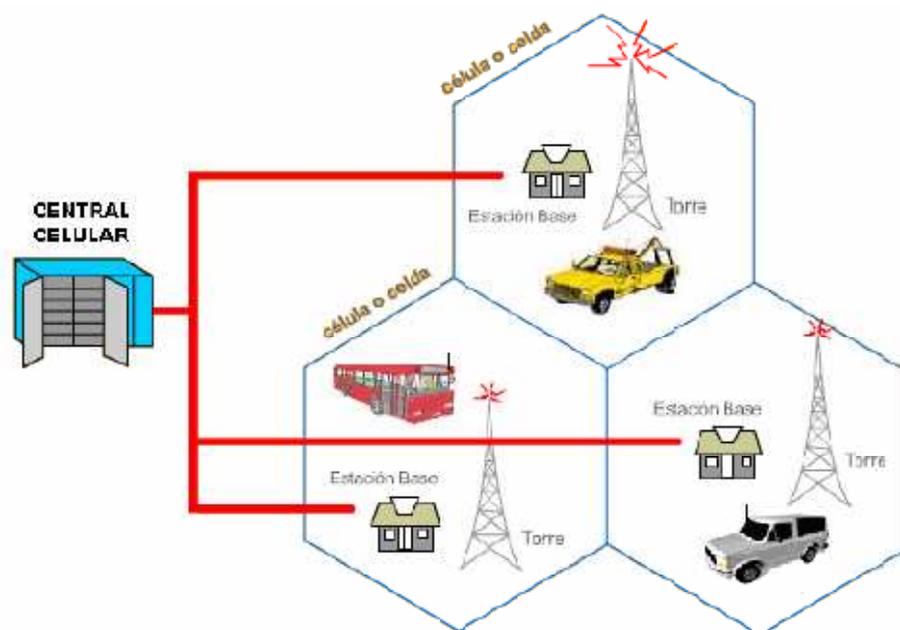


FIGURA 1. Celdas de Transmisión

2.2.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS SISTEMAS CELULARES

La filosofía de los sistemas celulares es utilizar estaciones base de pequeña o mediana potencia y dar servicio a un área limitada. Figura 1.1 Célula

El área que cubre una estación base se conoce como célula. En cada célula se utiliza un subconjunto de frecuencias. De manera que en una célula sólo se ofrece una parte de todos los radiocanales que el operador dispone.

Para dar cobertura a todo el territorio es necesario utilizar una cadena de células, teniendo en cuenta que las células que tengan el mismo grupo de frecuencias deben estar separadas por células de frecuencias diferentes.

Se conoce como distancia de reutilización a la mínima distancia entre dos células que compartan el mismo subconjunto de frecuencias para que la interferencia cocanal no afecte a las comunicaciones

2.2.3 DIVISIÓN CELULAR

Si en una célula con x radiocanales hay más tráfico del que se puede cursar, porque aumenta el número de usuarios por ejemplo, se puede dividir la célula añadiendo más estaciones base y disminuyendo la potencia de transmisión. Esto es lo que se conoce como Splitting. De manera que en realidad el tamaño de las células variará según la densidad de tráfico, teniendo células más grandes en zonas rurales (de hasta decenas de Km) y células más pequeñas (unos 500 m) en grandes núcleos urbanos.

2.2.4 COMPARTICIÓN DE RECURSOS RADIOELÉCTRICOS

Los radiocanales de una célula se comparten entre todos los móviles que están en una célula y se asignan de forma dinámica. La determinación del número de radiocanales necesarios en una célula, es función del tráfico esperado y se realiza definiendo el

Grado de Servicio que se pretende ofrecer en términos, normalmente, de la probabilidad de bloqueo en llamada.

La probabilidad de bloqueo en llamada es la probabilidad de que un usuario que pretenda establecer una comunicación no pueda porque todos los radiocanales están ya ocupados; cuanto menor sea, mayor será el grado de servicio ofrecido.

2.2.5 TRASPASO

Es el cambio de radiocanal de una comunicación ya establecida, se denomina HandOff en redes analógicas y HandOver en redes digitales.

Debe permitirse que una comunicación en curso no se pierda al cambiar de célula. Este es el denominado traspaso intercelular, como los radiocanales utilizados en células vecinas son distintos, cuando el usuario cambie de célula cambiará de radiocanal y este cambio debe hacerse de forma totalmente transparente al usuario. También se puede dar el cambio de radiocanal dentro de una misma célula (handover interno).

2.2.6 POSIBILIDAD DE ROAMING

Gracias a que existe una normalización de ámbito internacional en las redes celulares GSM, es posible que un usuario sea localizado y pueda seguir utilizando el servicio incluso si el servicio lo ofrece otro operador, así, por ejemplo, se facilita el movimiento del usuario a través de distintos países. Esto implica un esfuerzo de coordinación entre los operadores, sobre todo en cuanto a la tarificación de las llamadas se refiere.

2.3 TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR

En la actualidad existen tres tecnologías comúnmente usadas para transmitir información en las redes:

- Acceso Múltiple por División de Frecuencia, FDMA
- Acceso Múltiple por División de Tiempo, TDMA
- Acceso Múltiple por División de Código, CDMA

La diferencia primordial se encuentra en el método de acceso, el cual varía entre:

- Frecuencia, utilizada en la tecnología FDMA
- Tiempo, utilizado en la tecnología TDMA
- Códigos únicos, que se proveen a cada llamada en la tecnología CDMA.

La primera parte de los nombres de las tres tecnologías “Acceso múltiple”, significa que más de un usuario puede usar cada celda.

A continuación se detalla cada una de estas tecnologías.

2.3.1 Tecnología FDMA

FDMA (Frequency Division Multiple Access) separa el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en pedazos uniformes.

La tecnología FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica y no es recomendada para transmisiones digitales, aun cuando es capaz de llevar información digital.

2.3.2 Tecnología TDMA

(Time Division Multiple Access) es una tecnología que establece un protocolo inalámbrico que permite a un gran número de usuarios acceso a una misma frecuencia de radio, dividiendo y enviando los datos encasillados a diferente tiempo.

La tecnología TDMA comprime las conversaciones digitales y las envía cada una utilizando la señal de radio por 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.

Debido a esta compresión la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utiliza el mismo número de canales.

2.3.3 Tecnología CDMA

La tecnología CDMA (Code Division Multiple Access) después de digitalizar la información la transmite a través de todo el ancho de banda disponible. Varias llamadas son sobrepuestas en el canal y cada una tiene un código de secuencia único.

Usando la tecnología CDMA es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico.

2.4 RED DE TELEFONÍA MÓVIL GSM

GSM es una tecnología digital inalámbrica de segunda generación que presta servicios de voz de alta calidad, así como servicios de datos conmutados por circuitos en una amplia gama de bandas de espectro. Es un sistema de comunicación basado en el uso de células digitales que se desarrolla para crear un sistema para móviles único que sirva de estándar para todo el mundo y compatible con los servicios existentes y futuros sobre una red digital de servicios integrados.

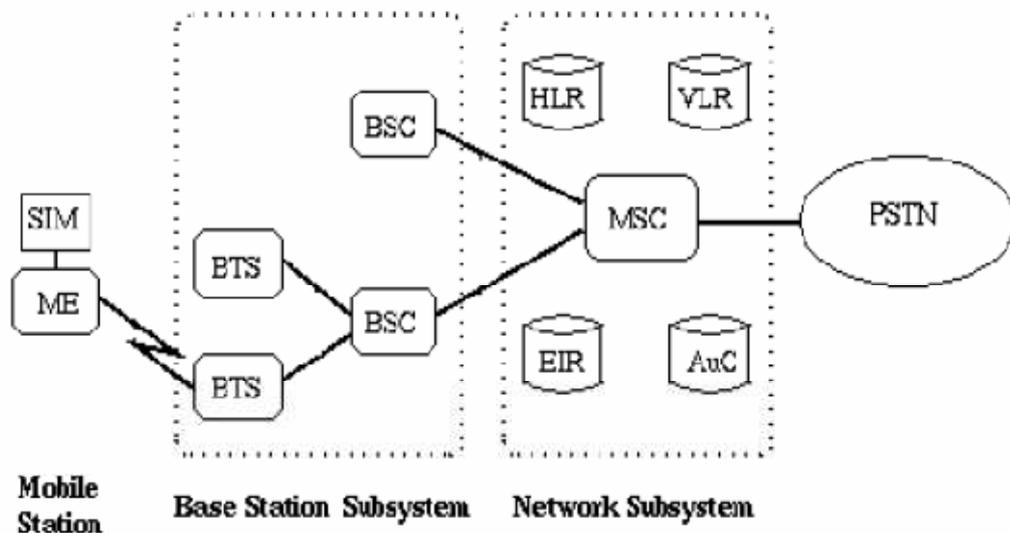
Con el GSM no es el teléfono el que contiene los datos del abonado, sino más bien "una tarjeta inteligente" denominada SIM Card, que se inserta en el aparato desde el que se desea llamar. La suscripción está en la tarjeta, no en el teléfono celular.

2.4.1 Arquitectura de una Red GSM

Una red GSM esta compuesta de varias etapas con funciones específicas. La figura 2.2 presenta los componentes fundamentales de una red GSM.

En cada celda existe una BTS (Base Transceiver Station) que opera con un conjunto de canales diferentes de los utilizados por las celdas adyacentes. Un determinado conjunto de BTSs es controlado por una BSC (Base Station Controller), y a un conjunto de BSCs

las controla una MSC (Mobile Switching Centre) que enruta llamadas hacia y desde redes externas públicas o privadas.



SIM	Subscriber Identity Module	BSC	Base Station Controller	MSC	Mobile services Switching Center
ME	Mobile Equipment	HLR	Home Location Register	EIR	Equipment Identity Register
BTS	Base Transceiver Station	VLR	Visitor Location Register	AuC	Authentication Center

Figura 2. Arquitectura de la red GSM

2.4.1.1 Estación Móvil MS

MS (Mobile Station).- Es el punto de entrada a la red inalámbrica, consta de dos elementos básicos que se deben conocer.

Mobile Equipment ME.- Es el equipo físico utilizado por el usuario GSM para acceder a los servicios proporcionados por la red.

Subscriber Identity Module SIM.- Se encuentra asociado con el abonado, se trata de un chip que el usuario debe introducir en el terminal GSM.

Posee un PIN el cual es solicitado al momento de encenderlo. El PUK es una clave de desbloqueo cuando se ha ingresado incorrectamente el PIN por más de tres veces. Posee información para la autenticación del usuario entre los que están:

- Identidad Internacional Abonado Móvil (IMSI): Es un elemento particular y característico de cada abonado que posee la identidad del mismo. Está compuesto por el código celular del país, el código de la red celular y el número de identificación del suscriptor.
- Identidad Temporal de Abonado (TMSI): Temporalmente el VLR asigna un número de identificación que asegura privacidad del IMSI.
- Identificación de Área de Localización (LAI): Posee un código de identificación del país, un código de identificación del operador, y un código de área de localización.

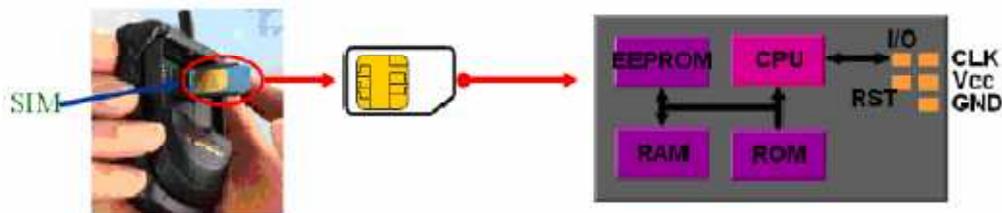


Figura 3. Tarjeta SIM CARD

2.4.1.2 Estación Base BSS

BSS (Base Station Subsystem).- Sirve para conectar a las estaciones móviles con el subsistema de comunicación y red NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción, constan de los siguientes elementos:

Base Transceiver Station BTS.- La BTS provee la comunicación entre la estación móvil y la red mediante la interfaz aire. Sincroniza la operación y mantenimiento. Se encuentra conectado al BSC.

Contiene el equipo para la transmisión y recepción de señales de radio, antenas y equipos de comunicación con la BSC.

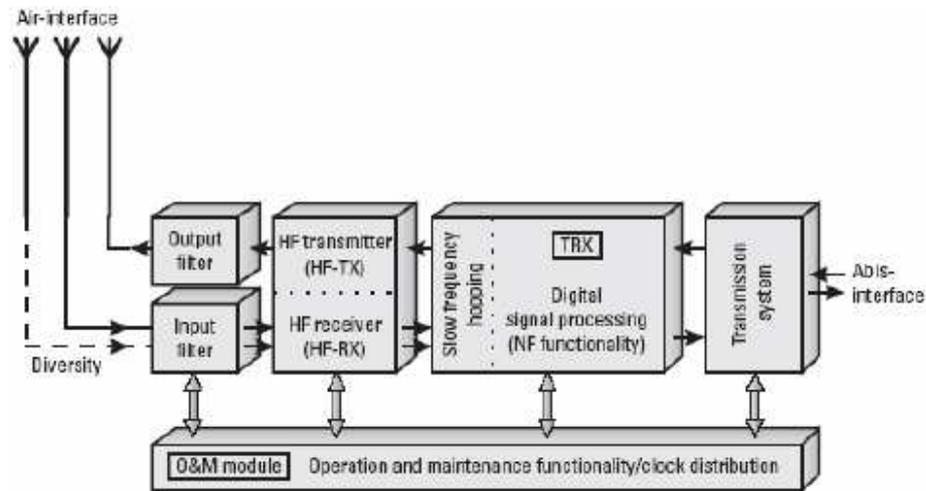


Figura 4. Diagramas de bloques BTS

Base Station Controller BSC.- Se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, los frequency hopping y los controles de las frecuencias de radio de los BTS.

La función es mantener la llamada, así como la adaptación de la velocidad del enlace de radio al estándar de 64Kbps utilizado por la red.

2.4.1.3 Subsistema de Conmutación y Red NSS

NSS (Network and Switching Subsystem) se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red, para poder hacer este trabajo la NSS se divide en diferentes sistemas, cada uno con una misión dentro de la red.

Mobile Services Switching Center MSC. El MSC es el componente central del NSS y se encarga de realizar las labores de conmutación dentro de la red, así como de proporcionar conexión con otras redes.

Home Location Register HLR. El HLR es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC, entre la información que

almacena el HLR tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso.

Visitor Location Register VLR. Contiene toda la información sobre un usuario, necesaria para acceder a los servicios de red. Forma parte del HLR con quien comparte funcionalidad.

Authentication Center AuC. Proporciona los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red, también se encarga de soportar funciones de encriptación.

Equipment Identity Register EIR. Se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red. Esta base de datos contiene los International Mobile Equipment Identity o IMEI de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

2.4.2 HAND OVER

Tal como ya se mencionó, el hand over es el cambio de radiocanal, es decir de frecuencias de trabajo, de un terminal móvil que tiene establecida una comunicación. Este cambio de frecuencias se puede dar por varios motivos:

2.4.2.1 Cambio a una nueva BTS que pertenece a la misma BSC

Como dos estaciones base vecinas no comparten los mismos radiocanales, evidentemente si un abonado está en movimiento durante una comunicación y cambia de célula será necesario hacer una cambio de radiocanal.

Si la nueva estación base a la que se pasa pertenece al mismo controlador sólo cambia el enlace radio. La estación móvil participa de forma activa en el hand over (con la tecnología analógica en el Hand off el terminal era pasivo).

¿Cómo es este procedimiento? La BTS está midiendo constantemente con qué potencia recibe a los móviles de su célula y a su vez el móvil mide con qué potencia recibe la señal de su BTS, la que le está dando servicio en ese momento, y de las vecinas, y envía de forma periódica esta información a la BTS.

Todos estos datos son recogidos por la BSC que los cotejará y cuando lo estime oportuno ordenará un cambio de radiocanal, es decir de BTS, sin que intervenga en ningún momento el MSC. Es por tanto la BSC la que toma la decisión de cambio y hace la nueva asignación de radiocanal.

2.4.2.2 Cambio a una nueva BTS que pertenece a distinta BSC (cambio de BSS)

En este caso cambian más enlaces, y no sólo la interfaz radio.

Si la BSC decide que el nivel ha bajado mucho, que no hay ninguna BTS que ella controle que pueda dar un buen servicio y que hay que cambiar de BSS entonces es necesario la intervención del MSC ya que se necesita información de células de otra BSC.

En algunos sistemas es incluso el MSC el que decide a qué BSC cambiar, esto dependerá del fabricante, después tendrá que informar a las BSCs y BTSs implicadas.

En otras ocasiones siguen siendo las BSC las que toman las decisiones de cambio, pero consultando ahora información de otras BSC, y no sólo la propia.

2.4.3 MENSAJES DE TEXTO SMS

El Servicio de Mensajes SMS (Short Menssages Service) es una red digital que permite a los usuarios de teléfonos celulares enviar y recibir mensajes de texto. Un mensaje de

texto SMS puede ser enviado desde un teléfono celular, un modem o desde una dirección IP, cada mensaje tiene una longitud de hasta 160 caracteres. Estos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica y no contiene imágenes o gráficos.

Para utilizar el servicio de mensajes cortos los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico, determinados por los siguientes puntos:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un teléfono móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, un PC, un terminal móvil o un buzón de e-mail.

Los mensajes SMS pueden ser enviados desde teléfonos TDMA, CDMA, GSM, bajo la red móvil celular y son transferidos entre teléfonos por medio del Centro de Servicio de Mensajes Cortos (SMSC). El SMSC es un software de la operadora de red que se encarga de manejar, procesar y facturar los mensajes. El despacho de los mensajes se realiza en colas de espera de tal forma que el mensaje tarda un tiempo en llegar al usuario destino el cual depende de la cantidad de mensajes y de la velocidad del software de la operadora.

El desarrollo en los últimos años de la tecnología celular permite realizar transferencia de mensajes entre diferentes operadoras.

La interoperabilidad posibilita al cliente utilizar SMS de la misma forma que el servicio de voz, es decir se puede enviar y recibir mensajes de texto de un teléfono a otro en un tiempo muy corto.

2.4.3.1 CARACTERÍSTICAS

El servicio de mensajería corta utiliza los canales de señalización SACCH(*Slow Associated Control Channel*) y SDCCH (*Slow Dedicated Control Channel*). El SACCH

es usado durante el transcurso de una llamada y el SDCCH es usado si el receptor está libre. Las características generales de SMS son:

- Concatenación

Se pueden concatenar algunos SMS estándar para formar un mensaje largo. Se pueden concatenar hasta 255 mensajes. Cuando esta característica es usada se debe incluir información adicional para que la aplicación puede reensamblar correctamente los mensajes cortos concatenados.

Existe una versión mejorada que también permite concatenar hasta 255 mensajes pero utiliza un campo de referencia de 16 bits en vez de 8 bits que utiliza la versión normal. El campo de referencia de 16 bits reduce la probabilidad de errores en el proceso de concatenación.

- Compresión

Permite comprimir los datos de usuario del mensaje. Esta característica es opcional, y se basa en un algoritmo donde la longitud de la secuencia de salida es inversamente proporcional a la frecuencia con que el carácter ocurre en la secuencia de entrada.

- Mensajería binaria

El SMS puede ser configurado en modo carácter o binario. El modo binario permite mejorar la eficiencia de los datos transmitidos.

- Facturación

Cada mensaje tiene una referencia de facturación asociada, ésta le dice al sistema de facturación la tarifa que se le debe cargar al mensaje.

- Soporte de diferentes alfabetos

Se pueden utilizar dos alfabetos: UCS2 y Alfabeto por defecto GSM de 7 bits. El UCS2 (*Universal Multiple Octet Coded Character Set 2*) incorpora todos los principales lenguajes de todo el mundo. El alfabeto por defecto de 7 bits se deriva del conjunto de caracteres ASCII. También se puede utilizar un alfabeto GSM de 8 bits para datos en modo binario.

2.4.3.1 Arquitectura de la red SMS.

La figura 2.5 muestra la estructura básica de la red SMS.

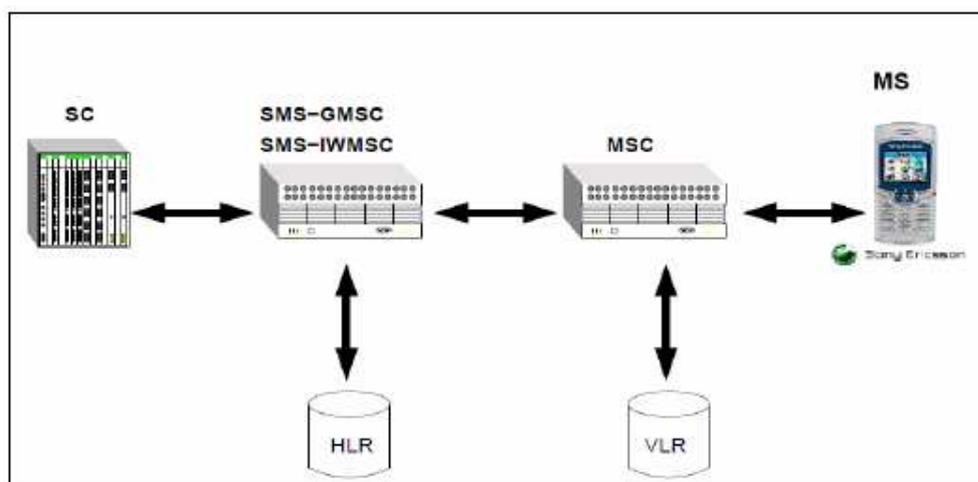


Figura 5. Elementos de la red SMS.

Entidad de Envío de Mensajes Cortos SME

SME (Short Messaging Entity) entidad que puede enviar o recibir mensajes cortos, pudiendo estar localizada en la red fija, una estación móvil, u otro centro de servicio.

Centro de Servicio de Mensajes SMSC

SMSC (Short Message Service Center) es el responsable de la transmisión y almacenamiento de un mensaje corto, entre el SME y una estación móvil.

Centro de Conmutación Móvil MSC

MSC (Mobile Switching Center) lleva a cabo funciones de conmutación del sistema y el control de llamadas a y desde otro teléfono y sistema de datos.

SMS-Gateway/Interworking MSC (SMS-GMSC)

Es un MSC capaz de recibir un mensaje corto de un SMSC, interrogando al HLR (Home Location Register) sobre la información de encaminamiento y enviando el mensaje corto al MSC.

2.4.3.2 PASOS DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE SMS

2.4.3.2.1 Pasos para el envío

- El mensaje corto es enviado del SME al SMSC.
- Después de completar su proceso interno, el SMSC pregunta al HLR y recibe la información de enrutamiento del usuario móvil.
- El SMSC envía el mensaje corto hacia el MSC.
- El MSC extrae la información del usuario del VLR. Esta operación puede incluir un
- procedimiento de autenticación.
- El MSC transfiere el mensaje corto al MS.
- El MSC devuelve al SMSC el resultado de la operación que se está llevando a cabo.
- Si lo solicita el SME, el SMSC retorna un informe indicando la salida del mensaje corto.

2.4.3.2.2 Pasos para la recepción

- La MS transfiere el mensaje corto al MSC.
- El MSC interroga al VLR para verificar que el mensaje transferido no viola los servicios suplementarios para las restricciones impuestas.

- El MSC envía el mensaje corto al SMSC usando el mecanismo ForwardShortMessage.
- El SMSC entrega el mensaje corto al SME.
- El SMSC reconoce al MSC el éxito del envío.
- El MSC devuelve a la MS el resultado de la operación de envío

2.4.4 MODELO DE CAPAS

El *stack* de protocolos SMS está compuesto de cuatro capas: Aplicación, Transferencia, Retransmisión y Enlace.

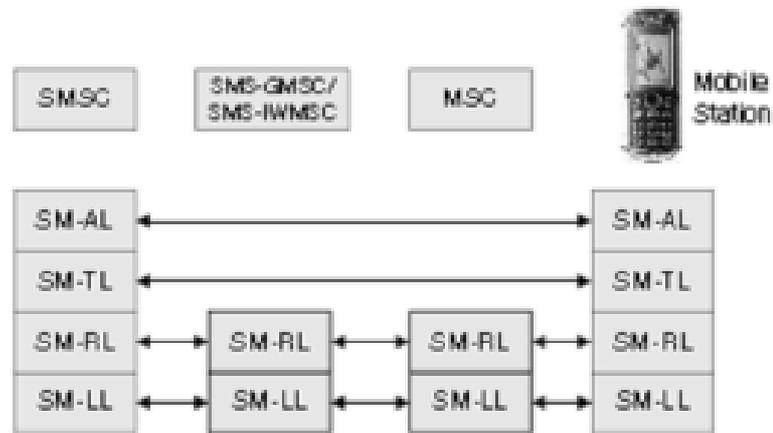


Figura 6. Diagrama de modelo de capas

2.4.4 .1 Capa Aplicación

Consiste en las aplicaciones (editor de mensajes, juegos, etc.) implementadas en el SME para enviar, recibir e interpretar el contenido de los mensajes. Esta capa es también conocida como SMAL (Short Message Application Layer).

2.4.4 .2 Capa Transferencia

En esta capa el mensaje es considerado como una secuencia de octetos que contiene información como la longitud del mensaje, creador y destinatario del mensaje, fecha de

recepción, etc. Esta capa es también conocida como SMTL (Short Message Transfer Layer).

2.4.4 .3 Capa Retransmisión

Permite el transporte de mensajes entre varios elementos de red. Un elemento de red puede almacenar temporalmente un mensaje si el siguiente elemento en la cadena no está disponible para recibir el mismo. Esta capa es también conocida como SMRL (Short Message Relay Layer).

2.4.4 .4 Capa Enlace

Realiza la transmisión del flujo de bits del mensaje a través del medio físico, entre las entidades de la red SMS. Esta capa es también conocida como SMLL (Short Message Link Layer).

2.4.4.5 Elementos del SMS

El SMS para la recepción y transferencia de mensajes comprende siete elementos que son:

- ***Validity Period***
Período durante el cual puede estar almacenado un SMS en el SMSC mientras no pueda ser entregado a su destino, si se supera este tiempo el mensaje es eliminado.
- ***Service Centre Time Stamp***
Elemento que informa el tiempo al que el SMSC recibió el SMS para ser entregado al SME.
- ***Protocol Identifier***
Este elemento indica la forma en la que la aplicación receptora maneja los mensajes entrantes.

- ***More Messages to Send***

Elemento que le permite al SMSC informarle al SME que más mensajes están esperando para ser entregados.

Utiliza un parámetro booleano para indicar si hay más mensajes para enviar.

Priority

Elemento provisto por el SMSC o SME que indica la importancia relativa de un mensaje.

- ***Messages Waiting***

Cuando un mensaje no puede ser entregado porque el SME no está disponible, permite indicar al HLR que notifique al SMSC cuando ya esté accesible el SME para realizar la entrega del mensaje.

- ***Alert SMSC***

Permite avisar al SMSC de que un SME al que se le había intentado entregar un mensaje sin éxito ya está disponible.

2.4.5 TIPOS DE SMS

Los SMS pueden clasificarse según el número de destinatarios en: mensajes punto a punto y punto multipunto.

2.4.5.1 Punto a punto

En este tipo de mensajes el destinatario es único y se pueden clasificar según la dirección de envío en: *Mobile Originated* y *Mobile Terminated*.

2.4.5.1.1 MO (Mobile Originated)

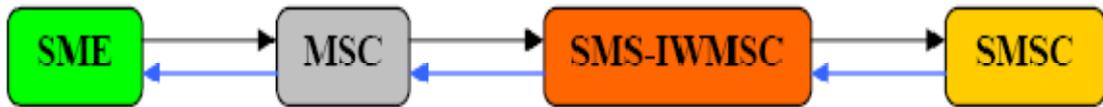


Figura 7. Mobile Originated (MO)

Son los mensajes que se originan en el SME. El mensaje es transportado desde el SME hasta el SMSC (*SMS-SUBMIT*), el destino puede ser otro usuario móvil o una aplicación.

Se puede configurar el SME para que el SMSC envíe un reporte de confirmación del mensaje recibido (*SMS-SUBMIT-REPORT*).

El mensaje puede ser enviado a un número corto que previamente ha sido contratado a las operadoras móviles por parte de las empresas que prestan servicios utilizando SMS.

Este tipo de mensajes son los que se emplean para participación en concursos, votaciones, petición de alertas o de recepción de información en el móvil.

2.4.5.1.2 MT (Mobile Terminated)

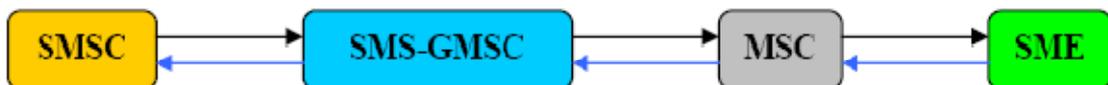


Figura 8. Mobile terminated (MT)

Son los mensajes que se envían a un SME. El mensaje es enviado desde el SMSC hasta el terminal móvil (*SMS-DELIVER*), la fuente puede ser otro usuario móvil o una aplicación.

Una vez que el mensaje llega al terminal móvil un reporte confirma al SMSC que la entrega fue completada (*SMS-DELIVER-REPORT*).

2.4.5.2 Punto multipunto

En este tipo, el mensaje es enviado a un conjunto de usuarios. A este tipo corresponde Cell broadcast q permite el envío simultáneo de mensajes de hasta 93 bytes a múltiples usuarios en un área geográfica específica. El destino del mensaje está descrito en términos de identificadores de celda utilizados por la BSC para enrutar el contenido del mensaje a los usuarios de la BTS.

2.4.6 SERVICIOS SMS

2.4.6.1 Servicios de Información

El servicio SMS permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC).

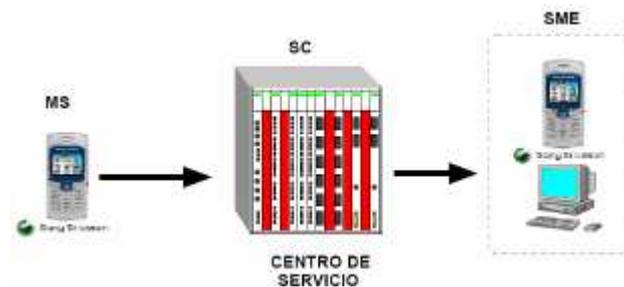


Figura 9. Servicio SMS

El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar en una red fija.

En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio, un extremo es una estación móvil y la otra es un servidor que atiende las peticiones.

En la norma GSM sólo se especifica la parte de comunicaciones, entre las estaciones móviles (MS) y el Centro de servicio. La comunicación entre el Centro de Servicio y las entidades fijas, queda fuera del ámbito de esta norma.



Figura 10. Envío de un SMS entre una MS y una entidad fija

2.4.7 APLICACIONES

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

- **Mensajes de persona a persona**

Los usuarios de telefonía móvil utilizan comúnmente el servicio de mensajería corto para comunicarse con otro usuario móvil de su misma operadora e incluso de una operadora diferente.

- **Alertas de E-mail**

Los SMS permiten notificar al usuario que tiene un nuevo e-mail. Este mensaje usualmente contiene la dirección de quien envía, el título y unas pocas palabras del inicio de E-mail

- **Servicios de notificación**

Permite el envío de mensajes a ciertos usuarios que constan en una base de datos específica tales como: clientes de compañías de televisión, clubs deportivos, supermercados y otros minoristas, aerolíneas y bancos.

Estos mensajes pueden ser publicitarios, o de notificación entre otros.

- **Servicios de información**

Permite enviar al terminal móvil mensajes con pequeños contenidos de información periódica, de un amplio rango como reporte del clima, reportes financieros, información deportiva.

- **Servicios de localización**

Aplicado a la localización de vehículos, integra un GPS. Los datos de longitud y latitud son transferidos a un terminal móvil. El terminal por medio de un SMS envía estos datos a un servidor donde se procesan para indicar la localización actual del vehículo en un mapa geográfico.

- **Supervisión Remota**

El servicio de mensajería corta puede usarse para gestionar máquinas en ambientes de supervisión remota. Esta aplicación proporciona valiosa información sobre el estado o el suceso de algún evento ocurrido sobre la máquina, que el usuario precisa saber.

- **Comercio electrónico**

Se pueden llevar a cabo transacciones financieras a través del terminal móvil, para la cual será necesario tener convenios con algunas instituciones bancarias.

2.5 MÓDEM GSM

2.5.1 PUERTO DE COMUNICACIÓN

El puerto de comunicación del teléfono GSM (Nokia 3220), se describe a continuación de manera detallada, para poder identificar los pines que se utiliza para la comunicación e intercambio de datos.

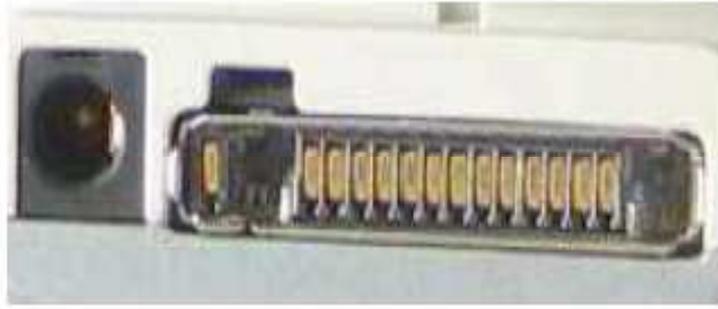


Figura 11. Conector del teléfono Nokia 3220

Este conector esta conformado por 14 pines los cuales tienen una función específica.

De este puerto los pines que se deben identificar son el de transmisión, recepción y tierra (Tx, Rx, GND), los cuales permitirán la transferencia de datos.

Pines utilizados en la comunicación

De todos los pines que conforman el pop port del celular, los que se utilizarán son los pines 6, 7, 8.

Estos pines permitirán establecer una comunicación serial tal como se detalla a continuación.

- Pin 6 es Rx.
- Pin 7 es Tx.
- Pin 8 es GND.

La transferencia de datos se genera con los siguientes parámetros los cuales deberán ser configurados en el dispositivo con el cual se va a comunicar.

- Velocidad de transmisión 9600 Baudios
- 8 bits de datos
- Bits de paridad “Ninguna”
- bits de para “1”

Los niveles de voltaje que utiliza este pórtico de conexión, son para el cero lógico 0 voltios y para el uno lógico 5 voltios, es decir trabaja con niveles TTL.

2.6 SENSORES

Se denomina sensor a todo elemento que es capaz de transformar señales físicas como temperatura, posición, longitud etc. en señales eléctricas.

2.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Se puede clasificar los sensores según el parámetro físico que miden ya sea: temperatura, presión, posición, longitud, nivel etc.

También podemos clasificarlos atendiendo a el tipo de salida: Salida analógica (V   I) y salida digital (I / 0).

MAGNITUD	TRANSDUCTOR	CARACTERÍSTICA
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Analógica
=	Encoders	Digital
Desplazamientos y deformación	Transformador diferencial	Analógica
=	Galga extensiométrica	Analógica
Velocidades lineales y angulares	Dinamo tacométrica	Analógica
=	Encoder	Digital
=	Detector inductivo	Digital
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
=	Sensor de velocidad	Digital
Fuerza y par	Galgas	Analógico
Presión	Membranas	Analógica
=	Piezoeléctricos	Analógica
Caudal	Turbina	Analógica
=	Magnético	Analógica
Temperatura	Termopar	Analógica
=	PT100	Analógica
=	NTC	Analógica
=	PTC	I/O
=	Bimetal	I/O
Sensores de presencia	Inductivos	I/O
=	Capacitivos	I/O
=	Ópticos	I/O Analógica
Sensores táctiles	Matriz de contactos	I/O
=	Piel artificial	Analógica
Visión artificial	Cámaras de video	Procesamiento digital
=	Cámaras CCD	Procesamiento digital

Tabla I. Tipos de Sensores

2.6.2 SELECCIÓN DE LOS SENSORES UTILIZADOS

Para la selección de los sensores es necesario considerar varios aspectos como disponibilidad en el mercado, precisión y durabilidad.

- **Disponibilidad en el mercado**

Dentro del Ecuador se pueden encontrar fácilmente sensores de presencia, magnéticos, y de humo.

- **Precisión**

La precisión de los sensores no debe superar el 5% para obtener una medida muy próxima al valor real.

- **Durabilidad**

Es necesario que los sensores posean un tiempo de vida superior a un año para que el prototipo funcione a largo plazo.

2.6.2.1 Sensor de movimiento

El sensor PIR es un dispositivo piroeléctrico que mide cambios en los niveles de radiación infrarroja emitida por los objetos a su alrededor a una distancia máxima de 6 metros.

Como respuesta al movimiento el sensor cambia el nivel lógico de un pin por lo cual su uso es extremadamente simple. Es un sensor de bajo costo y reducido tamaño.



Figura 12. Detector de movimiento PIR.

2.6.2.1.1 Especificaciones Técnicas

Voltaje de Alimentación.

5VDC.

Rango de Medición.

Hasta 6m.

Salida.

Estado de un pin TTL.

Polaridad de activación de salida seleccionable.

Mínimo tiempo de calibración.

El sensor PIR cuenta solamente con tres terminales. Dos de ellos se utilizan para la alimentación y el restante es la salida de detección de movimiento. La conexión al microcontrolador requiere de uso de este solo terminal. La figura muestra como se conectara el PIR.

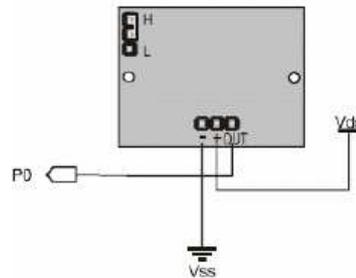


Figura 13. Conexión del PIR al microcontrolador

Los dispositivos piroelectricos, como el PIR, poseen elementos fabricados de un material cristalino que genera una carga eléctrica cuando se expone a la radiación infrarroja. Los cambios en la cantidad de radiación producen cambios de voltaje los cuales son medidos por un amplificador.

El PIR contiene unos filtros especiales llamados lentes de Fresnel que enfocan las señales infrarrojas sobre el elemento sensor. Cuando las señales infrarrojas del ambiente donde se encuentra el sensor cambian rápidamente, el amplificador activa la salida para indicar movimiento. Esta salida permanece activa durante algunos segundos permitiendo al microcontrolador saber si hubo movimiento.

2.6.2.2 Sensores resistivos

Los sensores basados en la variación de la resistencia eléctrica de un dispositivo son probablemente los más abundantes. Esto se debe a que son muchas las magnitudes físicas que aumentan el valor de la resistencia eléctrica de un material.

2.6.2.2.1 Fotorresistencia (LDR)

El LDR (resistor dependiente de la luz) es una resistencia que varía su valor dependiendo de la cantidad de luz que la ilumina.

Los valores de una fotorresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía, puede medir de 50 ohmios a 1000 ohmios (1K) en iluminación total y puede ser de 50K (50,000 Ohms) a varios megaohmios cuando está a oscuras.

La variación de valor resistivo de un LDR tiene cierto retardo, que es diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de iluminado a oscuro.

Por esta razón un LDR no se puede utilizar algunas aplicaciones, en especial en aquellas en que la señal luminosa varía con rapidez.

El tiempo de respuesta típico de un LDR está en el orden de una décima de segundo.



Figura 14. Fotorresistencia

El LDR es fabricado con materiales de estructura cristalina, y utiliza sus propiedades fotoconductoras ver Figura 3.32.

2.6.2.3 Sensor Magnético

Los sensores de proximidad magnéticos ver Figura 3.33 son caracterizados por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación, disponible de los sensores con dimensiones pequeñas. Detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente pequeños) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación. Los campos

magnéticos pueden pasar a través de muchos materiales no magnéticos, el proceso de la conmutación se puede también accionar sin la necesidad de la exposición directa al objeto. Usando los conductores magnéticos (ej. hierro), el campo magnético se puede transmitir sobre mayores distancias para, por ejemplo, poder llevarse la señal de áreas de alta temperatura.



Figura 15. Sensores magnéticos

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL HARDWARE DEL SISTEMA Y ESTUDIO DE LOS COMANDOS AT

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detalla cada uno de los procedimientos seguidos para el diseño y construcción del hardware del sistema. Para iniciar, en la Figura 3.1 se muestra todas las etapas que conforman el hardware del equipo.

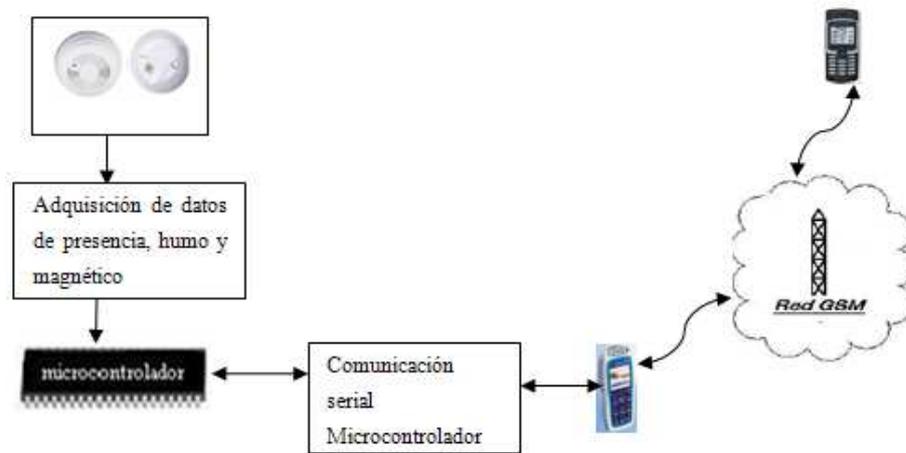


Figura 16. Esquema del hardware del sistema

3.1.1 BLOQUE DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Este bloque se encargará de la recolección de datos. Está compuesto por los sensores que serán los encargados de tomar los eventos que estén sucediendo en ese momento en la casa y luego de enviar esta información al microcontrolador para su procesamiento y posterior envío.

Los sensores a utilizarse son: Un sensor detector de presencia, sensor detector de humo, sensor magnético.

3.1.2 BLOQUE DE ENVÍO DE DATOS

Los datos obtenidos del bloque de adquisición son trasladados por medio del microcontrolador a la estación central utilizando un dispositivo celular, para este propósito la comunicación se realiza por medio de Comandos AT.

3.1.3 BLOQUE DE RECEPCIÓN DE DATOS

La recepción de la información es por medio de SMS que envía el equipo central al dispositivo remoto y viceversa.

3.2 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Dentro del mercado existe gran cantidad de microcontroladores con diferentes arquitecturas. Se pueden clasificar dependiendo del número de bits destinados al direccionamiento de la memoria en: 8,16 y 32 bits. Los microcontroladores de 16 y 32 bits son los de mayor rendimiento con la desventaja de ser más caros. La mayoría de aplicaciones se desarrollan con microcontroladores de 8 bits, siendo estos los más populares.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS DEL MICROCONTROLADOR

Las principales características necesarias para la selección del microcontrolador son: disponibilidad de puertos, conversores analógico -digitales, velocidad de procesamiento, disponibilidad de herramientas de programación, y memoria.

3.2.1.1 DISPONIBILIDAD DE PUERTOS

De acuerdo al diagrama de bloques de la figura 2.1 se puede observar la necesidad de conexión de 2 sensores, comunicación con un teléfono. Por esta razón es importante tener disponible el suficiente número de pines y puertos para comunicación de entrada y salida en el sistema microprocesado.

3.2.1.2 Conversores Analógico-Digitales

Debido a que se utilizarán sensores analógicos es necesario que el microcontrolador a seleccionar posea esta capacidad con lo que el prototipo no aumentará de tamaño al adicionar conversores externos.

3.2.1.3 Velocidad de procesamiento

El prototipo tomará datos de 2 sensores y controlará la transmisión de los datos por lo que se necesitará reducir los retardos en el proceso.

3.2.1.4 Memoria

Los microcontroladores poseen varios tipos de memoria. Una para guardar las instrucciones de manejo del microcontrolador, y otra para guardar variables y datos de trabajo (RAM).

3.2.2 MICROCONTROLADORES DISPONIBLES

Los principales microcontroladores utilizados para el desarrollo de aplicaciones electrónicas son: PIC16F84, PIC 16F877A.

PIC 16F877A

- 14 KBytes de memoria *Flash*.
- 368 bytes de RAM interna.
- 2 Canales PWM de 10 bits.
- 256 bytes de memoria EEPROM.
- 33 líneas de líneas I/O programables.
- 8 canales ADC de bits.
- 2 temporizador/contador de 8 bits.
- 1 temporizador/contador de 16 bits.

Tomando en cuenta las características de los microcontroladores antes descritos se tomó la decisión de elegir el PIC 16F877A por las ventajas que este ofrece para el presente proyecto.

3.2.3 DESCRIPCION DEL PIC 16F877A

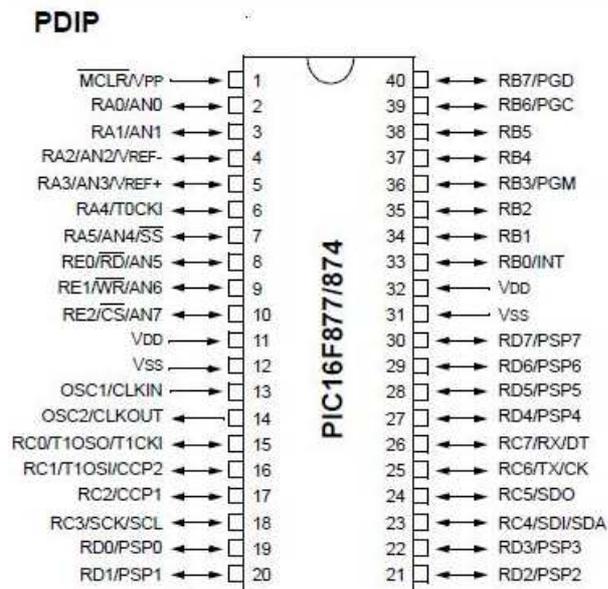


Figura 17. PIC 16F877A

Los integrados PIC16F874 y PIC16F877 poseen cinco puertos de entrada/salida denominados PORTA, PORTB,..., PORTE. Estos puertos son totalmente programables, es decir, sus líneas pueden ser configuradas para trabajar como entradas o como salidas a selección del programador.

3.2.3.1 Descripción de Puertos

Puerto A (PA7..PA0).- Sirve como entradas analógicas al convertor A/D. El Puerto A también sirve como un puerto I/O bidireccional de 8 bits con resistores pull-up internos para cada bit si el convertor A/D no es utilizado.

Puerto B (PB7..PB0).- Es un puerto I/O bidireccional de 8 bits con resistores pullup internos para cada bit.

En la siguiente Figura 18 se muestra el alambrado interno de los pines del puerto B.

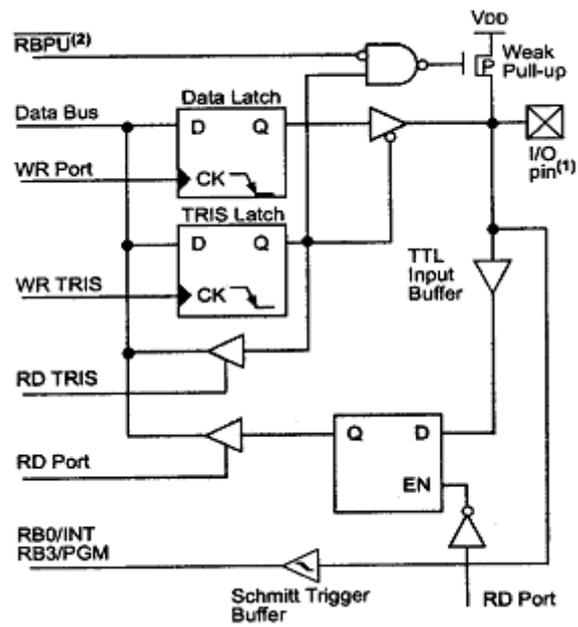


Figura 18. Pines RB0,... RA3

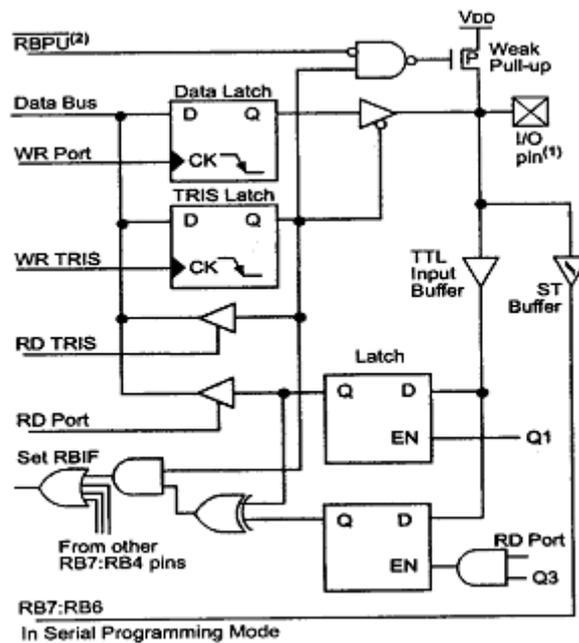


Figura 19. Pines RB4,..., RB7

Puerto C (PC7...PC0).- Es un puerto e/s de 8 pines tiene RC0 è RC0, T1OSO (Timer1 salida oscilador) y T1CKI (Entrada de reloj del modulo Timer1).

Cada entrada del puerto C posee un buffer con disparador Schmitt, Ver Figura 20 y 21

Además, cuando se selecciona la función I² C, las patitas PORTC<4,3> pueden ser

configuradas con niveles I²C o con niveles SMBus mediante el bit CKE del registro SSPSTAT<6>.

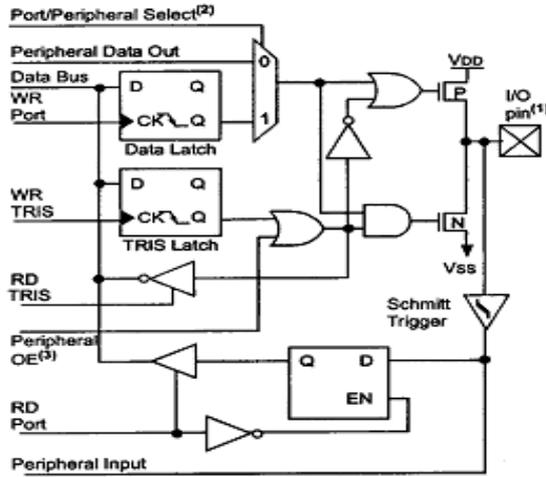


Figura 20. Pines 7, 6, 5, 2,1 y 0 del puerto C

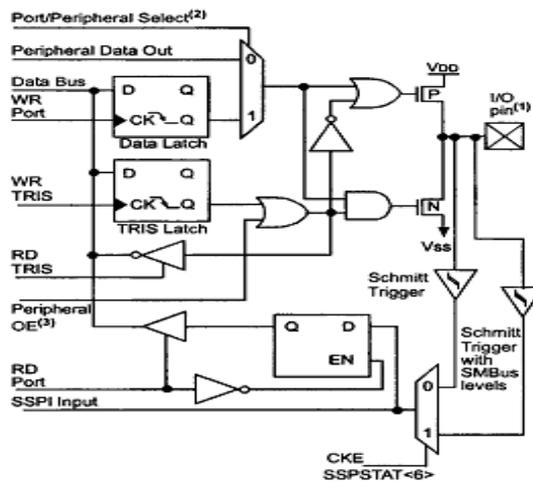


Figura 21. Pines 4 y 3 del puerto C

3.2.4 EL PUERTO SERIE USART

La USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) es uno de los dos periféricos contenidos en el PIC que le permiten realizar comunicación en serie. El otro es el MSSP (Master Synchronous Serial Port), el cual no es tratado en estas notas.

La USART, también conocida como SCI (Serial Communications Interface) puede configurarse como una unidad de comunicación en serie para la transmisión de datos asíncrona con dispositivos tales como terminales de computadora o computadoras personales, o bien para comunicación síncrona con dispositivos tales como convertidores A/D o D/A, circuitos integrados o memorias EEPROM con comunicación serie, etc. La gran mayoría de los sistemas de comunicación de datos digitales actuales utilizan la comunicación en serie, debido a las grandes ventajas que representa esta manera de comunicar los datos:

- *Económica.*- Utiliza pocas líneas de transmisión inclusive puede usar sólo una línea.
- *Confiable.*- Los estándares actuales permiten transmitir datos con bits de paridad y a niveles de voltaje o corriente que los hacen poco sensibles a ruido externo. Además por tratarse de información digital, los cambios en amplitud de las señales (normalmente causadas por ruido) afectan muy poco o nada a la información.
- *Versátil.*- No está limitada a usar conductores eléctricos como medio de transmisión, pudiendo usarse también: fibra óptica, aire, vacío, etc. Además el tipo de energía utilizada puede ser diferente: luz visible, infrarroja, ultrasonido, pulsos eléctricos, radio frecuencia, microondas, etc.

Una gran cantidad de periféricos se comunican actualmente en serie con un microcomputadora: líneas telefónicas, terminales remotas, unidades de cassette magnético, el ratón, teclados, etc.

Comunicación en paralelo: En este caso se utiliza una línea física por cada bit del dato a comunicar además de posibles líneas para protocolo.

Esquemáticamente en la Figura 22 se muestra como se transmitiría el dato de 8 bits 1001 0111= 97h.

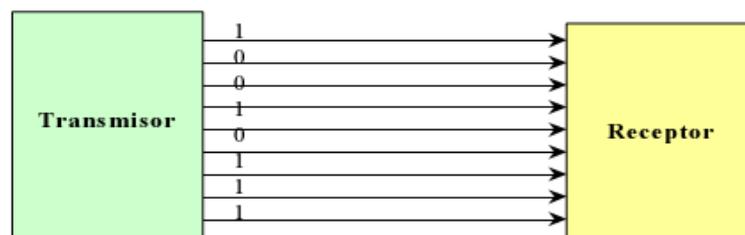


Figura 22. Transmisión de datos de 8 bits

Este tipo de comunicación se puede realizar mediante el PIC usando el puerto D como puerto de datos y las líneas del puerto E como líneas de protocolo. La principal ventaja de la comunicación paralelo es la alta velocidad de transmisión, ya que se envían simultáneamente todos los bits de un dato. No obstante, si la distancia entre el transmisor y el receptor es grande, puede ser que el costo de las líneas sea tan alto que se vuelva incosteable este método de comunicación.

Comunicación en Serie: En cambio, la comunicación en serie sólo utiliza una línea para la transmisión de datos, y opcionalmente alguna línea o líneas para protocolo. Por ejemplo, en la siguiente Figura 3.8 se muestra como se transmitiría en serie el mismo dato (97h):

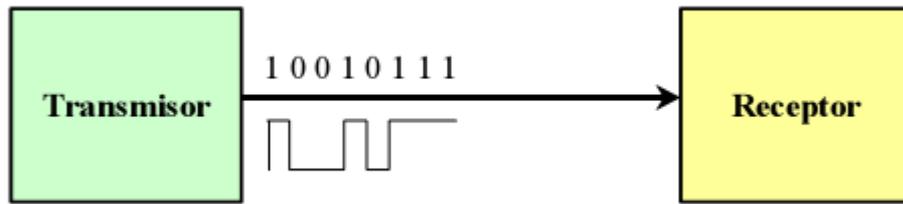


Figura 23. Transmisión en serie

La desventaja obvia de la comunicación serie es que los bits de un dato se envían de a uno por uno, de manera que mientras que la comunicación en paralelo envía en un ciclo un dato de 8 bits, a la comunicación serie le toma más de 8 ciclos (ya que además del dato en la comunicación serie se requiere agregar algunos bits de sincronización).

Sin embargo, debido a que la comunicación serie requiere sólo una línea para la transmisión esto abarata los costos en líneas de transmisión y no sólo esto, ya que este hecho también hace posible que los datos puedan ser enviados no necesariamente por un conductor eléctrico, sino inclusive por aire o por el vacío si en lugar de pulsos eléctricos se usan impulsos electromagnéticos, tales como:

- Ondas de radio
- Microondas
- Infrarrojo
- Láser (a través de fibra óptica), etc.

3.2.5 PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN SERIE.

A diferencia de la comunicación en paralelo, en la comunicación en serie se hace necesario establecer métodos de sincronización para evitar la interpretación errónea de los datos transmitidos. Para ilustrar esto consideremos la siguiente información en serie,

Ver Figura 24:

.....0100110001001100100.....

Figura 24. Información de Comunicación Serie

Esta información puede interpretarse de diversas maneras, (aún si se recibe a la velocidad adecuada) dependiendo del punto de inicio de separación de datos, por ejemplo, una posible interpretación sería como sigue; Ver Figura 25:

... 01	00110001	00110010	0 ...
--------	----------	----------	-------

Figura 25. Interpretación de la información en serie

Que interpretado como códigos ASCII corresponde a los caracteres '1' y '2'. Sin embargo, otra posible interpretación es; Ver Figura 26, que corresponde a los caracteres 'b' y 'd'.

... 01	00110001	00110010	0 ...
--------	----------	----------	-------

Figura 26. Otra Interpretación de la información en serie

Sincronización de bit. - Una manera de resolver el problema anterior es la sincronización de bits que puede realizarse por varios métodos:

- 1) Enviar por una línea adicional una señal de reloj que indique el centro de las celdas de bits en la línea de datos (datos no - auto reloj).
- 2) Enviar con cada bit y por la misma línea de datos información que permita extraer la señal de reloj (datos auto reloj).

3) Lograr mediante alguna estrategia que los relojes de transmisión y de recepción se mantengan en fase continuamente.

Codificación no auto reloj.- En la Figura 27 se muestran las tres codificaciones de una línea de datos.

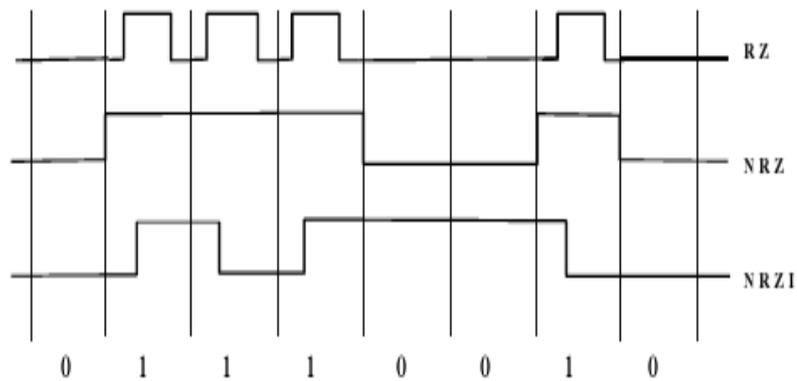


Figura 27. Codificaciones de una línea de datos

Continuación de detallan las tres codificaciones de una línea de datos:

RZ.- Una celda de bit es 1 si contiene un impulso positivo y un 0 si no lo contiene.

NRZ.- La celda contiene un 1 o 0 de acuerdo al nivel de la señal (constante) en la celda.

NRZI.- La celda de bit contiene un 1 si hay una transición y un 0 si no la hay.

Como puede verse, en estos sistemas (RZ, NRZ y NRZI) las secuencias de ceros no contienen ninguna transición que permita ubicar la situación de las celdas de bit. De hecho, el formato NRZ no la contiene ni en los unos.

Codificación auto reloj.- Algunos métodos que contienen en la misma línea de datos información adicional para determinar la velocidad del reloj a costa de disminuir la cantidad de información útil a la mitad que los métodos no-auto reloj, Ver Figura 34.

La siguiente Figura 28 muestra la codificación de auto reloj ejecutado por el tipo de microcontrolador PIC16f877 en la comunicación serie.

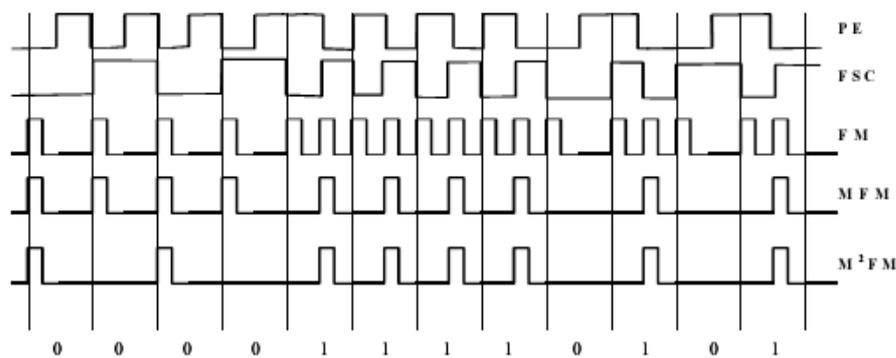


Figura 28. Codificación de reloj

Los métodos autoreloj son muy útiles cuando la velocidad de transmisión no es constante, por ejemplo, cuando los datos han sido grabados en un medio magnético giratorio, por ejemplo discos, cintas magnéticas, etc.

A continuación se muestran la codificación auto relojes más utilizados, como son:

PE.- Codificación de fase.

FSC.- Codificación por cambio de frecuencia

FM.- Modulación de frecuencia.

MFM y M²FM.- Modulación de frecuencia modificadas.

Los métodos autoreloj son muy útiles cuando la velocidad de transmisión no es constante, por ejemplo, cuando los datos han sido grabados en un medio magnético giratorio, por ejemplo discos, cintas magnéticas, etc.

Sincronización de carácter.- Algunos sistemas utilizan líneas adicionales que envían impulsos para indicar el inicio de un bloque de caracteres. Otros sistemas que no requieren líneas adicionales a la línea de datos son:

Método Asíncrono.- Cada carácter va señalizado mediante dos bits: un bit de inicio y un bit de paro, estos dos bits permiten al receptor reconocer el inicio y el final de cada carácter.

Método Síncrono.- Cada mensaje o bloque de transmisión va precedido de unos caracteres de sincronismo. Así, cuando el receptor identifica una configuración de bits igual a la de los caracteres de sincronismo da por detectado el inicio y el tamaño de los datos.

3.2.6 CONVERTIDOR ANALÓGICO DIGITAL

Los PIC16F87X poseen un módulo ADC interno que les permite manejar 5 entradas analógicas para los dispositivos de 28 pines y 8 para los otros dispositivos.

El multiplexor.- El ADC es un convertidor de aproximaciones sucesivas de 10 bits, el cual puede realizar la conversión de una de las 8 entradas (o canales) analógicas AN0,..., AN7 multiplexadas por la lógica interna que utiliza como líneas de selección

del canal los bits CHS2:CHS0, en donde se coloca el número en binario del canal a convertir. En la siguiente Figura 29 se muestra un diagrama de bloques del módulo ADC.

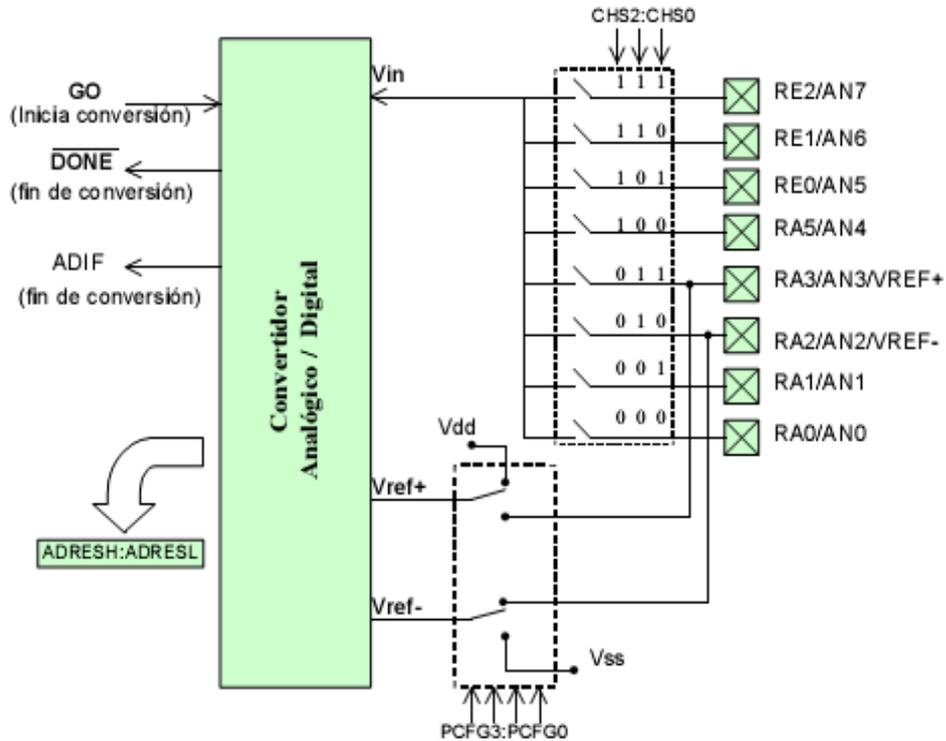


Figura 29. Diagrama de bloque del modulo ADC

3.3 SELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE COMUNICACIÓN GSM

Para la selección del dispositivo es importante considerar: la interfaz de comunicación, los protocolos de comunicación, el modo de manejo de datos y la disponibilidad en el mercado.

Dentro del mercado ecuatoriano se pueden encontrar una gran cantidad de modelos de teléfonos que se ofrecen en cada una de las operadoras de telefonía celular, es importante tomar en consideración que solo ciertas marcas de ellos ofrecen un puerto de comunicación que permita interactuar con un microcontrolador. Entre las principales

marcas en el mercado se puede distinguir tanto a Sony Ericsson como Nokia las cuales poseen modelos con puertos manejables.

3.3.1 CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS DE LOS TERMINALES

Las principales características que se deben considerar para la selección de los terminales son: puerto serial de comunicaciones, capacidad de envío y recepción de mensajes, y protocolo de comunicaciones.

3.3.2 Puerto Serial de Comunicaciones

Es necesario que el dispositivo celular posea un puerto de comunicaciones accesible para la aplicación, mediante algún tipo de conector. De igual forma debe existir la suficiente información técnica del dispositivo de manera que no cause ningún tipo de daño en su manipulación. El puerto del dispositivo debe permitir la comunicación bidireccional con el sistema microprocesado.

3.3.3 Capacidad de envío y recepción de mensajes (*Short Message Service*)

Uno de los servicios que ofrece GSM es la posibilidad de envío de mensajes SMS. Al elegir un terminal GSM se asegura que tanto el terminal de envío como el de recepción posean la capacidad de enviar y recibir mensajes SMS.

3.3.4 Protocolo de comunicaciones

El protocolo de comunicación del terminal debe permitir la comunicación entre el microcontrolador-teléfono y teléfono-computador.

Debe ser estandarizado. De acuerdo a los diferentes tipos de marcas de teléfono se ha desarrollado diferentes protocolos de comunicaciones siendo los más utilizados los comandos AT.

3.3.5 TIPOS DE TERMINALES

Dentro del mercado existen diferentes tipos de terminales. Entre los más importantes se encuentran: teléfonos *Nokia*, MODEMS para PC y de circuito impreso, y teléfonos SonyEricsson.

3.3.5.1 Teléfonos Nokia

Algunos modelos Nokia permiten comunicación por medio de comandos AT y otros por tramas FBUS y MBUS. Posee puertos de comunicaciones y todos los Nokia GSM permiten servicio de mensajería corta. No poseen guías para el desarrollo de aplicaciones con sus protocolos FBUS y MBUS al ser estos propietarios.

3.3.5.1.1 Protocolo MBUS

MBUS utiliza un solo pin para la transmisión y recepción. La transmisión es Halfduplex. Son utilizados dos pines DATA y GND.

La comunicación con el teléfono se da a 9600 bps, 8 bits de datos, paridad impar, y un bit de parada.

3.3.5.1.2 Protocolo FBUS

Utiliza un pin de transmisión de datos, un pin de recepción, y un pin de tierra. Se parece a un puerto de transmisión serial estándar. Trabaja a 115200 bps, 8 bits de datos, sin paridad y un bit de parada.

Tanto la transmisión de MBUS como FBUS se da mediante un formato de trama propietario de Nokia.

3.3.6 ELECCIÓN DEL TERMINAL

Dentro del mercado se pueden encontrar fácilmente terminales tanto SonyEricsson como Nokia.

Debido a que existe una mayor cantidad de soporte para aplicaciones con terminales Nokia se eligió a un teléfono de esta marca para el desarrollo del proyecto.

3.3.6.1 Teléfono Nokia 3220b



Figura 30. Teléfono 3220b

3.3.6.2 CARACTERÍSTICAS DEL TELÉFONO

El teléfono Nokia 3220 funciona en la red inalámbrica GSM a 850/1800/1900 MHz

Tiene conexión y transmisión de datos PC Suite para el Nokia 3220. La transmisión que soporta es EGPRS hasta 177.6 Kbps GPRS hasta 80 Kbps y (HS) CSD hasta 43.2 Kbps.

3.3.7 DESCRIPCIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIÓN Y CABLES DE CONEXIÓN DEL CELULAR

Para la comunicación entre el celular y el PIC se requiere de tres hilos; Rx, Tx, GND. En el puerto de comunicación del teléfono estos corresponden a los pines 6, 7,8 respectivamente.

Para la conexión se hace uso del cable de datos correspondiente al Nokia 3220 que es el DKU-5 (CA-42). El extremo donde está el conector USB se cortó para llegar e identificar los pines 6, 7,8.

En la Figura 31 se ilustra el puerto de comunicación del celular con los pines a utilizar.

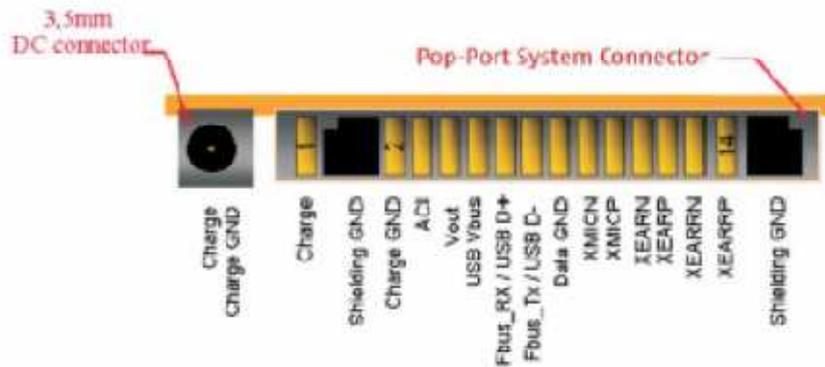


Figura 31. Puerto de comunicación del Nokia 3220

El cable de datos del Nokia se lo pudo adquirir localmente, lo cual fue una gran ayuda pues facilitó la conexión al puerto de datos del celular; caso contrario, se habría optado por soldar cables al referido puerto.



Figura 32. Cable DKU-5 (CA-42)

A continuación en la Figura 33 se ilustra la utilización del cable DKU-5 para la conexión del celular receptor con el PIC16F877A, con los respectivos pines de conexión.

Vale la pena mencionar que para la conexión de los terminales se debe cruzar la conexión; esto quiere decir que el Tx del Nokia se debe conectar con el Rx del PIC, y viceversa.

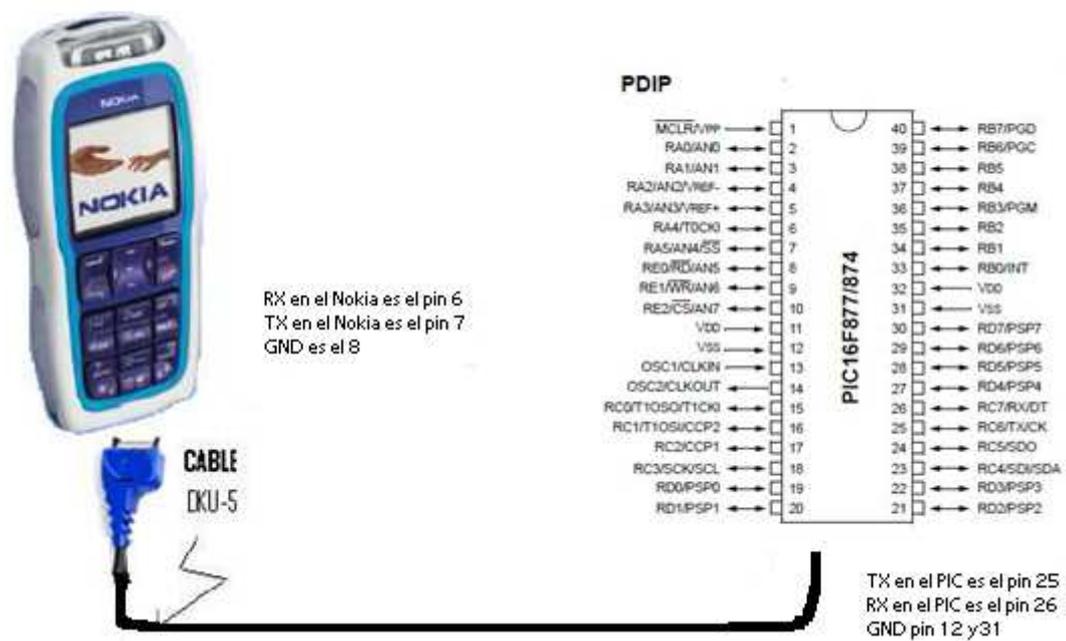


Figura 33. Conexión del celular con el PIC

En el cable DKU-5 se identifico los conectores de Tx, Rx, GND los cuales corresponden a los siguientes colores.

- Tx Verde
- Rx Blanco
- GND Rojo

3.4 COMANDOS AT

3.4.1 Descripción

Los comandos AT (attention command) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MODEM.

Los comandos AT son cadenas de caracteres ASCII que comienzan con AT y terminan con un retorno de carro (ASCII 13). Cada vez que el MODEM recibe un comando este lo procesa y emite su respuesta dependiendo como se lo haya configurado al MODEM.

El software del teléfono se comunica con el MODEM por medio de comandos AT. Este software le permite al teléfono en si comunicarse por medio de menús y el programa de comunicaciones transmite estas selecciones al MODEM en el formato que este requiere. De esta manera el MODEM realiza la tarea que se le ha comunicado. Para el uso de aplicaciones más específicas se necesita el uso de aplicaciones como *Hyperterminal* en el caso de Windows, y *Minicom* en el caso de Linux.

La implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos son enviados, ya sea cable serial, canal infrarrojo, Bluetooth, etc.

3.4.2 Objetivo de los comandos AT

Los comandos AT deben ser usados para el desarrollo de nuevos programas de comunicaciones y ajustar propiedades avanzadas del teléfono y módems inalámbricos.

Entre las funciones más usuales de los comandos AT se tienen:

- Configurar el teléfono para una conexión inalámbrica, a través de infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Configurar el MODEM interno del teléfono para una conexión inalámbrica, a través de infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Solicitar información sobre la configuración actual o estado operativo del teléfono o MODEM.
- Probar la disponibilidad del teléfono o MODEM.

3.4.2 Ejecución de comandos AT

De los modos de operación mencionados, en el proyecto se utiliza el modo de comandos off-line, ya que cuando se emite un comando desde el sistema, se espera una respuesta al comando enviado por parte del teléfono, sin establecer una conexión para tener una

transferencia continua de datos. Para ejecutar los comandos AT es necesario tener la lista de comandos que reconoce el teléfono la misma que se la puede encontrar en www.nokia.com.

Además para establecer conexión del teléfono con el sistema microprocesado, es necesario utilizar un cable de datos. El objetivo de utilizar los comandos AT es el extraer la información del teléfono y a la vez cargar información para responder a un determinado evento. Para el estudio de los comandos AT, se ha hecho una división de los comandos utilizados en el proyecto.

3.4.2.1 Comandos de configuración

Este tipo de comandos permiten cambiar la configuración interna del MODEM integrado del teléfono entre los que se tiene:

- **AT**, este es un comando de atención, cuya función es monitorear si existe una buena conexión en el canal de comunicación, si la conexión es buena el teléfono responde OK, en la figura se ilustra el código de programación que permite realizar esta acción a través del sistema microprocesado.

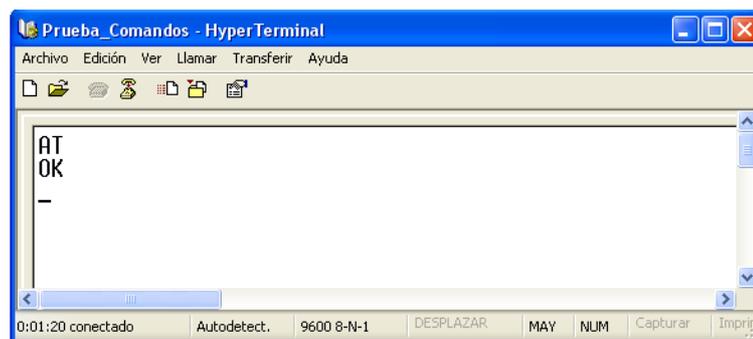
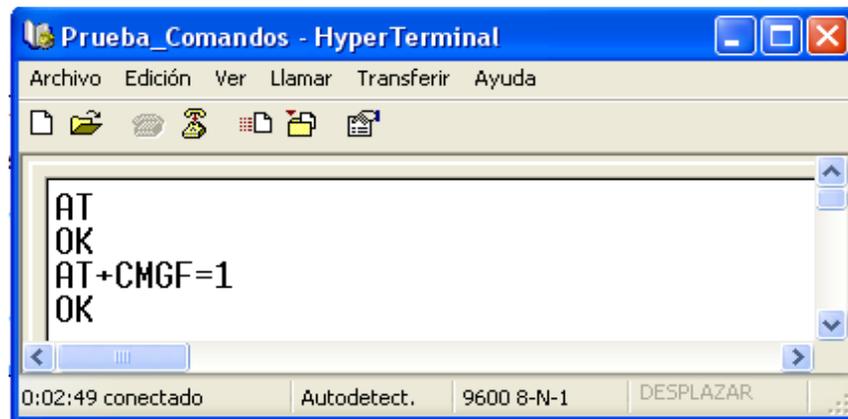


Figura 34. Ejecución del comando AT

- **AT + CMGF = "A"**, este comando permite elegir el modo de interpretación de los datos por parte del teléfono, si la equivalencia de A es igual a "1", los datos son interpretados en modo texto, es decir la secuencia de caracteres que se envía al teléfono son ASCII normales. Si la equivalencia de A es igual a "0", los datos son interpretados en modo PDU (Protocol Data Unit), por lo tanto los datos

enviados al teléfono deben ser interpretados como caracteres HEX (hexadecimales). para el sistema se ha tomado en cuenta la primera opción, debido a que la comunicación entre el sistema y el teléfono será monitoreada, por tanto la interpretación de datos será mucho más sencilla. El teléfono al recibir este comando responde con OK, indicando que la petición ha sido aceptada. En la figura se ilustra el código de programación que permite realizar esta acción a través del sistema microprocesado.



```
AT
OK
AT+CMGF=1
OK
```

Figura 35. Ejecución del comando AT+CMGF=1

3.4.2.2 Comandos para envío de SMS

Luego de que el teléfono ha sido configurado en el modo texto, una de las necesidades del sistema es el envío de SMS, mediante el cual podrá responder a un evento solicitado.

Se analiza el menú de mensajes en el software de cualquier teléfono celular, se observa que posee básicamente tres librerías como son: Buzón de Mensajes Recibidos, Buzón de Mensajes enviados y Buzón de Mensajes o elementos no Enviados. Cuando un mensaje llega a un teléfono celular este es almacenado en la carpeta de mensajes recibidos; dentro de esta carpeta el mensaje aparecerá como un mensaje no leído y una vez que es abierto, el mensaje pasará a ser un mensaje leído, este caso dentro de los comandos AT es interpretado como REC UNREAD y REC READ respectivamente.

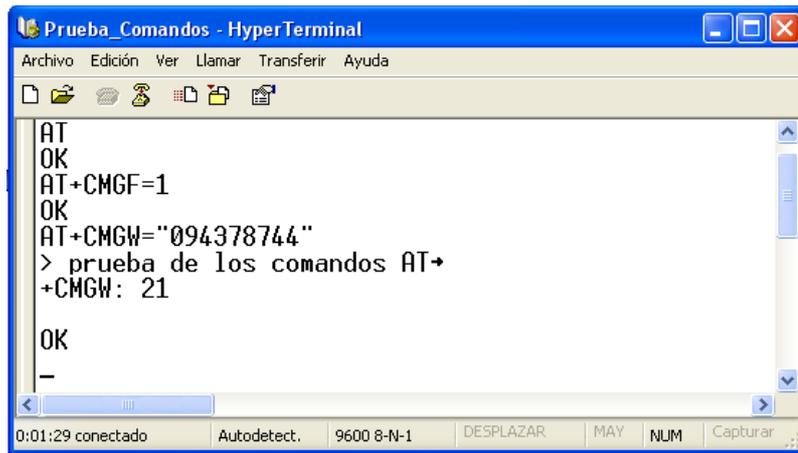
Ahora en el caso opuesto, un usuario desea enviar un mensaje, escribe la información dentro de un SMS y lo envía, esta información puede tomar dos caminos, primero el mensaje no es enviado por cuestiones de congestión de red, el teléfono guarda el mensaje dentro de la librería Buzón de Mensajes no Enviados. Pero si la red no presenta congestión el mensaje es enviado con éxito, razón por la cual el teléfono guarda este mensaje en la librería Buzón de Mensajes Enviados, estas dos situaciones dentro de los comandos AT son vistas como STO UNSET y STO SET respectivamente.

Al hablar de este tema, se trata de indicar que si el sistema desea enviar o recibir un mensaje, debe saber a que librería debe apuntar en el teléfono para alcanzar su objetivo. Pero como se utiliza un teléfono GSM, hay que tomar en cuenta que posee dos memorias que tienen las misma librerías, por lo tanto el sistema también tiene que identificar cual es la memoria en la que se está trabajando. Para enviar un SMS, el teléfono requiere de dos comandos que son: el AT + CMGW y AT+CMSS.

El Comando **AT+CMGW = “# Telefónico”**, permite cargar en el teléfono la información del SMS, al número que se especifica dentro de los parámetros del comando (# Telefónico). La Figura 36 indica la utilización de este comando.

Cuando el comando es enviado con el número telefónico, el teléfono responde con un signo mayor que “>”, de esta manera indica que se debe ingresar la información del mensaje, una vez que la información ha sido ingresada se adhiere el carácter ctrl.+Z, de esta manera indica el final del mensaje al teléfono, por tanto si la ejecución del comando ha sido correcta el teléfono responde OK.

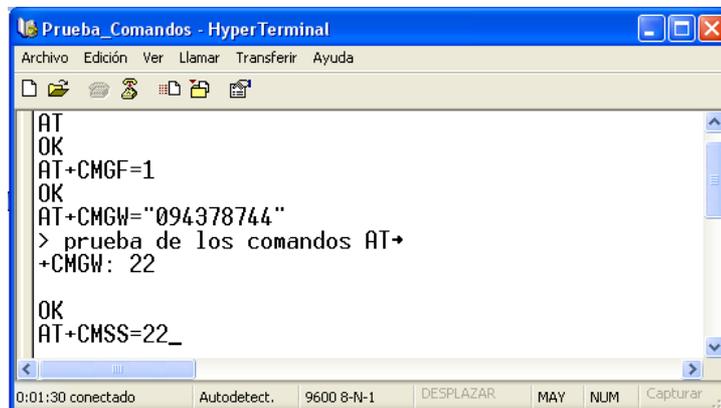
El Comando **AT+CMPS = “LOCALIDAD MEM”**, permite enviar el SMS cargado en el teléfono, al igual que haría la tecla “SEND”. El dominio “Localidad de MEM”, indica la posición del mensaje dentro de la memoria (ya sea en la memoria interna del teléfono o en la SIM) al recibir este comando el teléfono responde OK cuando se ha ejecutado en forma correcta, como se muestra en la Figura 41.



```
Prueba_Comandos - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
[Icons]
AT
OK
AT+CMGF=1
OK
AT+CMGW="094378744"
> prueba de los comandos AT→
+CMGW: 21
OK
_
```

0:01:29 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar

Figura 36. Comando AT+CMGW, para cargar un SMS en el teléfono



```
Prueba_Comandos - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
[Icons]
AT
OK
AT+CMGF=1
OK
AT+CMGW="094378744"
> prueba de los comandos AT→
+CMGW: 22
OK
AT+CMSS=22_
```

0:01:30 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar

Figura 37. Comando AT+CMSS=1, que envía el SMS

3.4.2.3 Comandos para recepción de SMS

Cuando se carga un mensaje en el teléfono, éste se guarda dentro de la librería Buzón de Mensajes no Enviados en la memoria SIM, para el caso de recepción de mensajes, necesariamente el sistema debe apuntar a la memoria del teléfono donde el mensaje recibido es guardado. En Figura 38, muestra la extracción del SMS desde la memoria SIM, en el cual se encuentra por defecto. Nótese que no se realizó ninguna instrucción previa para cambiar de memoria, antes de la extracción del SMS.

```
Prueba_Comandos - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
AT+CMGL="STO UNSENT"
+CMGL: 18,"STO UNSENT","0943787442;;",,
prueba de los comandos AT
+CMGL: 19,"STO UNSENT","087479186",,
HOLA
+CMGL: 20,"STO UNSENT","0943787447;;",,
prueba de los comandos AT
+CMGL: 21,"STO UNSENT","094378744",,
prueba de los comandos AT
+CMGL: 22,"STO UNSENT","094378744",,
prueba de los comandos AT

OK
-
```

Figura 38. Extracción del SMS mediante el Comando AT+CMGL="STO UNSENT"

Con esto surge la necesidad de tener un comando que permite pasar de la memoria SIM hacia la memoria interna del teléfono y viceversa.

Posteriormente, el sistema debe extraer el SMS. Para ello se tiene las siguientes instrucciones:

El comando AT+CPMS = "Memoria", permite cambiar de memoria internamente dentro del teléfono, en el área "Memoria" se debe especificar a que memoria se debe apuntar, identificando a la SIM como "SM" y a la memoria interna del teléfono como "ME". La Figura 41, muestra la ejecución de dicho comando.

Una vez que el sistema se encuentre en la memoria, necesita un comando que le permita elegir entre las librerías en donde se encuentra el mensaje. Para esto se tiene la siguiente instrucción:



```
PRUEBA DE COMANDOS - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Herramientas Transferir Ayuda
AT
OK
AT+CMGF=1
OK
AT+CPMS="ME"
-CPMS: 10,70,2,10,10,70
OK
-
```

Figura 39. Cambio de Memoria mediante el comando AT+CPMS

El comando AT+CMGL = “LIBRERÍA”, permite desplegar los mensajes contenidos en una librería. Para apuntar una librería, en el dominio “LIBRERÍA” el sistema debe ingresar las siglas asignadas por los comandos AT para cada librería. Por ejemplo, se desea ver el contenido de todos los mensajes existentes en el teléfono; se debe utilizar la instrucción “ALL”, para obtener el listado de los mensajes recibidos en el dominio. Hay que ingresar “REC UNREAD”, para el listado de mensajes leídos “REC READ”, para el listado de mensajes no enviados “STO UNSENT” y para los mensajes enviados “STO SENT”. En la Figura 40, se muestra un ejemplo donde al digitalizar este comando con el dominio “ALL”, se despliega la lista de mensajes contenidos en todas las librerías. Mientras que en la Figura 41, se muestra la utilización de los dos comandos, para apuntar la memoria interna del teléfono y como paso siguiente se lee un mensaje recibido que se encuentra en la librería de los mensajes no leídos (“REC UNREAD”).

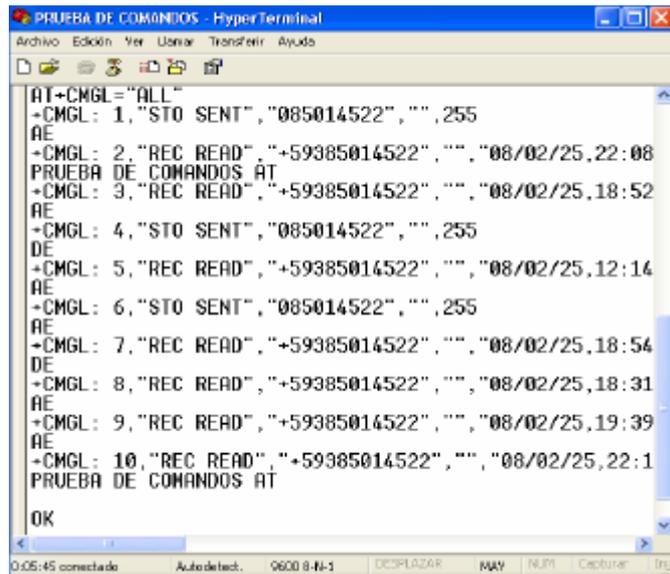


Figura 40. Comando AT+CMGL="ALL"

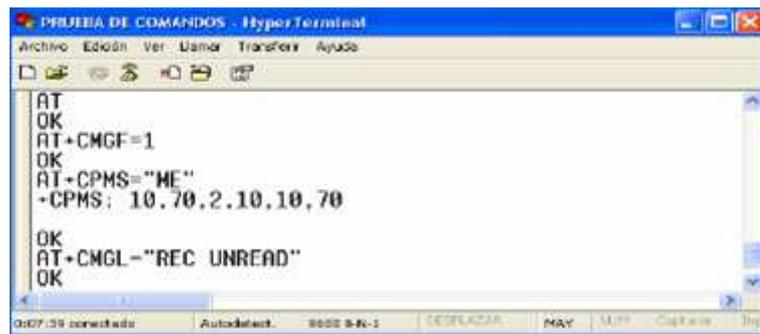
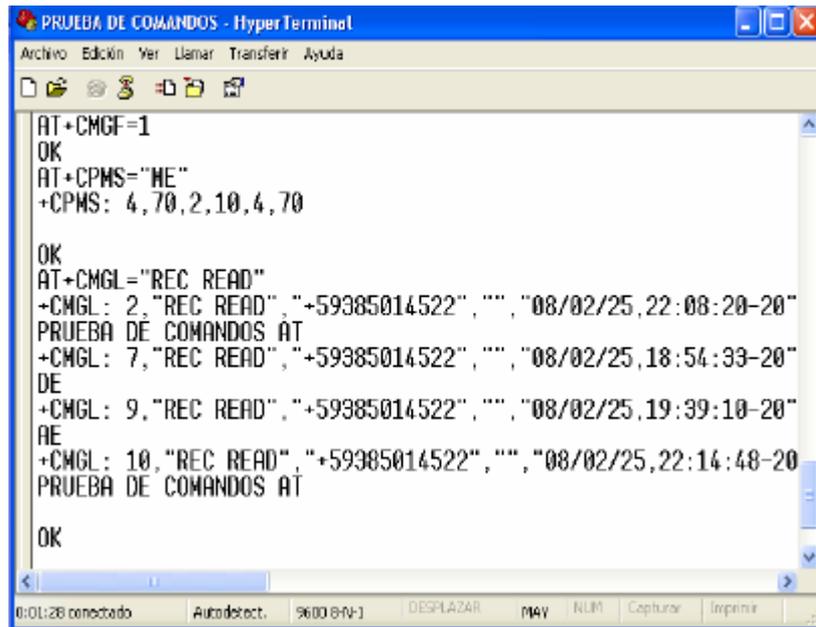


Figura 41. Utilización de comandos para leer mensajes “no leídos”

Para borrar un SMS del teléfono, el sistema primero debe apuntar a la localidad de memoria en la que se encuentra el mensaje, posteriormente indicar la librería en la cual está el mensaje y por último con el comando AT + CMGD eliminar el mensaje.

- El comando AT+CMGD = “LOCALIDAD MEM”, permite eliminar un mensaje de una determinada localidad de memoria en el teléfono. El dominio LOCALIDAD MEM” indica la posición que un mensaje ocupa en la memoria del teléfono. En la Figura 41, se indica el proceso para borrar un mensaje leído de la memoria interna del teléfono. Con los comandos AT + CPMS = “ME”, AT

+ CMGL = "REC READ" y AT + CMGL = 1, Se indica al teléfono que el primer mensaje de la librería Buzón de Mensajes Recibidos, debe ser borrado. Este resultado se muestra en la Figura 42, mediante la solicitud del comando AT + CMGL = "REC READ". Al desplegarse los mensajes leídos se observa que el primer mensaje ha sido eliminado.



```
PRUEBA DE COMANDOS - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
AT+CMGF=1
OK
AT+CPMS="ME"
+CPMS: 4,70,2,10,4,70
OK
AT+CMGL="REC READ"
+CMGL: 2,"REC READ","+59385014522","", "08/02/25,22:08:20-20"
PRUEBA DE COMANDOS AT
+CMGL: 7,"REC READ","+59385014522","", "08/02/25,18:54:33-20"
DE
+CMGL: 9,"REC READ","+59385014522","", "08/02/25,19:39:10-20"
RE
+CMGL: 10,"REC READ","+59385014522","", "08/02/25,22:14:48-20"
PRUEBA DE COMANDOS AT
OK
0:01:28 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR May NUM Capturar Imprimir
```

Figura 42. Lectura de mensaje leído y comando CMGD=1 para borrar el mensaje.

La información devuelta por los comandos de envío y recepción de SMS, muestran datos importantes como: número de teléfono de donde se emitió el mensaje, hora, fecha, localidad de memoria que ocupa el mensaje.

3.4.2.4 Código de resultado y error

Cuando se envía un comando desde el computador hacia el MODEM integrado, la respuesta es terminada por un código de resultado Resol Code.

Este es el mensaje que envía el MODEM interno del teléfono celular hacia el computador. Estos códigos de resultado deben ser usados para confirmar una correcta operación o identificar un problema con algún comando.

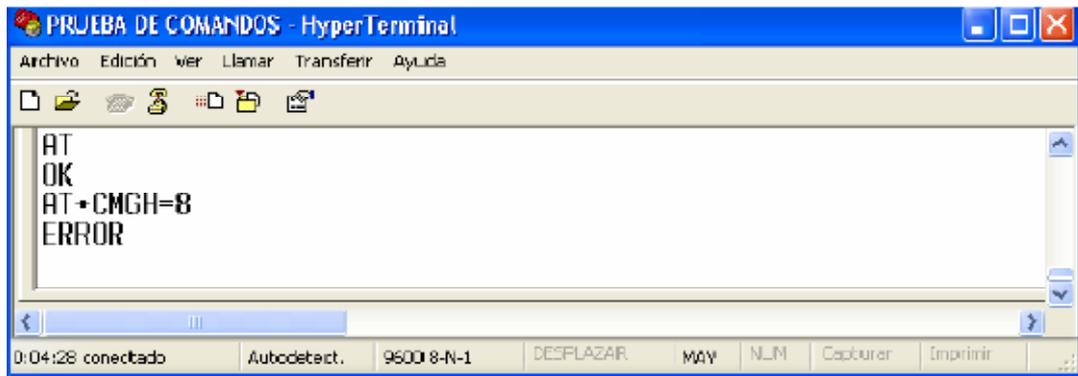


Figura 43. Tipos de códigos de Resultado

Código de Resultado OK para un comando Válido

Código ERROR para un comando inválido

3.5 CONSTRUCCIÓN

La construcción consta del diagrama esquemático general, del sensor de humo y de presencia.

3.5.1 Diagrama Esquemático

En la figura 44 se encuentra el microcontrolador, el circuito para la comunicación con el celular, conector para: el motor, y la sirena

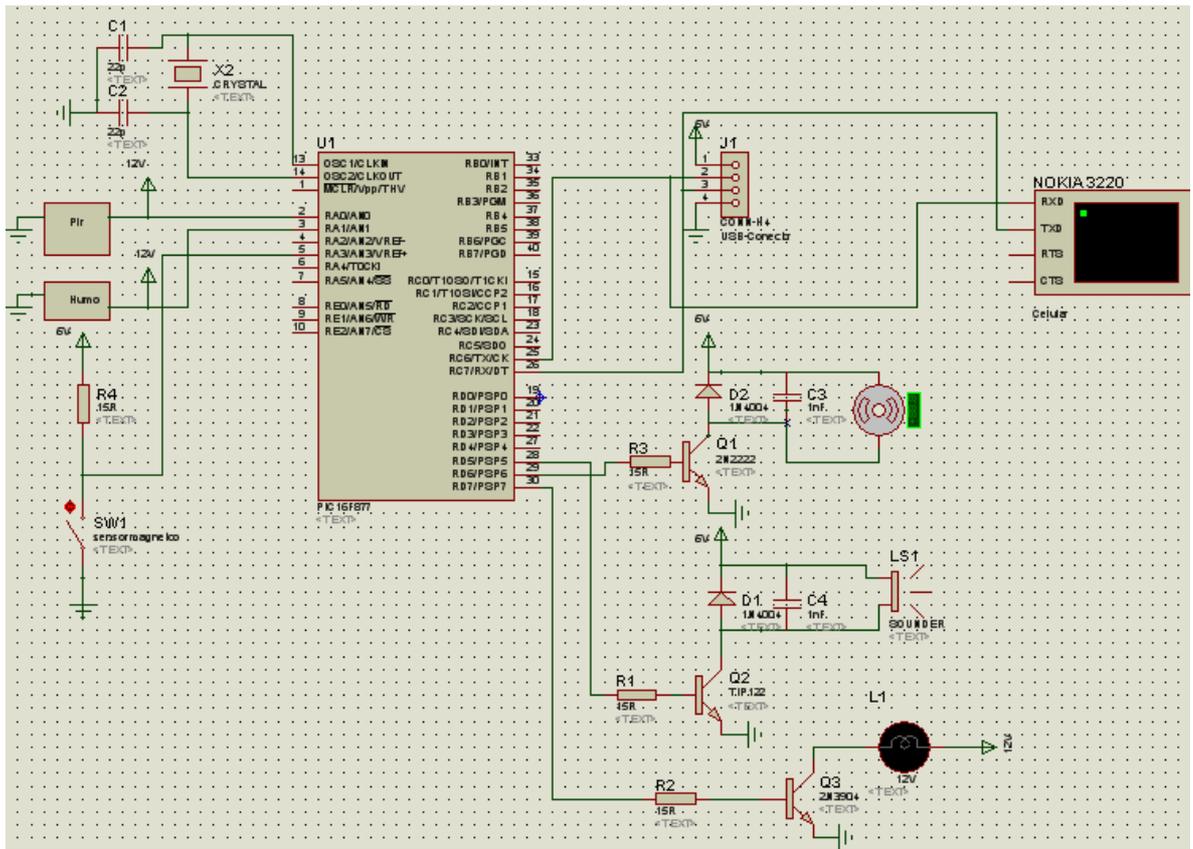


Figura 44. Diagrama Esquema General

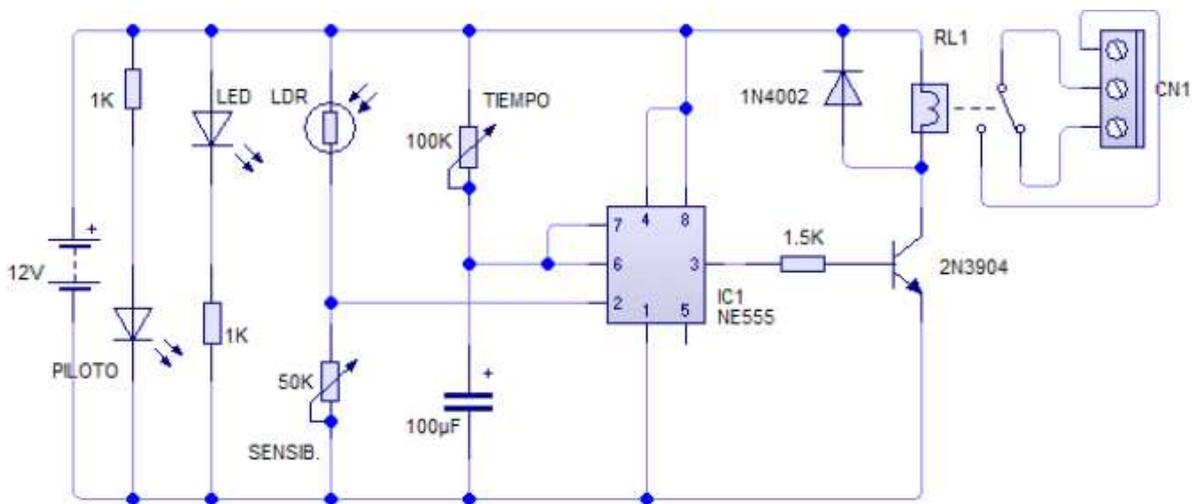


Figura 45. Diagrama Sensor de Humo

Figura 46. Diagrama Detector de Presencia

En la Figura 47, se muestra la placa que constituye el sistema de alarma con todos los elementos de hardware descritos anteriormente. El circuito esquemático fue realizado en Proteus 6 Professional.

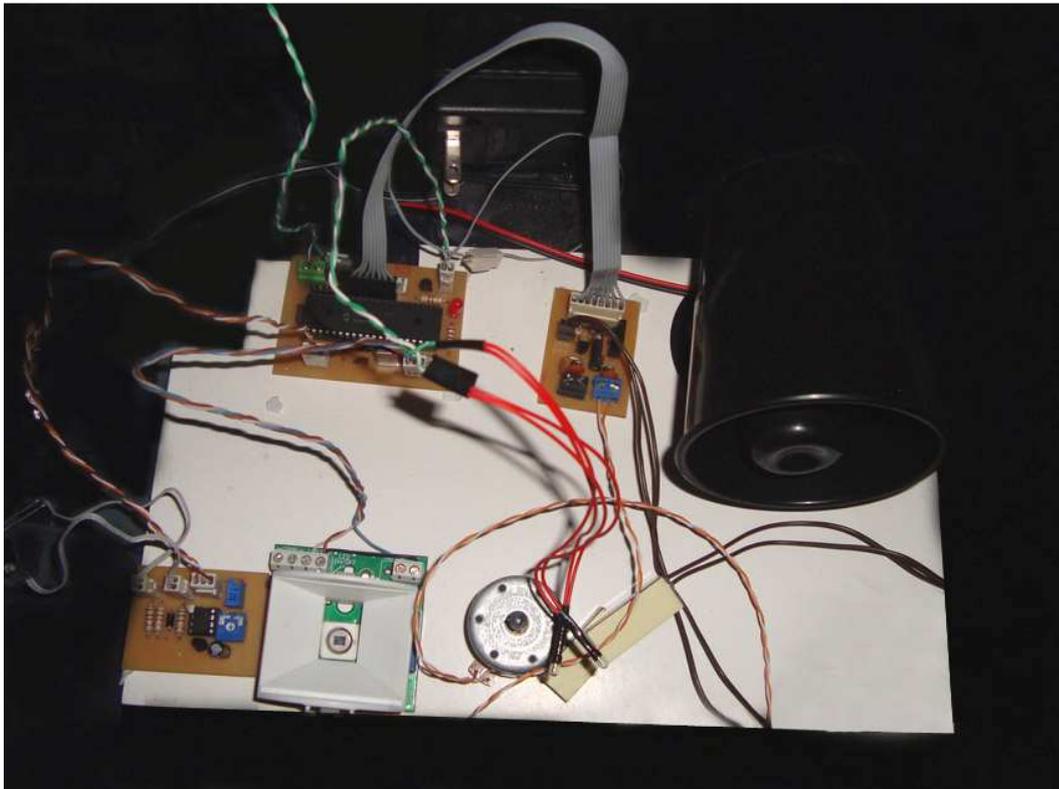


Figura 47. Hardware del sistema de alarma.

3.6 CÓDIGOS QUE EL SISTEMA DE SEGURIDAD INTERPRETÁ PARA SU EJECUCIÓN.

Los códigos aquí listados deberán ser ingresados en el celular de la central de monitoreo, con el objetivo de que el sistema pueda decodificarlos, para ejecutar la acción correspondiente.

Es bueno mencionar en este punto que los comandos deberán ser escritas por el usuario tal como se muestra en el listado, esto quiere decir si el comando contiene letras minúsculas se escribirá con letras minúsculas y si están escritas con letras mayúsculas se deberá escribir con letras mayúsculas. Esto ayudará a que los comandos sean difíciles de ser descubiertos.

También es recomendado que un comando tenga una mezcla de caracteres, esto quiere decir mayúsculas, minúsculas, o caracteres numéricos, etc.

En la Tabla II se muestra una lista de comandos que se ha seleccionado provisionalmente para las diferentes actividades que el sistema realiza en este trabajo.

Comando o Código	Acción a ejecutar	Descripción
*A	Apagar	Me permite apagar la sirena
##	Activar	Permite activar el sistema
**	Desactivar	Permite desactivar el sistema
PP	Abrir	Permite abrir la puerta del garaje
FF	Apagar	Permite apagar los focos del dormitorio

Tabla II. Tabla de Códigos.

CAPÍTULO 4

PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo se describe las características básicas del enlace asincrónico RS232. Se desarrolla el programa para el funcionamiento del microcontrolador PIC 16F877A con ayuda de Pic Basic Pro, además se explica a breves rasgos la operación y funcionamiento de este software.

4.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS PARA LA COMUNICACIÓN RS-232

La interfaz entre el PIC y el celular es una comunicación asincrónica RS-232 cada equipo trabaja con distinta velocidad de transmisión y diferente tecnología para ello se utilizo el cable DKU-5.

La interfaz RS-232 es el estándar más usado en las comunicaciones seriales, enlaza dos dispositivos conectando la línea transmisora de un equipo con la línea receptora del otro.

Ambos terminales pueden conversar simultáneamente (full duplex), además, puede haber líneas de protocolo destinadas a controlar las comunicaciones, pero su implementación varía ampliamente y no se utiliza en muchos casos.

El enlace RS-232 envía señales de tensión por las líneas, con referencia a tierra, dispone de un alcance máximo de 15 metros entre equipos y un amplio rango de velocidades de transmisión de datos. RS-232 permite agregar o borrar bits al tren de datos seriales, los bits que se emplean son de inicio, parada y paridad, además son controladas independientemente la transmisión, recepción, estados de línea, configuración de datos e interrupciones.

Las características de la interfaz serie son totalmente programables y emplea los siguientes parámetros:

- 6, 7 u 8 bits por carácter.
- Detección de paridad par, impar o no paridad.
- Generación de 1, 1.5 o 2 bits de parada.
- Generación de velocidad alta de transmisión.

4.2.1 COMPATIBILIDAD

Cuando se intenta comunicar dos dispositivos usando la interfaz RS-232, se deben cuidar 4 aspectos de compatibilidad entre los sistemas:

1. La designación funcional de los dispositivos (DTE o DCE).
2. La velocidad de la transferencia de los datos (bit por segundo o baudios).
3. El formato de los datos, es decir, bits de inicio, paridad, y parada.
4. Las líneas de control que usan ambos dispositivos.

4.2.2 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

Uno de los parámetros más importantes que se deben establecer correctamente entre los dos dispositivos que se comunican a través de una interfaz es la velocidad de

transferencia de los datos. Las velocidades estándar empleadas en comunicaciones de datos se muestra a en la tabla 4.1.

Velocidades estándar (bps)		
1200	4800	38400
1800	7200	57600
2600	9600	115200
3400	19200	230400

Tabla III. Velocidades de transferencia de datos

4.2.3 TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA INTERFAZ SERIAL

En RS232 cada carácter que es transmitido a través de la interfaz está referido en el tiempo al bit de inicio, luego los tiempos internos de ambos dispositivos tienen solamente que permanecer en sincronismo para los 10 o más bits del carácter transferido, posteriormente los relojes vuelvan a sincronizarse al comienzo del próximo string que es enviado.

Solamente si el dispositivo que transmite los datos y el que los recibe han sido configurados en forma similar, los datos serán interpretados adecuadamente por el dispositivo receptor.

Un flujo de datos para la transferencia de un byte se muestra en la Figura 48, este flujo de datos es la representación ASCII de un carácter junto con un número predefinido de bits de inicio, parada y de paridad.

Además se observa un byte que tiene un bit de inicio, 7 bits para el carácter y un bit de paridad seguido por un bit de parada. El bit de inicio es un cero lógico (0L) y el bit de término es un uno lógico (1L), esto siempre se efectúa para garantizar que ocurra un cambio de tensión al comienzo del bit de inicio con lo cual se puede referenciar el tiempo de los dos dispositivos.

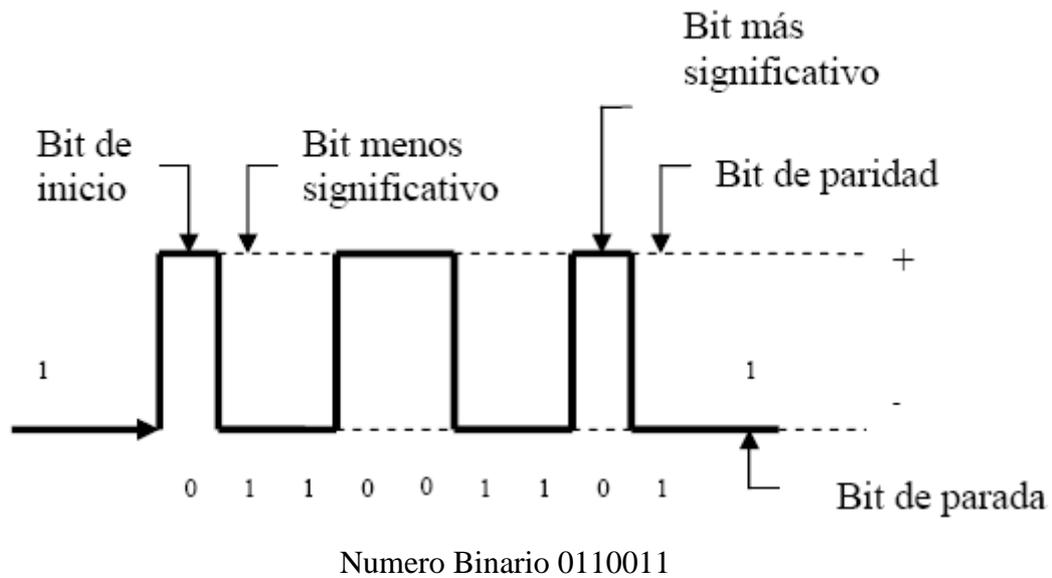


Figura 48. Flujo de datos de un formato serie

Se aprecia de la figura anterior que los niveles de las señales en la interfaz RS-232 son de lógica negativa por lo tanto se debe tener cuidado en el hardware que se conecte a la salida de ella. La única norma de datos utilizado en aplicaciones computacionales es el código ASCII (American Estándar Code for Information Interchange), este es un código de 7 bits que puede representar hasta 128 caracteres separadamente, existen 96 caracteres imprimibles y 32 caracteres de control.

Aunque se utilizan 7 bits para representar un carácter ASCII, se usan comúnmente 8 bits, el octavo bit es designado como un bit de paridad y se utiliza para chequear los errores que pudieran producirse entre la creación de un string y su lectura, siempre se pone a (1L) o (0L) de modo que el número total de bits 1L es siempre par o impar. Si por ejemplo, se selecciona paridad par y se detecta un número impar de bits 1L en el byte del carácter transmitido, este byte debe contener un error.

La adición del bit de paridad al byte de datos es un mecanismo simple para aumentar la confiabilidad de los datos transferidos. Este bit es generado por el controlador asincrónico y es chequeado por el receptor, el cual debería ser configurado para un formato de datos similar al del transmisor. El chequeo de la paridad no es parte de la norma RS-232 y debe ser parte del software que se utilice en la comunicación. Las posibilidades de paridad en la transferencia de datos es la siguiente:

- Ninguna.- No se incluye paridad en el byte transferido.
- Par.- Se agrega un bit al byte total de modo que el carácter completo incluyendo los bits de partida término, información y de paridad tenga un número par de bits.
- Impar.- El string completo tiene un número impar de bits.
- Uno.- Se agrega siempre un bit 1 lógico a todos los caracteres transferidos.
- Cero.- Se agrega un 0 lógico a todos los caracteres transferidos.

4.3 PICBASIC PRO PARA MICROCONTROLADORES PIC.

El compilador PicBasic Pro (PBP) es un lenguaje de programación que permite realizar rápidamente programas en micro controladores PIC. El lenguaje Basic es más fácil de leer y escribir que el lenguaje ensamblador, además como es un compilador real los programas se ejecutan mucho más rápido.

El PBP permite programar una variedad de micro controladores de diferente número de pines y que disponen de convertidores A/D, temporizadores y puertos seriales.

El PIC 16F877A de 40 pines que se utiliza en el proyecto usa tecnología flash (EEPROM) que permite un borrado rápido y reprogramación para acelerar la depuración de programas.

Además disponen de memoria de datos no volátil que puede ser usada para archivar variables y otros parámetros.

4.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PANTALLA PRINCIPAL DE PBP

La pantalla principal de PICBasic se asemeja a la aplicación de Windows en la que se tiene dos barras. La primera es la barra de herramientas, se encuentra en la parte superior, contiene opciones para guardar archivos, copiar, borrar, elegir el tipo de PIC que se va a utilizar y el puerto de comunicación por el que se descarga el programa.

Luego tenemos la barra de estado localizada en la parte inferior, muestra el número de líneas que contiene el programa y los errores que existen cuando se realiza la compilación.

4.3.2 CREACIÓN DE UN PROGRAMA.

Para realizar un programa en PBP primero se crea el archivo fuente, cuyo nombre termina con la extensión “.bas”, luego se escribe el programa utilizando el editor de texto con la cantidad de líneas necesarias que cumplan con las funciones requeridas.

Al finalizar el programa que se ha escrito, hay que guardarlo utilizando el icono  de la barra de herramientas de PBP para obtener el archivo “.bas”, posteriormente se selecciona el tipo de microcontrolador donde se descarga el programa, para compilar se utiliza la opción  en la barra de herramientas, el compilador despliega un mensaje de inicialización y procesa el archivo, al aceptar esta acción se crea un archivo de código fuente ensamblado con extensión “.asm” y automáticamente invocará al ensamblador para completar la tarea.

Si todo se encuentra bien, se crea un archivo de código con extensión “.hex “, caso contrario se emite un listado de los errores en la barra de estado, que deben ser corregidos en su archivo fuente antes de ser compilados nuevamente.

4.3.3 FRECUENCIA DE TRABAJO

PBP genera programas sobre la base de un PIC con un cristal de 4 Mhz. Todas las instrucciones asumen un tiempo de 1 microsegundo para sus retardos y los comandos para transmisión serial disponen de baud rate exactos.

Para utilizar otro oscilador los valores aceptables se muestran en la tabla II.

Osciladores (MHz)
3.58
4
8
10
12
16
20

Tabla IV. Tipos de Osciladores

El programa desarrollado para la comunicación con el equipo celular trabaja a velocidades altas de transmisión, por lo que se emplea un cristal de 20 Mhz. Para utilizar este oscilador se debe indicarle al PBP que cambie los parámetros que no son los encontrados por defecto.

4.3.3 VARIABLES

Una variable es donde se guardan datos en forma temporal en un programa PBP, son creadas usando la palabra clave VAR, las variables pueden ser bits, bytes ó word, el espacio para cada variable es automáticamente destinado en la memoria del micro controlador por PBP.

El formato para crear una variable se escribe con la estructura compuesta por “Etiqueta VAR tamaño (modificadores)”

La etiqueta es cualquier identificador que emplea palabras, el tamaño puede ser un bit, byte o word, los modificadores agregan control adicional acerca de cómo se crea la variable El número de variables disponibles depende de la cantidad de RAM en el microcontrolador, además del tamaño de las variables y los arrays. PBP reserva aproximadamente 24 ubicaciones RAM para su propio uso.

Las variables son asignadas secuencialmente en memoria y en un orden particular, primero arrays de word, seguidos por arrays de byte y finalmente arrays de bits. Luego se posicionan words, bytes y finalmente los bits individuales, este orden brinda el mejor aprovechamiento de la memoria disponible

4.3.4 INSTRUCCIONES PARA LA TRANSMISIÓN SERIAL

El programa que se desarrolla en esta aplicación tiene como base la comunicación serial asincrónica y para este propósito el programa PBP es de mucha ayuda, ya que se puede emplear una sola instrucción para ejecutar la comunicación serial con un dispositivo, además la salida o entrada de datos se efectúa por el pin que se especifique y no es necesario utilizar driver RS-232 debido a que PBP puede invertir la señal de los bits.

Para la comunicación con el celular se utilizaron los siguientes comandos:

- **HSEROUT**

Con HSEROUT se envía uno o más ítems al puerto serial de hardware en dispositivos que soportan comunicación serial asincrónica. La instrucción es la siguiente:

HSEROUT [ítem(, ítem)]

Al trabajar con HSEROUT se tiene que definir en la parte inicial del programa la velocidad de transferencia, setear el registro de transmisión y habilitar el puerto de comunicación serial asincrónico.

- **HSERIN**

Recibe uno ó más Ítems de un port serial (de hardware) en dispositivos que soportan comunicaciones seriales asincrónicas por hardware.

HSERIN es una de varias funciones seriales asincrónicas pre-construídas. Sólo puede ser usada en dispositivos que posean hardware USART .Vea la hoja de datos del dispositivo para información de los pin seriales de entrada y otros .Los parámetros seriales y el baud-rate son especificados usando DEFINE:

Colocar el registro receptor en receptor habilitado

```
DEFINE HSER_RCSTA 90h
```

Coloque el registro de transmisión en transmisión habilitada

```
DEFINE HSER_TSTA 20h
```

Colocar baud rate

```
DEFINE HSER_BAUD 9600
```

HSERIN asume un oscilador de 4 MHz cuando calcula el baud rate .Para mantener una relación de baud rate apropiada con otros valores de oscilador, use DEFINE para especificar el nuevo valor OSC

4.4 DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA EL PIC16F877A

El programa en el microcontrolador PIC debe realizar las siguientes tareas, para cumplir con los objetivos planteados:

1. El microcontrolador debe establecer un enlace con el celular receptor por medio del pórtico serial.
2. Una vez establecida la comunicación entre los dos dispositivos se debe programar el microcontrolador para que transmita los caracteres que forman los comandos AT.

4.4.1 PROGRAMA PRINCIPAL

El programa principal del microcontrolador empieza con una definición de registros y variables, asignación de pines de entrada / salida y configuración de registros de comunicación serial asincrónica.

Entre las subrutinas que se emplean en el programa se encuentran: la configuración del modem celular para trabajar en modo de mensajes de texto SMS, lectura de mensajes de texto que contiene el comando para inicio de transmisión, adquisición de datos, procesamiento de la información y env o de la trama de datos como mensaje SMS, en la Figura 49 se muestra el diagrama de flujo del programa principal.

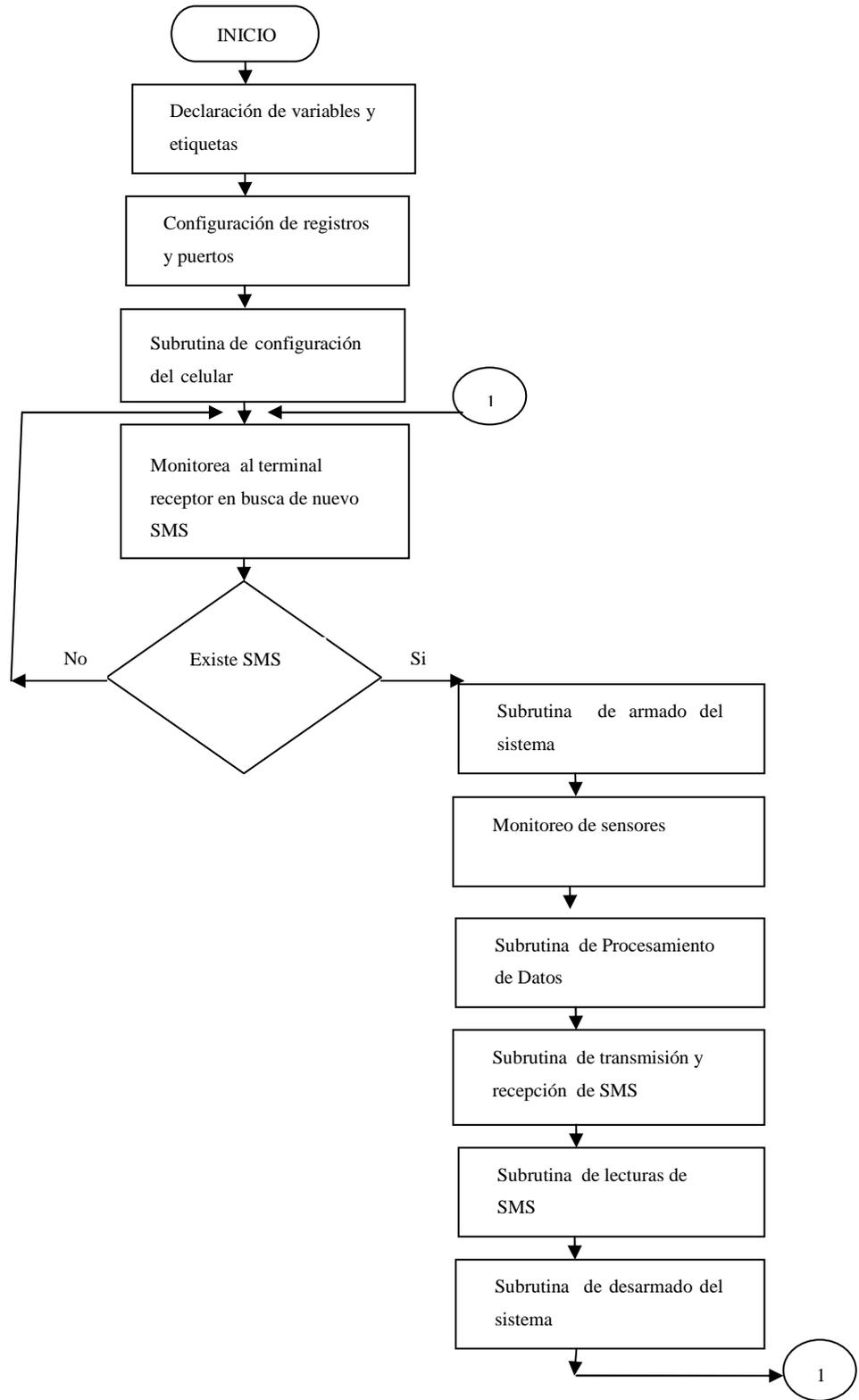


Figura 49. Diagrama de flujo del programa principal

4.4.2 SUBROUTINAS UTILIZADAS EN EL PROGRAMA

En las páginas siguientes se describe las subrutinas empleadas en el desarrollo del programa

4.4.2.1 Configuración del equipo celular

El micro PIC emplea los pines RC6 y RC7 del puerto serial asincrónico y las instrucciones HSEROUT y HSERIN para comunicarse con el equipo celular a una velocidad de 9600 bps. Los parámetros seriales y el baud rate se especifican usando la instrucción DEFINE

Para colocar el registro de transmisión habilitado se utiliza la instrucción

```
DEFINE HSER_TXSTA 20h
```

El baud rate se identifica con la instrucción

```
DEFINE HSER_BAUD 9600
```

Para colocar el registro de recepción habilitado se emplea la instrucción

```
DEFINE HSER_RCSTA 90h
```

Esta línea DEFINE OSC 20 indica que se está utilizando el oscilador de 20 MHz

El PIC para efectuar la interfaz con el equipo celular primero habilita los pines de transmisión y recepción serial, luego envía los comandos de inicio de protocolo, operación con mensajes SMS y funcionamiento en modo de texto, en la Figura 50 se observa el diagrama de flujo de esta subrutina.

El equipo GSM responde a cada comando con un reconocimiento, si el comando es correcto envía la palabra OK.

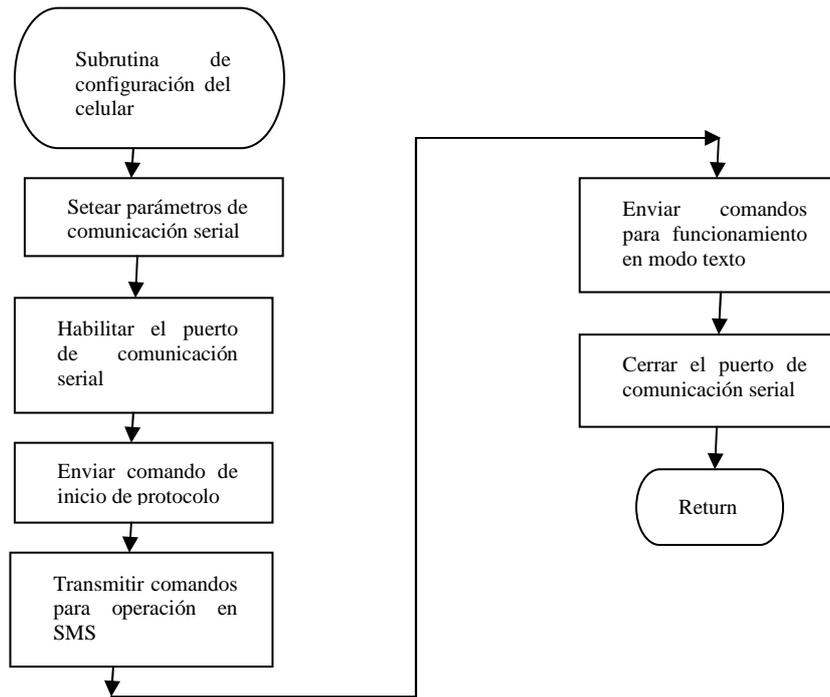


Figura 50. Diagrama de flujo de la subrutina de configuración del equipo celular

4.4.2.2 Armado y desarmado del sistema

Esta subrutina se produce cuando el usuario envía a la central un mensaje.

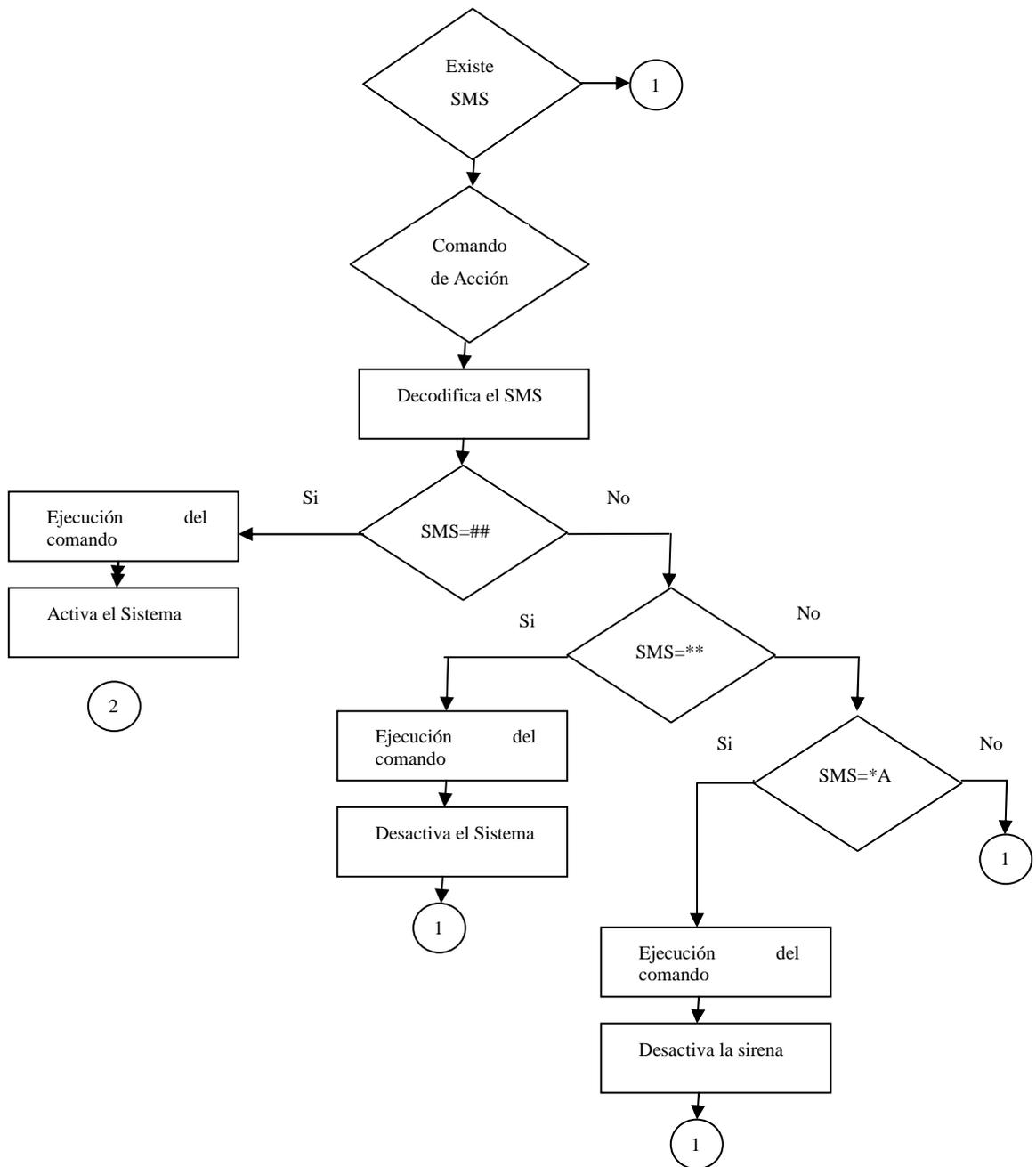


Figura 51. Diagrama de flujo de la subrutina de Armado y Desarmado del sistema

4.4.2.2 Monitoreo de sensores

Es el proceso en donde se obtienen los datos de los sensores. A continuación se explica cada una de las subrutinas.

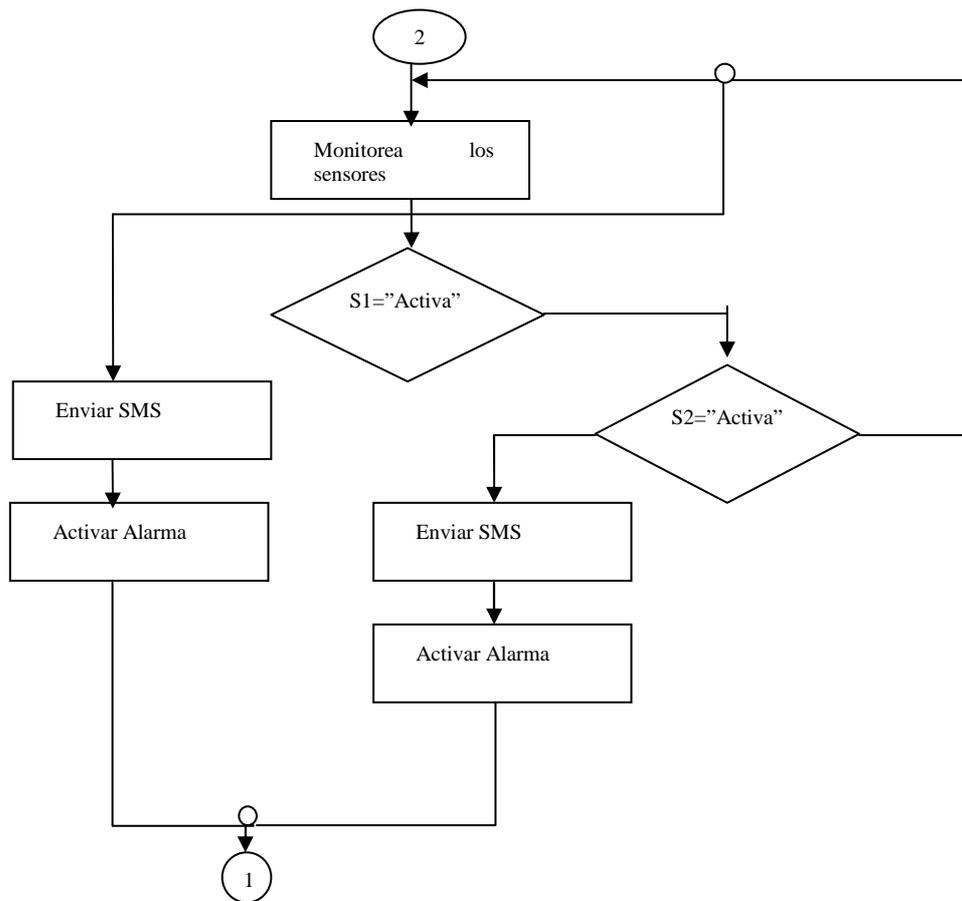


Figura 52. Diagrama de flujo de la subrutina de monitoreo de sensores

4.4.2.2.1 Subrutina del sensor de presencia y detector de humo

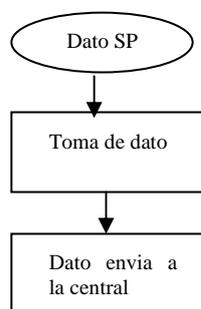


Figura 53. Diagrama de flujo de la subrutina de los sensores

La lectura del sensor de presencia se realiza por medio del pin 19 y 20 del puerto D del microcontrolador. Luego este dato es enviado a la central por medio de los comandos AT.

4.4.2.3 Procesamiento de la información

El microcontrolador una vez que obtiene y almacena la información pasa a una etapa de procesamiento donde lee las variables adquiridas y coloca los segmentos de información en un paquete, cada segmento lleva su propio encabezado que permite su identificación.

El paquete contiene un preámbulo donde se encuentra la identificación del móvil del que procede y el número de mensaje.

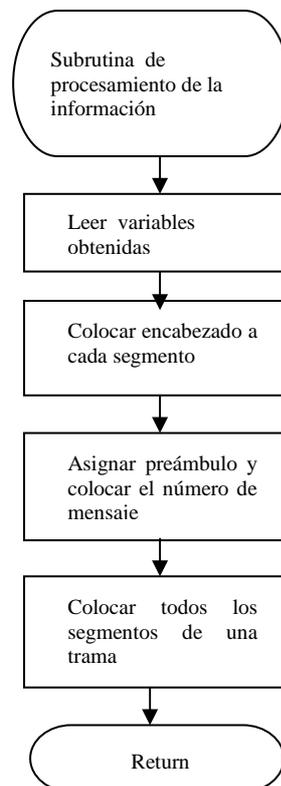


Figura 54. Diagrama de flujo de la subrutina de procesamiento de datos

4.4.2.4 Envío y recepción de trama de datos como mensaje SMS.

Esta subrutina se efectúa cada vez que se produce un evento en la adquisición de datos de los sensores, el primer paso del microcontrolador es leer las tramas que se

procesaron, después abrir el puerto de comunicaciones, enviar el comando con el paquete de tramas al número telefónico que fue asignado para que llegue el mensaje. Luego se encarga de recibir los mensajes enviados por el usuario a la central y ejecutar cada una de las acciones. En la Figura 55 se muestra el diagrama de flujo de esta subrutina.

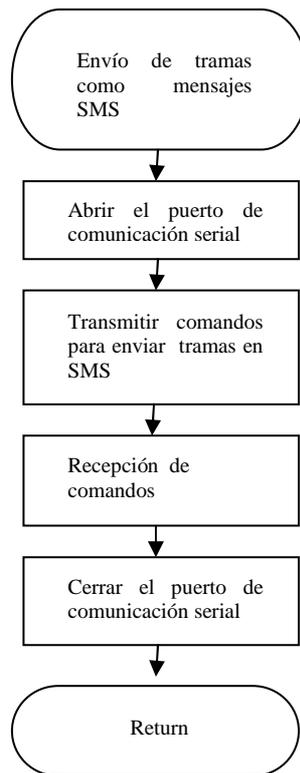


Figura 55. Diagrama de flujo de la subrutina de envío y recepción de SMS

4.4.2.5 Lectura de mensajes de texto

Esta subrutina lee los mensajes de texto que llegan a la central provenientes del usuario autorizado. Empleando la interrupción por recepción serial el PIC conoce el momento en que llega un mensaje y procede a leerlo enviando el comando respectivo hacia el modem GSM.

Cuando el microcontrolador lee el mensaje SMS primero identifica el terminal de procedencia, si el número corresponde al de la estación central continua con la lectura

del contenido del mensaje, por el contrario si el número es desconocido el mensaje es descartado. El contenido del mensaje corresponde a comandos para inicio o finalización de transmisión que son asignados a una variable, luego de esto finaliza la subrutina.

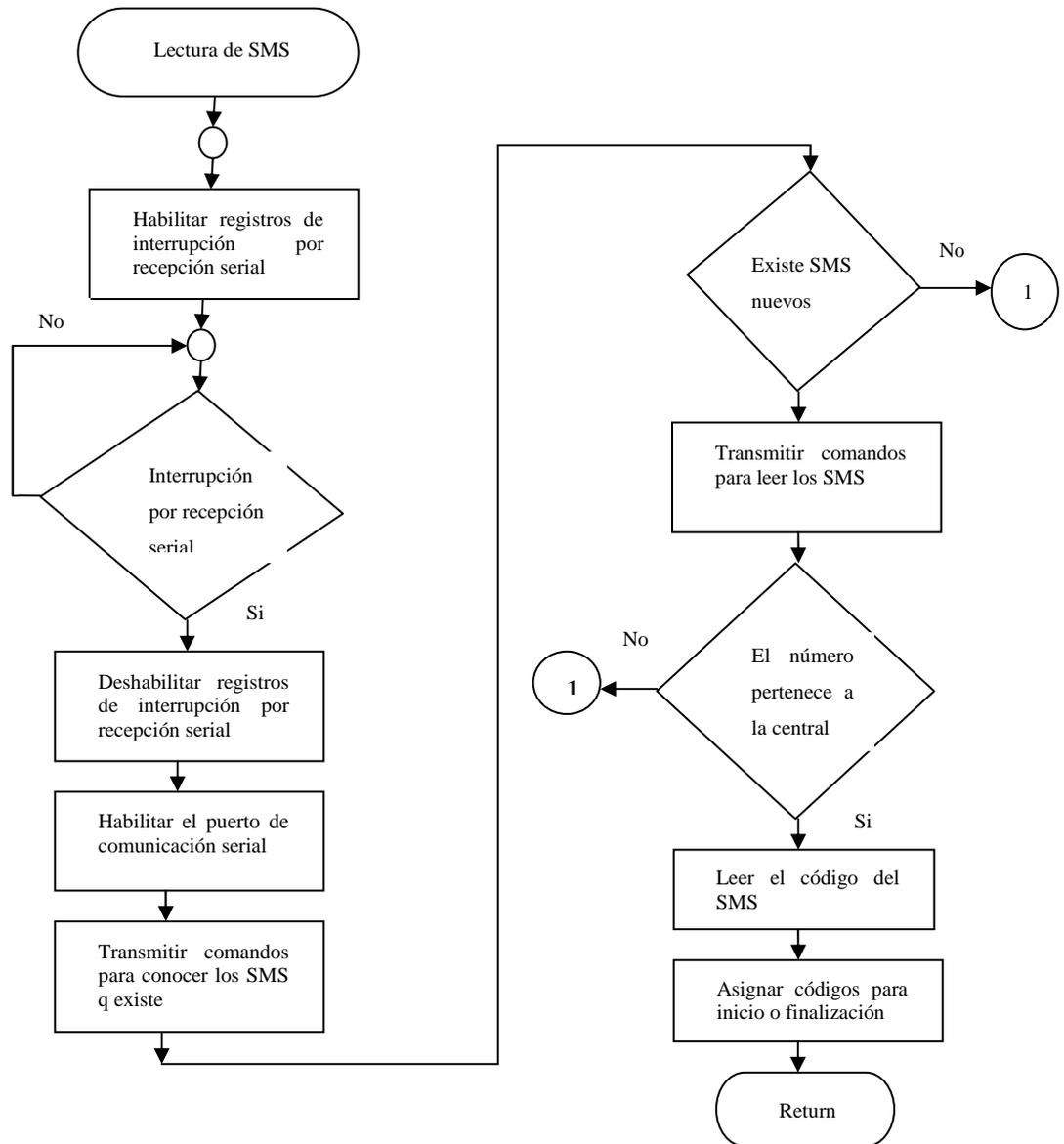


Figura 56. Diagrama de flujo de la subrutina de lectura de mensajes

Una vez realizada la descripción del software como del hardware del sistema se procede a realizar las pruebas de funcionamiento del sistema de alarma, las cuales se describen en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE ALARMA

En este capítulo se presenta las pruebas que se diseñaron para comprobar el funcionamiento del sistema desarrollado, y también se presentan los resultados obtenidos.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS

A continuación se detalla las pruebas que se realizó para comprobar el correcto funcionamiento del sistema. Para ello las pruebas se dividieron de la siguiente manera:

- La primera tuvo como objetivo comprobar la ejecución correcta del programa desarrollado para el PIC, utilizando el simulador del programa Proteus (ISIS 7 professional).
- La segunda se realizó para comprobar si el celular responde a los comandos AT, para ello se utilizó el Hyper Terminal.

Una vez que se ha probado todo el hardware y software por etapas se procede a la prueba final que seria el funcionamiento y envio de SMS.

Para estas pruebas finales se instaló el sistema en una maqueta el cual permaneció durante unos días y se ejecutó las diferentes operaciones del sistema, teniendo como resultado un buen funcionamiento.

5.2 PRUEBAS DEL SOFTWARE EN EL SIMULADOR PROTEUS ISIS 7

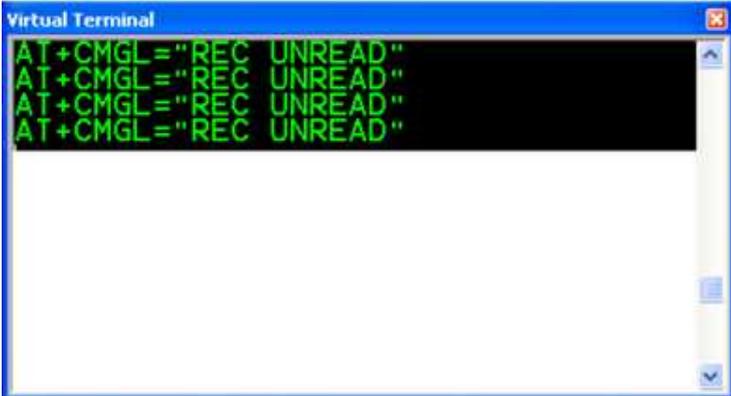
Por ser el software la base de todo el proceso, esta primera etapa de pruebas es la que demandó más detalle en su realización.

Debido a que el proceso de funcionamiento del sistema de control tiene muchas acciones repetitivas, el programa desarrollado para el PIC consta de una rutina principal y sus respectivas subrutinas.

Para verificar el software se dividió en:

5.2.1 Monitoreo de nuevo mensaje

Con esta prueba se puede verificar que siempre que no exista un nuevo mensaje el sistema transmitirá el mismo comando, como se puede ver en la Figura 57. Al terminar esta prueba se puede asegurar que la subrutina que está monitoreando el arribo de un nuevo mensaje está funcionando como se esperaba.

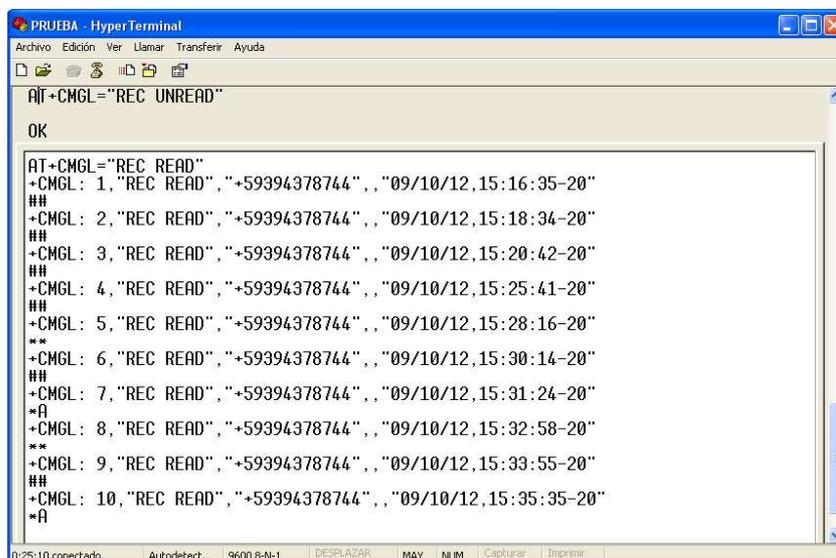


```
Virtual Terminal
AT+CMGL="REC UNREAD"
AT+CMGL="REC UNREAD"
AT+CMGL="REC UNREAD"
AT+CMGL="REC UNREAD"
```

Figura 57. Comando para monitorear un nuevo mensaje.

5.3 CONTROL DEL CELULAR CON LOS COMANDOS AT USANDO EL HYPER TERMINAL

Para comprobar que el celular efectivamente responde a los comandos mencionados en pruebas de software, desde el HyperTerminal se envió todos estos comandos, notando que efectivamente el celular ejecuta las operaciones deseadas. En la Figura 58 se puede ver que cuando no existe un mensaje nuevo en la bandeja de entrada y sin leer, el celular responde con OK, y cuando le llega un nuevo mensaje, este es descargado.



```
PRUEBA - HyperTerminal
Archivo  Edición  Ver  Llamar  Transferir  Ayuda
AT+CMGL="REC UNREAD"
OK
AT+CMGL="REC READ"
+CMGL: 1,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:16:35-20"
##
+CMGL: 2,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:18:34-20"
##
+CMGL: 3,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:20:42-20"
##
+CMGL: 4,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:25:41-20"
##
+CMGL: 5,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:28:16-20"
**
+CMGL: 6,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:30:14-20"
##
+CMGL: 7,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:31:24-20"
*A
+CMGL: 8,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:32:58-20"
**
+CMGL: 9,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:33:55-20"
##
+CMGL: 10,"REC READ", "+59394378744", , "09/10/12,15:35:35-20"
*A
0:25:10 conectado  Autodetect.  9600 8-N-1  DESPLAZAR  MAY  NUM  Capturar  Imprimir
```

Figura 58. Petición de un nuevo mensaje

5.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Luego de comprobar el funcionamiento del hardware y software se carga el software al sistema para realizar pruebas de todo el sistema. Con esto se pretende comprobar si el sistema ejecuta los procesos para los cuales esta diseñado como son:

- Armar el sistema
- Adquisición de Datos
- Envío de mensajes
- Recepción de mensajes

- Desarmar el sistema

1. La primera prueba consistió en armar el sistema, para poder ejecutar esta opción se espero un minuto y medio hasta que los sensores se adapten a las condiciones propias de operación del ambiente donde fue instalado. Una vez adaptado, el usuario procede a enviar un código mediante SMS cuando es leído por el microcontrolador el parpadeo de un led indica que el sistema empezó a funcionar como se puede apreciar en la Figura 59.

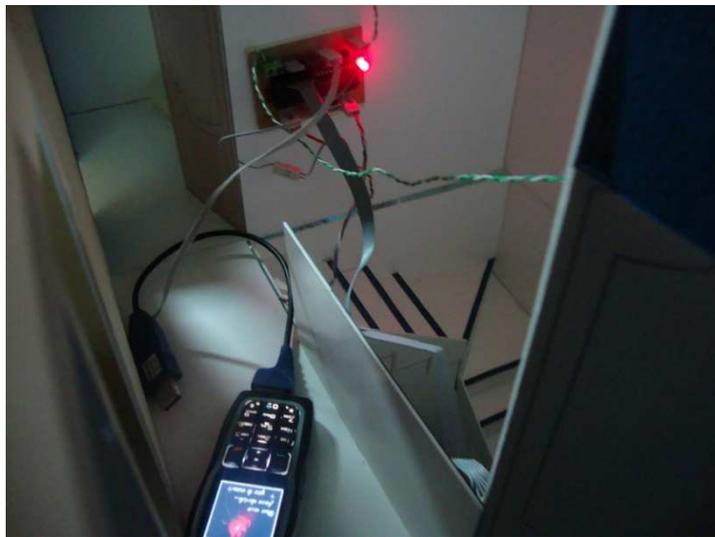


Figura 59. Sistema de alarma activo

Si el sensor de presencia detecta movimiento se enciende el led ver Figura 60, activa la sirena y la central envía un mensaje a los usuarios ver Figura 61. Esto se produce en un tiempo de 1 segundo.



Figura 60. Sensor de Presencia



Figura 61. SMS Sensor de presencia activo

En el caso que el sensor detecte humo en la cocina ver Figura 62 la sirena se activa y envía el mensaje a los usuarios de lo que esta suscitando en ese momento en el domicilio en un tiempo de 1 segundo como se muestra en la Figura 63.



Figura 62. Sensor de incendio



Figura 63. SMS Sensor de incendio activo

En la puerta del garaje se encuentran ubicado un sensor magnético como se muestra en la Figura 64.

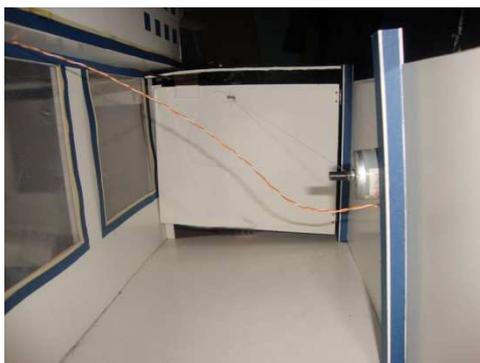


Figura 64. Sensor magnético y motor

En el momento que se abre se encienden las luces del dormitorio ver Figura 65 y el celular que actúa como central envía un mensaje a los usuarios notificando que las luces del dormitorio se encuentran encendidas ver Figura 66.

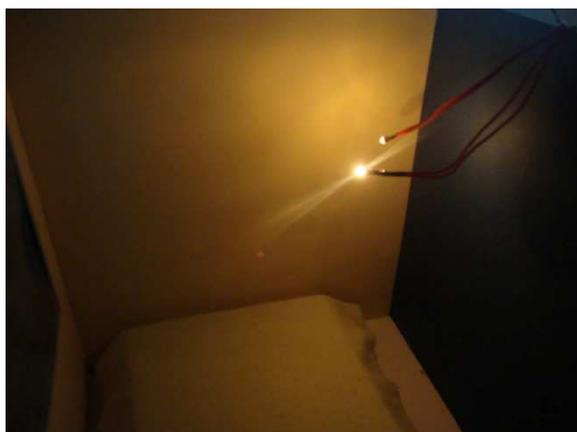


Figura 65. Luces Encendidas



Figura 5.12 SMS de Iluminación Encendida

Estos datos que son enviados por los sensores al microcontrolador por medio de los pines 19, 20 y 30 respectivamente son transmitidos al celular que utiliza un modem UART. Para la comunicación se utilizó los comandos AT y el tiempo en transmitir es de 1 segundo.

Solo los usuarios tienen la posibilidad de apagar la sirena y las luces, enviando un código a la central ver Figura 67 que luego será leído por el microcontrolador y una vez

que se apaga envía un SMS de que fue ejecutada la acción esto se produce en un tiempo de 2 segundos ver Figura 68.



Figura 67. Código de apagar sirena



Figura 68. SMS de sistema apagado

Otra prueba muy importante es detallada a continuación, cuando se envía uno de los códigos desde otro teléfono que no ha sido configurado, como respuesta a este evento el sistema no lee dicho mensaje y se sigue ejecutando la misma acción.

Además si el usuario desea desarmar el sistema envía un código ver Figura 69 y automáticamente deja de funcionar.



Figura 69. Código de apagar sistema

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en las pruebas se puede comprobar que el sistema funciona en tiempo real ya que el intervalo en el envío y recepción de los mensajes esta en función del tiempo esperado.

El sistema de detección de humo que se implementó puede ser insuficiente ya que no se tiene en cuenta la posibilidad de que la LDR deje de funcionar.

El sensor PIR 325 no hace distinción de objetos que generan radiación infrarroja por lo tanto se puede activar con la presencia de animales.

La mayor parte de funciones accesibles mediante el teclado del celular, también se las puede tener vía hiperterminal con ayuda de los comandos AT vía RS232.

Al trabajar con comandos AT se logró la comunicación entre el sistema microprocesado y el teléfono celular.

Al utilizar la nube de comunicación GSM se obtiene un rango de alcance bastante aceptable, lo cual depende de la operadora con la que se esté trabajando; en este caso PORTA.

El uso de celulares en el sistema implementado presenta fallas como: pérdidas de señal, zonas muertas y problemas de baterías, lo cual disminuye la robustez y confiabilidad.

Se determina que la utilización de mensajería SMS resulta eficiente para aplicaciones que no trabajen con cantidades de datos grandes o para aplicaciones de control al llevar un comando en un mensaje de texto.

La implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos son enviados.

Con el software PicBasic PRO para programación del micro PIC 16F877A es factible optimizar las subrutinas de comunicación serial que se emplea en el control de los dispositivos.

La comunicación entre el microcontrolador y el modem del celular funciona solo a una velocidad de transmisión de 9600bps.

RECOMENDACIONES

Eliminar los mensajes del buzón de entrada del celular que actúa como central para que exista una mejor comunicación.

Los comandos AT tienen una lista extensa de comandos, que no solo sirven para trabajar con mensajería corta, sino también para un gran número aplicaciones como por ejemplo: realización de llamadas, interacción con protocolos IP, procesamiento de imágenes mediante MMS etc., por tanto se recomienda implementar proyectos que aprovechen algunas de las aplicaciones mencionadas anteriormente.

Para ensayar los comandos AT en el computador, se recomienda instalar previamente el controlador que viene con el celular.

Seleccionar un teléfono celular que permita la utilización de un puerto de comunicación a través de comandos AT.

Definir los pines de transmisión, recepción y GND del celular para poder interactuar con el puerto de comunicación.

RESUMEN

Se diseñó e implementó un sistema de seguridad doméstico utilizando Comandos AT cuya finalidad es permitir al usuario, sin importar donde se encuentre, darse cuenta inmediatamente de las irrupciones en su hogar.

El sistema esta basado en servicios de mensajería celular para la transmisión se utilizó red celular GSM. Mide 25cm largo, 18 cm ancho, 8cm alto. Consta de PIC 16F877A programado con PBP y Comandos AT, un celular Nokia 3220b, El protocolo de comunicación utilizado es RS232. Los sensores de presencia, magnético, humo y el motor están conectados directamente al PIC.

Al 1min y 30seg de encender el sistema el usuario puede enviar o receptor mensajes, con el código de activación que se envía al celular, los sensores constantemente serán monitoreados. Cuando existe presencia o humo se activa la sirena que tiene un alcance de 100m y envía el mensaje de texto al usuario; si el sensor magnético se activa al abrir la puerta de ingreso, se enciende la luz del dormitorio y avisa con un mensaje de texto corto. Se puede abrir y cerrar la puerta del garaje con el mensaje celular en 10 segundos. La sirena, los focos y el sistema completo pueden ser apagados solo por la persona autorizada con un mensaje de código de desactivación esto sucede en 5 segundos.

Con los resultados obtenidos se comprueba que la potencialidad del sistema es bueno así como la sencillez en su manejo y bajo costo.

SUMMARY

A Home Security System was designed and implemented using Commands At to permit the user, no matter where he/ she is, to immediately become aware of his home breaking in.

The System is based on cell message service. For the transmission, the cell network GSM was used. It measures 20 cm long, 18 cm wide and 8 high. It consist of a PIC 16F877A programmed with PBP and Commands AT and a cell Nokia 3220b. The used communication protocol is RS232. The presence, magnetic and smoke sensors as well as the motor are directly connected to the PIC.

The user can send or receive messages at 1 m and 30 sec after starting the System. With the activation code sent to the cell, the sensors constantly will be monitored. When there is the presence or smoke the alarm goes off upon opening the entrance door; the dormitory light goes on and tells with a short message. The garage door can be opened or closed with the cell message in 10 seconds. The alarm, the light bulbs and the complete system can be turned off only by the authorized person with a going-off code message.

This happens in 5 seconds. With the results it is shown that the system potentiality as well as its simplicity in its handling and low cost are very good.

GLOSARIO

BIT	Es un dígito del sistema de numeración binario.
BAUDIOS	Es una unidad de medida, usada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos transmitidos por segundo en una red análoga.
CELL BROADCAST	Es una tecnología que permite que un mensaje de texto o binarios sean definidos y distribuidos a todos los terminales móviles conectados a un conjunto de células.
COMANDOS AT	Son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y el terminal módem.
COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL	Es la comunicación que se establece entre dos sujetos que actúan como emisores y receptores, modulando nuevos mensajes que se emiten en respuesta a los anteriormente recibidos.
CONMUTACIÓN HAND OVER	Es el envío de datos en una red de computadoras Es el sistema utilizado en comunicaciones móviles celulares con el objetivo de transferir el servicio de una estación base a otra cuando la calidad del enlace es insuficiente.
HYPER TERMINAL	Es un programa que se puede utilizar para conectar con otros equipos, sitios, Telnet, BBS, servicios en línea y equipos host, mediante un módem, un cable de módem nulo o Ethernet.
MICROCONTROLADORES	Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S.

MÓDEM	Un módem es un dispositivo que sirve para enviar una señal llamada portadora mediante otra señal de entrada llamada moduladora.
POP PORT	Es un puerto para accesorios, disponible en varios modelos de teléfonos móviles Nokia.
ROAMING	Se refiere a la capacidad de cambiar de un área de cobertura a otra sin interrupción en el servicio o pérdida en conectividad.
TRANSMISIÓN ASINCRONA	Se da lugar cuando el proceso de sincronización entre emisor y receptor se realiza en cada palabra de código transmitido
TRANSMISIÓN SINCRONA	Proceso mediante el cual los caracteres de datos se transmiten a un a tasa fija, con el transmisor y receptor en sincronía. No hay bits de comienzo y terminación.
USART	Es uno de los dos periféricos contenidos en el PIC que le permiten realizar comunicación en serie.
STACK	Es una lista ordinal o estructura de datos en la que el modo de acceso a sus elementos es de tipo LIFO que permite almacenar y recuperar datos.

ANEXO

NOKIA GSM AT COMMAND SET

Call Control

ATA	Answer Command
ATD	Dial Command
ATH	Hang Up Call
ATL	Monitor Speaker Loudness
ATM	Monitor Speaker Mode
ATO	Go On-Line
ATP	Set Pulse Dial as Default
ATT	Set Tone Dial as Default
AT+CSTA	Select Type of Address
AT+CRC	Cellular Result Codes

Data Card Control Commands

ATI	Identification
ATS	Select an S-register
ATZ	Recall Stored Profile
AT&F	Restore Factory Settings
AT&V	View Active Configuration
AT&W	Store Parameters in Given Profile
AT&Y	Select Set as s Powerup Option
AT+CLCK	Facility Lock Command
AT+COLP	Connected Line Identification Presentation
AT+GCAP	Request Complete Capabilities List
AT+GMI	Request Manufacturer Identification
AT+GMM	Request Model Identification
AT+GMR	Request Revision Identification
AT+GSN	Request Product Serial Number Identification

Phone Control Commands

AT+CBC	Battery Charge
AT+CGMI	Request Manufacturer Identification
AT+CGMM	Request Model Identification
AT+CGMR	Request Revision Identification
AT+CGSN	Request Product Serial Number Identification
AT+CMEE	Report Mobile Equipment Error
AT+CPAS	Phone Activity Status
AT+CPBF	Find Phone Book Entries
AT+CPBR	Read Phone Book Entry
AT+CPBS	Select Phone Book Memory Storage
AT+CPBW	Write Phone Book Entry
AT+CSCS	Select TE Character Set
AT+CSQ	Signal Quality

Computer Data Card Interface Commands

ATE	Command Echo
ATQ	Result Code Suppression
ATV	Define Response Format
ATX	Response Range Selection
AT&C	Define DCD Usage
AT&D	Define DTR Usage
AT&K	Select Flow Control
AT&Q	Define Communications Mode Option
AT&S	Define DSR Option
AT+ICF	DTE-DCE Character Framing
AT+IFC	DTE-DCE Local Flow Control
AT+IPR	Fixed DTE Rate

Service

AT+CLIP	Calling Line Identification Presentation
AT+CR	Service Reporting Control
AT+DR	Data Compression Reporting
AT+ILRR	DTE-DCE Local Rate Reporting

Network Communication Parameter Commands

ATB	Communications Standard Option
AT+CBST	Select Bearer Service Type
AT+CEER	Extended Error Report
AT+CRLP	Radio Link Protocol
AT+DS	Data Compression

Miscellaneous Commands

A/	Re-Execute Command Line
AT?	Command Help
AT*C	Start SMS Interpreter
AT*T	Enter SMS Block Mode Protocol
AT*V	Activate V.25bis Mode
AT*NOKIATEST	Test Command
AT+CESP	Enter SMS Block Mode Protocol

SMS Commands SMS Text Mode

AT+CSMS	Select Message Service
AT+CPMS	Preferred Message Storage
AT+CMGF	Message Format
AT+CSCA	Service Centre Address
AT+CSMP	Set Text Mode Parameters
AT+CSDH	Show Text Mode Parameters
AT+CSCB	Select Cell Broadcast Message Types
AT+CSAS	Save Settings

AT+CRES	Restore Settings
AT+CNMI	New Message Indications to TE
AT+CMGL	List Messages
AT+CMGR	Read Message
AT+CMGS	Send Message
AT+CMSS	Send Message from Storage
AT+CMGW	Write Message to Memory
AT+CMGD	Delete Message

SMS PDU Mode

AT+CMGL	List Messages
AT+CMGR	Read Message
AT+CMGS	Send Message
AT+CMGW	Write Message to Memory

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

ANGULO, J.M.; ROMERO, S. y ANGULO, I. Microcontroladores PIC. 2da. ed. McGraw-Hill, 2003. pp. 191-198

BOYLESTAD, L. Electrónica Teoría de Circuitos. 6a. ed. México DF. Prentice Hall, 1997. pp. 560-577.

REYES, C. Aprenda a programar Microcontroladores. Quito – Ecuador: Gráficas Ayerve, 2004. pp. 201.

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

COMANDOS AT

<http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>

2009/02/10

COMO FUNCIONAN LOS SMS

<http://efektomagazine.com>

2009/02/11

COMO FUNCIONA UN SMS

<http://www.ordenadores-y-portatiles.com>

2009/01/14

MANUAL DEL PIC 16F877

www.alldatasheets.com

2008/10/10

NOKIA 3220

<http://www.informatica-hoy.com.ar>

2008/11/24

PIR SENSOR

www.roso-control.com

2009/09/17

PICBASIC PRO COMPILER

http://www.todopic.com.ar/pbp_sp.html

2008/12/27

PUERTO SERIE

<http://www.ctv.es/pckits/homee.html>"

2009/06/01