

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS

CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA

*“SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO UTILIZANDO  
EL SERVICIO DE MENSAJES DE TEXTO DE LA RED GSM”*

AUTOR: SANTIAGO RICARDO VILLACIS PARRA

DIRECTOR: ING. MARIO GARCIA

Tesis de grado, previa a la  
Obtención del Título de Ingeniero en Electrónica

Ambato – Ecuador

Mayo – 2005

## AGRADECIMIENTO

Es un gran privilegio tener los padres que tengo. El mayor de los agradecimientos a ellos; por estar siempre presentes en los momentos más difíciles de mi vida, por darme el valor y coraje necesarios para enfrentar las adversidades y seguir adelante.

Mi sentimiento de reconocimiento, al personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato, al Ing. Mario García, Director de Tesis y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron desinteresadamente para la culminación del presente trabajo.

EDICADO A:

Mis padres:

Ligia y

Neptalí.

Mis sobrinas:

Sabine,

Montserrat y

Estefanía

**DECLARACION, AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo, Santiago Ricardo Villacís Parra

Número de Cédula de Ciudadanía 1802476158

Declaro que la investigación enmarcada en el diseño de la Tesis es absolutamente original, autentica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo de Tesis son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

.....

Santiago Villacís P.

## INDICE

Agradecimientos .....	ii	
Dedicatoria .....	iii	
Declaración, Autenticidad Y Responsabilidad .....	iv	
Indice .....	v	
Indice De Figuras.....	xii	
Indice De Tablas .....	xiv	
Introducción .....	xv	
<b>1</b>	<b>Los Sistemas De Monitoreo Y Control .....</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción .....	1
1.2	Los Sistemas De Seguridad .....	3
1.3	Componentes De Un Sistema De Seguridad .....	5
1.4	Central De Alarmas O Unidad De Control .....	6
1.4.1	Fuente De Alimentación .....	7
1.4.2	Baterías .....	7
1.4.3	Teclado .....	7
1.4.4	Microprocesador .....	8
1.4.5	Eprom .....	8

1.4.6	Marcador Telefónico .....	9	
1.5	Principales Características De La Central De Alarmas .....		9
1.6	Sensores .....	13	
1.6.1	Sensores De Intrusión .....	14	
1.6.1.1	Sensores Perimetrales .....	14	
1.6.1.2	Sensores Volumétricos .....	17	
1.6.1.3	Sensores Lineales .....	19	
1.6.1.4	Varios .....	21	
1.6.2	Sensores Especiales .....	21	
1.7	Sistemas De Aviso Y Señalización .....	22	
1.7.1	Sistemas Locales .....	22	
1.7.1.1	Sistemas Acústicos .....	23	
1.7.1.2	Sistemas Opticos .....	23	
1.7.2	Sistemas A Distancia .....	24	
1.7.3	Sistemas Especiales .....	25	
1.8	Central Receptora De Alarmas .....	26	
1.9	Dispositivos De Conexión – Desconexión .....	27	
1.10	Accionamiento De Otros Dispositivos .....	27	

<b>2</b>	<b>La Tecnología GSM Y El Servicio De Mensajes Cortos .....</b>	<b>29</b>
2.1	Inicios .....	29
2.2	Arquitectura Del Sistema GSM .....	30
2.2.1	Estación Móvil (Mobile Station, MS) .....	30
2.2.2	Subsistema De Estación Base (Base Station Subsystem, BSS) .....	31
2.2.3	Subsistema De Red (Network Subsystem, NS) .....	32
2.2.4	Centro De Operación Y Mantenimiento (Operation And Maintenance Center, OMC) .....	34
2.3	Interfaces Y Protocolos .....	34
2.3.1	La Interfaz Aire Um .....	36
2.3.1.1	Canales Lógicos .....	38
2.3.1.1.1	Canales De Tráfico .....	39
2.3.1.1.2	Canales De Señalización .....	40
2.3.1.2	Formatos De Ráfaga .....	42
2.3.2	La Interfaz Abis .....	43
2.3.3	La Interfaz A .....	44
2.3.4	Interfaces En MSCs .....	45
2.4	El Servicio De Mensajes Cortos Punto A Punto .....	46
2.4.1	Servicios Básicos .....	47
2.4.2	Elementos Y Arquitectura De Red .....	48

2.4.3	Interconexión Del Centro De Servicios Y La PLMN .....	51
2.4.4	Requerimientos De Encaminamiento .....	51
2.4.4.1	Mensaje Corto Terminado En El Móvil .....	51
2.4.4.2	Mensaje Corto Originado En El Móvil .....	55
2.4.5	Protocolos Y Arquitectura De Protocolos .....	58
2.4.5.1	Servicio Provisto Por La SM – TL .....	59
2.4.5.1.1	Protocolos Utilizados En La SM – TL .....	59
2.4.5.2	Servicio Provisto Por La SM – RL .....	60
2.4.5.2.1	Protocolos En La SM – RL .....	61
2.4.5.3	Servicio Provisto Por Las SM – LL .....	61
<b>3</b>	<b>Introducción A Los Comandos AT+</b> .....	<b>63</b>
3.1	Introducción .....	63
3.1.1	Interfaz Con Modems GSM .....	63
3.2	Línea De Comando .....	64
3.2.1	Definición De Parámetros .....	66
3.2.1.1	Parámetros De Almacenamiento De Mensaje .....	67
3.2.1.2	Parámetros De Datos De Mensaje .....	68
3.3	Set De Comandos AT Para Equipos Terminales GSM .....	70
3.3.1	Leer Mensaje +CMGR .....	70



3.3.2	Enviar Mensaje +CMGS .....	71
3.3.3	Borrar Mensaje +CMGD .....	72
<b>4</b>	<b>Módulo Basic Stamp 2 .....</b>	<b>74</b>
4.1	Introducción .....	74
4.2	Funcionamiento Interno .....	74
4.3	Hardware Del Basic Stamp II .....	77
4.3.1	El Chip Interprete (U1) .....	77
4.3.2	2048 Bytes De Memoria Borrable Eléctricamente (U2) .....	79
4.3.3	Circuito De Reset (U3) .....	80
4.3.4	Fuente De Alimentación (U4) .....	80
4.3.5	Interfaz RS-232 (Q1, Q2 Y Q3) .....	81
4.4	Organización De Memoria Del BS2 .....	82
4.4.1	Jerarquías Del Puerto P0-P15 (Registros Dirs, Ins & Outs) .....	82
4.4.2	Direccionamiento Del Puerto P0-P15 .....	83
4.5	Lenguaje De Programación Pbasic .....	85
4.5.1	Formatos De Conversión Numérica .....	85
4.5.2	Declaración De Variables .....	86
4.5.3	Declaración De Constantes .....	88
4.5.4	Etiquetas De Direccionamiento .....	89

4.5.5	Comentarios .....	89
4.6	Referencia De Comandos .....	90
4.6.1	Freqout .....	90
4.6.2	Gosub .....	91
4.6.3	Goto .....	93
4.6.4	High .....	94
4.6.5	If...Then .....	94
4.6.6	Low .....	96
4.6.7	Pause .....	97
4.6.8	Return .....	97
4.6.9	Serin .....	98
4.6.10	Serout .....	100
<b>5</b>	<b>Diseño Del Sistema De Monitoreo Y Control Remoto .....</b>	<b>102</b>
5.1	Introducción .....	102
5.2	Análisis De Requerimientos .....	102
5.2.1	Requerimientos De Hardware .....	103
5.2.2	Requerimientos De Software .....	103
5.3	Desarrollo Del Sistema .....	104
5.3.1	Elección Del Dispositivo Hardware GSM .....	105

5.3.2	Desarrollo Del Software .....	105
5.3.2.1	Software Almacenado En El Basic Stamp 2 .....	106
5.3.3	Diseño Del Hardware .....	111
5.3.3.1	Funcionamiento .....	112
<b>6</b>	<b>Conclusiones Y Recomendaciones .....</b>	<b>118</b>
6.1	Conclusiones .....	118
6.2	Recomendaciones .....	120

Bibliografía

Anexos

## INDICE DE FIGURAS

1.1.	Diagrama De Bloques De Un Sistema De Monitoreo Y Control .....	2	
1.2.	Diagrama De Bloques De Un Sistema De Seguridad .....	5	
2.1.	Arquitectura De GSM .....	30	
2.2.	Estructura De Capas En GSM .....		34
2.3.	Esquema De Multiplexado TDMA/FDMA .....	37	
2.4.	Canales Lógicos .....	38	
2.5.	SM MT, Punto – A – Punto .....	48	
2.6.	SM MO, Punto – A – Punto .....	48	
2.7.	Estructura De Red Para La Transferencia De Mensajes Cortos .....	49	
2.8.	Transferencia Exitosa Del SM MT .....	53	
2.9.	Transferencia Exitosa Del SM MO .....	56	
2.10.	Estructura De Capas SMS .....	58	
3.1.	Estructura Básica De Una Línea De Comando .....	65	
3.2.	Respuesta A Una Línea De Comando .....	66	
4.1.	Diagrama De Bloques Del BS2 .....	75	
4.2.	Diagrama Eléctrico Del Basic Stamp 2 .....	76	
4.3.	Esquema De Conexión Con La PC .....	81	
5.1.	Diagrama De Bloques Del Sistema De Monitoreo Y Control Remoto .....	105	

5.2.	Diagrama Esquemático .....	111
5.3.	Circuito Impreso Visto Desde El Lado De Los Elementos .....	115
5.4.	Diagrama Pictórico .....	116
5.5.	Sistema De Monitoreo Y Control Remoto .....	117

INDICE DE TABLAS

4.1. Descripción De Los Pines Del BS2 .....	77
4.2. Registros De Direccionamiento, Salidas Y Entradas .....	83
4.3. Ejemplo De Direccionamiento De Los Pines De Entrada/Salida .....	84
4.4. Tamaño De Las Variables .....	87
4.5. Comparadores Matemáticos .....	95
4.6. Configuración De Formatos .....	99

## INTRODUCCION

Las comunicaciones móviles, hoy en día son del todo habituales. Cualquier persona puede disponer de un teléfono celular y hablar con otra persona, ubicada en cualquier parte del planeta.

Son ampliamente conocidos los rápidos y profundos cambios tecnológicos que han venido ocurriendo y seguirán ocurriendo a gran ritmo en la industria de las telecomunicaciones. Especialmente importante ha sido el cambio desde el mundo analógico al digital, tanto para comunicaciones de voz como para datos. Otro hito fundamental ha sido el éxito tecnológico y comercial que ha tenido la telefonía móvil, lo cual ha abierto nuevas posibilidades de negocios y de acceso a la información.

Las comunicaciones de voz son solo una de las opciones; la última generación de teléfonos móviles permite enviar faxes, mensajes de texto, e-mail, música, e incluso conectarse a Internet. En otras palabras, cualquiera que sea el origen de la información, sí puede ser reducida a pequeños paquetes de datos, puede ser enviada por un teléfono móvil.

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

La automatización de la recepción de los mensajes de texto (SMS), su procesado y posterior respuesta es lo que conforma la funcionalidad del sistema de control y monitoreo propuesto.

Escogí este tema por que además de ser increíblemente interesante y novedoso, hay una carencia de conocimiento en la sociedad universitaria a este respecto.

Tomando esto en cuenta es que me decidí en elaborar este trabajo de grado, resaltando los conceptos básicos de lo que es la construcción de sistemas de monitoreo y control.

El objetivo principal, es que la comunidad universitaria de la UTA, así como todo el que lo desee, tenga la posibilidad de leer la fundamentación teórica de este trabajo, y así poder enriquecer sus conocimientos en la tecnología GSM, el servicio de mensajes de texto y la aplicación de los microcontroladores.

El presente documento está constituido por seis capítulos y una sección de anexos.

En el Capítulo Uno se describe la estructura y funcionamiento de los sistemas de monitoreo y control. Este capítulo muestra además las alternativas en cuanto a sensores se refiere.



En el Capítulo Dos se explora la tecnología GSM y el Servicio de Mensajes de Texto; los protocolos utilizados para la transmisión y recepción de la información.

El Capítulo Tres muestra los comandos AT+ que son los utilizados en los modems GSM. Aquí se analiza detenidamente la sintaxis y la respuesta a los comandos utilizados en el sistema de monitoreo y control.

En el Capítulo Cuatro se estudia al módulo microcontrolador Basic Stamp 2, su estructura interna y su programación. Al igual que en el Capítulo Dos, únicamente se estudian los comandos utilizados en el sistema a diseñar.

El Capítulo Cinco se centra en el diseño del software y hardware necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo y control.

En el Capítulo Seis se presentan las conclusiones y recomendaciones sobre el funcionamiento y bondades del sistema.

Finalmente, en la sección de Anexos se encuentra disponible información adicional referente a éste trabajo.

## **CAPITULO I**

### **LOS SISTEMAS DE MONITOREO Y CONTROL**

#### **1.1 INTRODUCCION**

Se denomina sistema a la combinación de dos o más elementos, subconjuntos y partes necesarias para realizar una o varias funciones.

Un sistema de monitoreo y control es la combinación de dos o más elementos encaminados a la vigilancia o seguimiento de procesos en forma automática, como es el caso de la medida de la temperatura ambiente, de los contadores de gas y agua, la monitorización clínica; el control de un proceso, como en el caso de un termostato, el control de nivel de un líquido en un depósito, etc.

En la figura 1.1 se describe la estructura general de un sistema de monitoreo y control. En un sentido amplio, la realización de un sistema de monitoreo y control implica, además de la adquisición de la información, realizada por un elemento sensor, también el procesamiento de dicha información y la presentación de resultados, de forma que puedan ser percibidos por nuestros sentidos. Cualquiera de estas funciones puede ser de manera local o remota, implicando ello, en este segundo caso, la necesidad de transmitir la información.

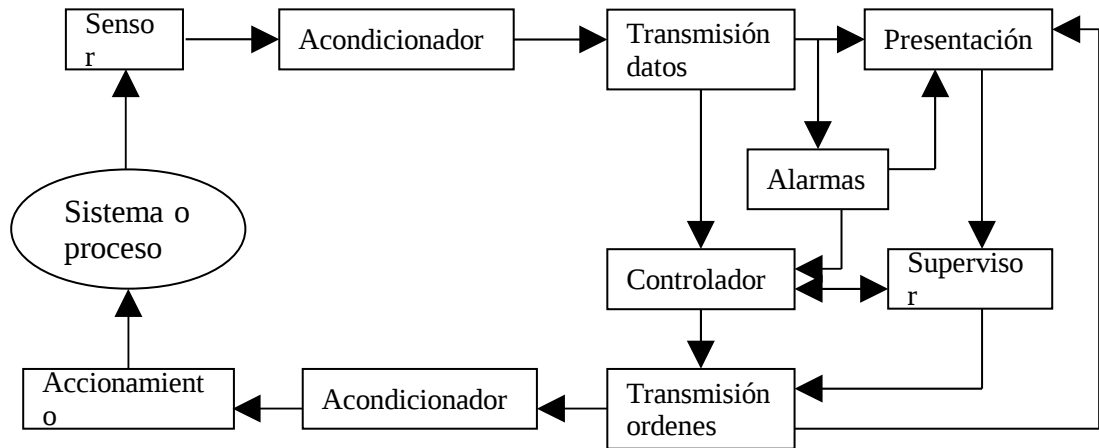


Fig. 1.1. Diagrama de bloques de un Sistema de Monitoreo y Control

En un sistema de monitoreo y control automático, la unidad de control (controlador) suministra órdenes a la unidad de procesos (bombas, válvulas, motores, etc.) por medio de accionadores, y recibe datos de los procesos por medio de los sensores. Por tanto, un sistema de control automático comprende a los equipos de proceso, accionadores, sensores y equipos de control.

Además del diálogo orden-indicador entre sensores, accionadores y equipo de control, el sistema también intercambia información con el supervisor, el cual distribuye instrucciones y recibe indicadores del sistema por medio de lecturas numéricas o pilotos indicadores por ejemplo.

A través de los tiempos, el hombre se ha visto en la necesidad de proteger sus pertenencias, ya sea para evitar sustracciones, bien de las acciones anormales de la naturaleza, o ya sea de fallas humanas o mecánicas (en procesos industriales).

Hoy en día en el mundo de la industria, en los procesos de fabricación, la aplicación de los sistemas de monitoreo y control es un hecho, permitiendo la realización de grandes cadenas de montaje; en casi toda fábrica se incorporan múltiples sistemas de seguridad.

Estos sistemas tienen como finalidad controlar la cadena de funcionamiento, indicar al operario la existencia de cualquier anomalía, mal funcionamiento, un sobrecalentamiento, etc., direccionando de esta manera, en un sentido u otro las actuaciones a realizar para solucionar dichas anomalías.

Los sistemas de monitoreo y control en el ámbito de la seguridad además de proteger a los bienes e inmuebles, protegen a las personas, ahorrando tiempo y dinero.

## **1.2 LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD**

En general a un sistema de seguridad se define, como un conjunto de elementos e instalaciones necesarios para proporcionar a las personas y bienes materiales existentes en un local determinado, protección frente a agresiones, tales como robo, atraco, sabotaje, incendio, etc. Estos pueden ser variables según las necesidades del local a proteger y del presupuesto disponible para ello.

La seguridad dinámica consiste en la protección de domicilios, oficinas o tiendas por medio de sistemas electrónicos.

Un sistema de seguridad no debe proporcionar falsas alarmas, ya que en la práctica es tan poco eficaz como aquel que puede vulnerarse fácilmente. Un sistema propenso a dar falsas alarmas, además de no ser seguro, tiende a ser ignorado.

Una buena instalación de seguridad, para que sea correcta, debe estar en comunicación constante con una central receptora de alarmas con vigilancia las 24 horas. Ésta es la única forma de ofrecer seguridad continua a la fábrica, almacén, oficina, vivienda, etc.

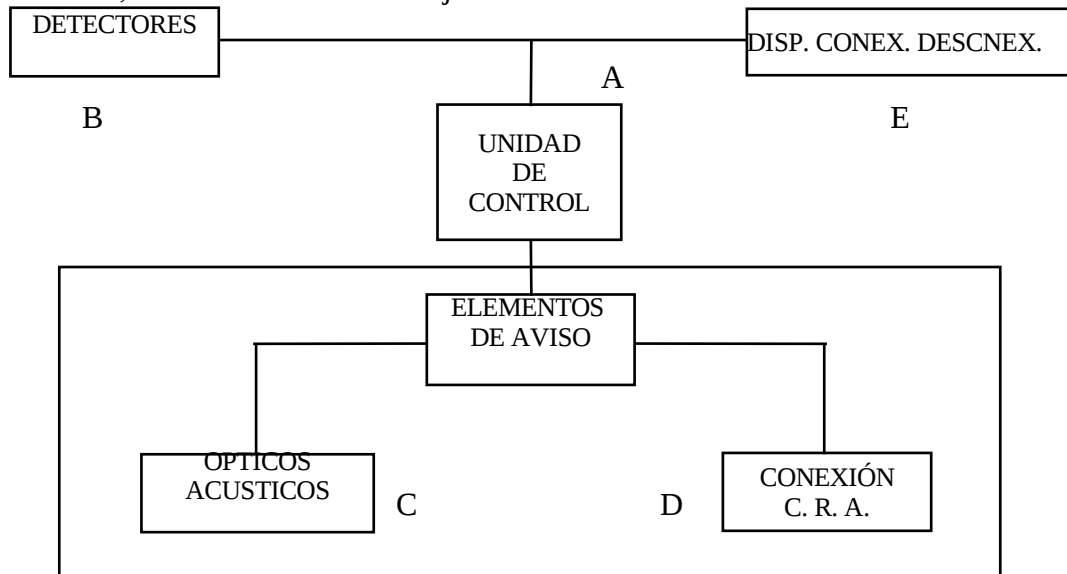
Antes de realizar una instalación se debe tener en cuenta ciertas consideraciones ya que van a definir la instalación que se efectuará:

1. ¿Qué es lo que se va a proteger?
2. ¿De quién se lo quiere proteger?
3. Situación de los objetos que se va a proteger
4. Entorno de dichos objetos
5. Valor de los objetos
6. Existencia de una reglamentación que condicione la instalación
7. Presupuesto que se dispone

Hay que advertir que es prácticamente imposible realizar una instalación perfecta, dado los condicionantes existentes en cada una de ellas y las limitaciones propias de los equipos, ya que aunque llegan a un muy alto grado de fiabilidad siempre existen riesgos.

### 1.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD

Un Sistema de seguridad se compone principalmente de: la central de alarmas, sensores, sistemas de aviso y señalización. A estos se les puede sumar un cuarto elemento que sería el intercomunicador con la central receptora de alarmas (CRA) que pese a ser opcional su colocación, es absolutamente aconsejable su utilización.



A. Central de alarma. B. Sensores. C. Avisador acústico y óptico. D. Conexión con CRA.  
E. Dispositivos de conexión /desconexión.

Fig. 1.2 Diagrama de bloques de un Sistema de Seguridad.

### 1.4 CENTRAL DE ALARMAS O UNIDAD DE CONTROL

La central de alarmas se encuentra en estado de vigilancia continuamente, recibiendo información de los circuitos detectores que componen el sistema, accionando los dispositivos de aviso (sirenas, conexión a la CRA, etc.) o realizando alguna acción predefinida, en el momento que sea activado cualquier sensor o alguna anomalía en el mismo.

En la parte exterior de la carcasa, se dispone de una serie de pilotos indicadores que dan información del estado del sistema (funcionamiento de los detectores, alimentación, etc.).

Dependiendo de las características de su constitución y construcción, puede ser una central simple o sencilla, hasta llegar a ser una central microprocesada. Una central sencilla realizará las funciones básicas de activación y desactivación.

Otra central más compleja permite más posibilidades, diversificando, por ejemplo, el lugar exacto de activación del sistema, transmitiendo todas las informaciones de las incidencias habidas en una instalación, a la central receptora (activación, desactivación, código de usuario, fecha y hora, etc.), o bien, aquellas funciones de activación de luces de emergencia, sirenas, o cualquier otra acción que le sea previamente programada (abrir / cerrar puertas, activación de cámaras, etc.).

A una central se la puede dividir en las siguientes partes.

#### **1.4.1 Fuente de Alimentación**

La fuente de alimentación proporciona la tensión de funcionamiento necesaria de los circuitos electrónicos que componen la central.

Transforma los 110V de la red en tensión continua, que puede variar desde 5V hasta 24V, según cual fuere la necesidad, para obtener la tensión no solo a la central, sino a los sensores, bobinas, etc.

#### **1.4.2 Baterías**

Las baterías se colocan para prevenir cualquier fallo del fluido eléctrico, bien por manipulación intencionada, o bien por fallo del sistema que lo suministra. Asegurando de este modo el funcionamiento continuo a la central y a los detectores instalados.

#### **1.4.3 Teclado**

El teclado se encuentra conectado a la central de alarmas, se ubica generalmente en un lugar de fácil acceso para el usuario.

Puede ser un teclado independiente, situado de forma alejada a la central, o puede estar empotrado en la caja de la central de alarmas.

En los sistemas en que existen varias personas que tienen acceso para su manipulación, permite diferenciarlos por medio del código de acceso empleado.

Igualmente, el teclado permite que el programador pueda seleccionar y programar las funciones a realizar por la central de alarmas, ya que todas las instalaciones tienen características distintas.



#### **1.4.4 Microprocesador**

El microprocesador recibe información continuamente del estado de los detectores instalados en el sistema, procesa dicha información y acciona las diferentes salidas en caso de ocurrencia de algún evento en el sistema (p.e. sirenas, avisador telefónico, etc.).

Necesita una programación previa para efectuar un funcionamiento a medida de las características de las instalaciones a proteger.

#### **1.4.5 Eprom**

La EPROM (Erasable Program Read Only Memory) almacena todas las instrucciones y datos necesarios para que funcione el microprocesador. Estas instrucciones deben ser introducidas al sistema previamente por medio del teclado.

Normalmente, esta programación se realiza al instalar el sistema en el lugar exacto, y sólo la realiza el personal cualificado.

El sistema electrónico permite variaciones en la programación que se adapte a los posibles cambios o necesidades del lugar protegido.

#### **1.4.6 Marcador Telefónico**

El marcador telefónico es un circuito electrónico que se encarga de marcar automáticamente el número de teléfono previamente fijado en la EPROM, posibilitando de esta forma la conexión con la central receptora de alarmas.

Si en el momento de la activación de una alarma, la línea telefónica estuviese ocupada, el circuito automáticamente la corta, estableciendo de ésta forma prioridad en su comunicación.

## **1.5 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA CENTRAL DE ALARMAS**

### **• Conexión y desconexión.**

La central de alarmas dispone de mecanismos para controlar el acceso a las zonas protegidas, y efectuar su conexión y desconexión. Esta puede ser de distintos tipos:

- 1) Llave de seguridad.
- 2) Tarjeta codificada.
- 3) Teclado.

### **• Circuitos de detección**

**Circuito retardado.-** En este circuito se conectan los sensores que detecten al usuario del sistema al conectar la alarma y salir del inmueble, o bien para entrar y desconectar, sin que en ninguno de los dos casos se active la alarma.

**Circuito instantáneo.-** Aquí se conectan todos los detectores que no sean activados por el usuario al poner en marcha o desconectar el sistema.

En el momento que los sensores conectados a este circuito detecten alguna anomalía, el sistema se accionará inmediatamente, activando los sistemas de aviso instalados.

**Circuito támpor o “24 horas”**.- Este circuito tiene la finalidad de garantizar que no se produzca sabotaje o manipulación alguna en el sistema, durante la desconexión del mismo, como por ejemplo, arrancar una sirena, abrir un volumétrico, etc., activando la alarma cuando esto ocurra. Este circuito está permanentemente en vigilancia, aunque la alarma esté desactivada.

- **Zona cableada**

Comprende el circuito cerrado donde se han instalado y conexionado en serie los detectores. Se diversifican en zonas para que en el momento de su activación, saber el lugar exacto de su ubicación.

- **Zona multiplexada**

Consiste en instalar en cada sensor un pequeño modulo codificador, que introduce un código que sólo identificará la central de alarmas, permite instalar todos los sensores en una sola zona cableada, pero con la peculiaridad de que cuando sea activado algún sensor, la central identificará al sensor exacto activado.

- **Balaneo de línea.**

Se basa en colocar al final de las zonas cableadas una resistencia con un valor óhmico predeterminado y suministrado por el fabricante de la central, en serie con los detectores, cerrando el circuito.

En el momento que por causas de manipulación externa, se modifica el valor óhmico de la instalación (p.e. cortocircuito en el cableado o en los detectores), la central detecta la modificación del mismo.

- **Programación por tiempos.**

Permite programar los tiempos de activación de las zonas. Pueden programarse zonas de activación retardada, en las que por necesidad de paso del usuario para desactivar o activar la alarma, le sea necesario un tiempo determinado. Este tiempo puede variar desde varios segundos a varios minutos, dependiendo de las características de la instalación de la alarma.

- **Aviso de situación de atraco y desconexión por coacción.**

En instalaciones con riesgo de atraco, se suelen instalar centrales, que no sólo posibilitan el aviso a la central receptora de alarmas al instante, sino que además proveen situaciones intermedias como de preaviso de alarma.

El preaviso de alarma consiste en la activación de un código de prealarma, por causas que pueden ser la de presencia de individuos o situaciones sospechosas, etc. Esto se

hace por medio de un pulsador manual y pone en marcha en la central receptora un mecanismo de defensa acordado según el local vigilado.

Los preavisos de alarma, solo se producen en la CRA ya que de activar sirenas, pueden poner en serio peligro la integridad física de los usuarios.

Igualmente permite la posibilidad de desactivar la prealarma con un código paralelo de desactivación (que es diferente al código normal).

Este último concepto es lo que se llama “Desconexión por Coacción”.

- **Conexión con central receptora de alarmas.**

Por medio de un circuito electrónico, se marca automáticamente el número de teléfono programado de la central receptora de alarmas para su comunicación con ella.

Los sistemas comunican cualquier incidencia a la central receptora, activación y desactivación de la central, activación de zonas o de detectores, etc.

## **1.6 SENSORES**

Los sensores son elementos capaces de comprobar las variaciones de una condición de reposo en un lugar determinado y envían información de esa variación a la Central de Alarmas.

Las variaciones eléctricas enviadas por los sensores son recogidas por la unidad de control, que una vez convenientemente tratadas dan lugar a la activación de los sistemas de señalización: ópticos, acústicos, etc.

Algunos de los eventos a detectar por estos componentes son:

- Apertura de puertas, ventanas, persianas.
- Paso por lugares determinados.
- Rotura en escaparates o cristales.

La instalación de los sensores se realiza de dos maneras a saber: bien mediante la realización de cableado por las instalaciones a proteger, o bien por medio de transmisores de radio.

Cuando los sensores son instalados mediante la realización de un sistema cableado, además de una línea de circuito cerrado para sus contactos, se debe llevar una línea de alimentación paralela, que permita su funcionamiento.

Se suelen instalar sensores vía radio, que son básicamente iguales a los anteriores, a los que se les adiciona un pequeño emisor de radio de unos 60 o 70 m<sup>2</sup> de alcance.

Los sensores se clasifican principalmente en dos grupos: De intrusión y Especiales.

### **1.6.1 Sensores De Intrusión**

Los sensores de intrusión tienen por misión detectar el ingreso de elementos extraños, por los lugares en que estén colocados, entendiéndose por lugares todos aquellos que sean factibles de intrusión.

Pueden ser Perimétrales, Volumétricos y Lineales.

#### **1.6.1.1 Sensores Perimétrales**

Estos sensores se sitúan en la periferia del edificio a proteger, tales como puertas, ventanas, vallas, etc.

Por el hecho de estar colocadas en el exterior, detectan al intruso antes de que penetre en el edificio. Pero también, deben ser capaces de soportar las inclemencias del tiempo y aún más importante, no responder a alguno de sus efectos (viento, lluvia, niebla, etc.).

- **Sensor sísmico de vibración.**

Este sensor se coloca sobre una superficie y cuando recibe un golpe o vibración, dentro del sensor se produce la separación de dos masas, lo que origina la interrupción del envío de una señal eléctrica.

Los hay de varios tipos: piezoeléctricos, de péndulo y de mercurio.

Estos sensores no deben colocarse en lugares que tengan generalmente vibraciones ya que, por ejemplo, el paso de un vehículo puede activarlos.

- **Sensor por cinta autoadhesiva conductora**

Este tipo de sensor está construido de una cinta adhesiva de material conductor que se adhiere sobre el cristal o superficie a proteger (escaparate, cristal, etc.).

Por la cinta pasa una corriente que se interrumpe al romper el cristal (también la cinta), activando la alarma.

- **Sensor por contactos magnéticos.**

Estos sensores se instalan directamente sobre la superficie a proteger. Detectan la apertura de puertas, ventanas y persianas.

Constan de dos piezas colocadas una en el marco de la puerta o ventana y otra en la hoja de apertura.

Su funcionamiento se basa en unas laminillas finas que por la acción de la atracción del campo magnético formado por un imán, cierra el circuito. Al abrir la puerta o ventana, se separa el imán de las láminas y estas, al separarse, abren el circuito produciendo la señal eléctrica que activa la alarma.



- **Sensores microfónicos de rotura de vidrio.**

Son sensores que se activan por medio de los sonidos agudos de determinadas frecuencias (3000 a 5000 Hz), siendo inalterables ante sonidos graves. Se utilizan para proteger escaparates, puertas de cristal y ventanas.

Estos sensores sólo actúan cuando detectan estos sonidos en un intervalo de tiempo muy corto, (máximo 100 mseg), no reaccionando a otros sonidos, aunque circunstancialmente sean de la misma frecuencia.

Tienen un campo de aplicación muy amplio: 10m, bastante eficaces y muy poco propensos a falsas alarmas.

- **Detectores de doble tecnología**

Este sensor es uno de los más confiables que hay en la actualidad, ya que basa su funcionamiento en dos tecnologías: detección por infrarrojos y detección por microondas, Y a efectos prácticos es como si se colocaran dos detectores (uno de cada tipo).

Sólo si la parte de microondas y la parte de infrarrojo detectan simultáneamente una anomalía en su área de cobertura se activa el sistema, minimizándose así la ocurrencia de falsas alarmas.

Algunos modelos más onerosos también incluyen un microprocesador, que almacena patrones de comportamiento típicos, para evitar falsas alarmas (llamados de triple tecnología).

#### **1.6.1.2 Sensores Volumétricos**

Los sensores volumétricos son aquellos que actúan por detección de movimiento, dentro de un volumen determinado.

Se suelen instalar en el interior de los recintos y detectan el paso de las personas que por allí pasan. Vigilan así el volumen del local.

- **Sensor por radar o microondas.**

El detector de microondas está compuesto de dos partes: un emisor y un receptor. El emisor genera ondas electromagnéticas que se reflejan en los objetos existentes en el área que esta siendo protegida y vuelven hacia el receptor. En condiciones normales, el detector tiene en cuenta las ondas reflejadas (queda en situación estable); cuando se filtra un objeto dentro de la zona protegida, varían las ondas reflejadas captadas y esa variación es utilizada por el detector para activar la alarma.

- **Sensores por infrarrojos pasivo**

El cuerpo humano emite calor en forma de radiación infrarroja de una longitud de onda proporcional a su temperatura y los detectores de este tipo funcionan captando esta radiación.

Tienen una lente de forma especial que concentra los rayos infrarrojos en su foco, donde se instala el sensor propiamente dicho.

Cubren un área parecida a un abanico, cuyo vértice será el propio detector, comprendiendo un determinado ángulo y alcance, según el modelo utilizado.

También los hay de tipo lineal y cubren una zona estrecha y alargada. Son iguales a los anteriores, solo que cambian su campo de detección.

Para evitar falsas alarmas producidas por aumento de la temperatura ambiente, el detector de infrarrojos es doble, por lo que sólo actúa si uno de los dos recibe radiaciones distintas a las del otro. Su alcance es de 8 a 20 metros.

### **1.6.1.3 Sensores Lineales**

Son sensores que actúan al romperse una determinada barrera debido al paso por ella de un individuo u objeto.

Se compone de un elemento emisor (infrarrojos o microondas) y otro receptor. En condiciones normales, el receptor recoge las señales del emisor y al pasar algo o alguien por su campo de actuación, deja de recoger momentáneamente la emisión o detecta que hay una variación determinada de la señal recibida, activando de esta forma la alarma.

Las características de funcionamiento estriban en que cubren una estrecha y alargada zona.

- **Sensores de barrera por infrarrojos**

Este tipo de sensores pueden ser instalados tanto en el interior como en el exterior.

Al igual que el sensor infrarrojo anteriormente expuesto, funciona mediante una serie de emisiones de haz luminoso (dos), enfrentados con un receptor que los recoge.

La alarma sólo se activa cuando son atravesados los dos haces paralelos, como sistema de seguridad en previsión de falsas alarmas, al cruzarse algún animal pequeño (p.e. un pájaro, un roedor, etc.).

El campo de acción varía según los modelos, desde 20 metros hasta 600 m.

- **Sensor de barrera por microondas**

Consiste en la colocación de unos cables especiales enterrados, que sirven para conectar un emisor y un receptor.

El emisor genera unos impulsos de VHF (muy alta frecuencia) que transmitidos a través del cable, producen una onda de superficie que se propaga a lo largo y fuera del cable transmisor. El receptor recoge la onda, que permanece inalterable en condiciones

normales. Cuando penetra un intruso en la zona, produce una variación en la onda, que llega al receptor. Esta variación de la onda recibida provoca la activación del sensor.

Son sensores muy seguros y poco propensos a las falsas alarmas.

#### **1.6.1.4 Varios**

**Vallas sensorizadas:** Funcionan colocando sensores de vibración sobre la valla, cuando esta se mueve, el detector activa la alarma.

**Alfombra detectora de pisadas:** Es transparente y se coloca debajo de una verdadera alfombra. Las pisadas cierran un circuito que activa la alarma.

**Sensor por contacto termovelocimétrico de caja fuerte:** Es un detector especialmente desarrollado para proteger las cajas fuertes. Está formado por un imán que se fija a la caja fuerte y unos detectores en su interior, que activan la alarma si se intenta mover, abrir o quemar la caja fuerte.

#### **1.6.2 Sensores Especiales**

Existen en el mercado, numerosos sensores que permiten la instalación de sistemas de seguridad, no sólo en el campo de la protección contra robos y atracos, sino también contra incendios, y en sistemas especiales que tienen su aplicación en el mundo del consumo y sobre todo en la industria.

Su utilización está encaminada a realizar ciertas actuaciones que le interesen al sistema o a la cadena de funcionamiento, no teniendo nada que ver con las centrales contra robos o atracos. Algunos ejemplos de estos sensores son los siguientes:

- Detector de metales.
- Sonda detectora de nivel de líquidos.
- Sonda detectora de humedad.
- Detector de sustancias químicas.
- Detector de rayos ultravioleta.
- Detector de cortes de corriente eléctrica.
- Detector de funcionamiento de ordenadores.

## **1.7 SISTEMAS DE AVISO Y SEÑALIZACION**

Los sistemas de aviso y señalización son los dispositivos encargados de avisar de las variaciones detectadas por los sensores dentro de un sistema de seguridad.

Son los dispositivos que le dan sentido a la instalación de seguridad, ya que de no contar con ellos, de nada serviría el más complejo sistema de detectores y central de alarmas instalados.

Se pueden dividir en tres grupos: Locales, a Distancia y Especiales.

### **1.7.1 Sistemas Locales**

Los sistemas locales, a su vez se pueden subdividir en: Acústicos y Ópticos.

#### **1.7.1.1 Sistemas Acústicos**

En todos los sistemas es conveniente montar al menos una sirena exterior, aunque esté conectado a una central receptora de alarmas, ya que de esta forma avisa tanto al exterior del local protegido como en el interior.

La sirena exterior está generalmente autoalimentada (con baterías recargables) y protegida, con el fin de evitar manipulaciones de un extraño o actos de vandalismo y para resistir cualquier condición atmosférica adversa.

Debido a la batería que dispone, seguirá funcionando, aunque sea arrancada de su emplazamiento. Si se corta el cable que la une con la central, ésta seguirá activada, con lo que continuará sonando.

Los elementos acústicos de interior son colocados con el fin de dar aviso a las personas que puedan estar a cargo de la instalación de seguridad o al usuario.

Estos pueden ser zumbadores, timbres, campanas, etc.

#### **1.7.1.2 Sistemas Ópticos**

Las lámparas pilotos, bombillas o faros rotativos, son luces intermitentes que tienen por misión llamar la atención para ayudar a localizar el lugar donde se ha producido la alarma. Los faros rotativos encarecen la instalación, ya que tienen un consumo de corriente mucho mayor y gastan más batería.

Existen elementos que contienen dentro de una misma ubicación la sirena y el piloto.

### **1.7.2 Sistemas a Distancia**

Se utilizan estos sistemas con el fin de comunicar inmediatamente un local determinado, con una central receptora de alarmas, gestionada por una empresa de seguridad, que da aviso en el mismo momento a la policía, bomberos, etc.

Los sistemas técnicos comúnmente empleados son vía radio y vía teléfono.

En los sistemas vía teléfono, la Unidad de Control instalada envía todos los códigos o señales utilizando una línea telefónica convencional alambrada.

Son los marcadores Telefónicos, que incluyen las centrales de alarmas, los encargados de marcar los números de las centrales receptoras de alarmas. Bloquean el teléfono para que no se puedan recibir llamadas y marcan automáticamente, por medio de una señal codificada, estableciéndose así la comunicación.



La transmisión de datos de alarma a través de una línea telefónica convencional se convierte en un factor de riesgo tanto para el usuario propietario del sistema como para la empresa de seguridad. Las continuas fallas en las líneas, el riesgo de ser saboteadas, la facilidad de ser interceptadas, etc.

Los sistemas vía radio son más seguros que los vía teléfono y trabajan dentro del rango de frecuencias comprendidos en la banda de UHF (Ultra Alta Frecuencia), aunque dada la complejidad necesaria para cubrir un territorio amplio dentro de la vía radio, ésta generalmente se utiliza cuando no existe la red telefónica convencional. Pero si se dispone de una red telefónica es aconsejable utilizarla como soporte para una mayor seguridad.

### **1.7.3 Sistemas Especiales**

Las instalaciones de seguridad se pueden complementar y completar con la instalación de circuitos cerrados de TV y cámaras fotográficas las cuales permiten la grabación de las posibles anomalías en el local.

Estas se pueden poner en marcha automáticamente por medio de la central de alarmas o manualmente a través de pulsadores de alarma (manual, de pie, de pinza de billete, soporte de bolígrafo, etc.).

También hay otros sistemas en los que las cámaras están conectadas constantemente y de la misma forma se están grabando todas las imágenes que reproducen las cámaras.

### **1.8 CENTRAL RECEPTORA DE ALARMAS**

La Central Receptora de Alarmas (CRA) está ubicada en los locales de las empresas de seguridad que se ocupan de vigilar los recintos donde se han instalado sistemas de seguridad.

Su tarea consiste en recibir, a través de algún medio de comunicación (p.e. vía teléfono), la señal de activación de alarma y comunicar al vigilante la existencia de la misma, para que este ponga en marcha los mecanismos establecidos en cada instalación particular, que puede variar según el tipo de alarma activada.

A la CRA están conectados todos los sistemas de seguridad vigilados a distancia. En el momento de la activación de cualquiera de ellas, proporciona la información exacta de la alarma activada (lugar exacto dentro de la instalación).

Se encuentra conectada a un ordenador central que se encarga de almacenar toda la información que le va llegando de las instalaciones, conexión / desconexión, aviso de alarma, avisos de prealarma, avisos de avería, etc.

Estos datos se van registrando automáticamente en el ordenador y opcionalmente, se van imprimiendo en papel continuo para su observación, tratamiento, seguimiento y conservación.

### **1.9 DISPOSITIVOS DE CONEXION - DESCONEXION**

Son los mecanismos necesarios que permiten la conexión y desconexión de los sistemas de seguridad.

Pueden ser de tipo mecánico, como las llaves, o de tipo electrónico como el teclado.

La llave de seguridad consiste en conectar o desconectar un circuito eléctrico mediante una llave metálica con una forma especial, que al introducirla acciona un mecanismo que abre o cierra un circuito eléctrico.

Este sistema presenta el inconveniente de que la persona encargada de desconectar el sistema puede extraviar la llave o se la pueden sustraer, inutilizando de esta forma todo el sistema de seguridad.

Mediante el teclado se eliminan estas posibilidades, con lo que sólo puede desactivar la central de alarmas aquella persona que conozca la clave. Esta clave suele estar formada por la pulsación de 3 ó 4 números del teclado en una determinada secuencia.

### **1.10 ACCIONAMIENTO DE OTROS DISPOSITIVOS**

El sistema empleado puede proporcionar ciertas posibilidades adicionales a la hora de la activación de la alarma:

- Activación de luces de emergencia.

- Activación de electroimanes de puertas.
- Señal de alarma a central, sin activar sirenas y elementos ópticos.

En todo caso, siempre dependerá de las centrales de alarmas utilizadas, que cuanto más sofisticadas y completas sean, más posibilidades externas nos darán, posibilitando así la realización de un sistema de seguridad fiable y seguro.

## **CAPITULO II**

### **LA TECNOLOGIA GSM Y EL SERVICIO DE MENSAJES CORTOS**

#### **2.1 INICIOS**

Los primeros trabajos con GSM los inició en 1982 un grupo dentro del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standards Institute).

Originalmente, este organismo se llamaba Groupe Spécial Mobile, lo que dio pie al acrónimo GSM, que posteriormente se cambiaría por Global System for Mobile communications.

El objetivo de este proyecto era poner fin a la incompatibilidad de sistemas en el área de las comunicaciones móviles y crear una estructura de sistemas de comunicaciones a nivel europeo.

GSM se diseñó para incluir una amplia variedad de servicios que incluyen transmisiones de voz y servicios de manejo de mensajes entre equipos móviles o cualquier otro equipo portátil.

## 2.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA GSM

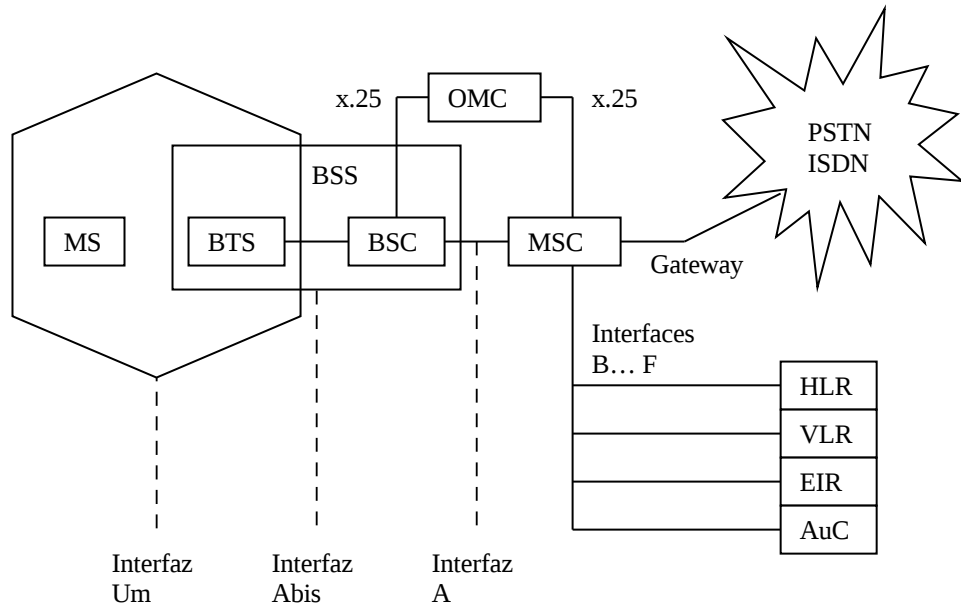


Figura 2.1. Arquitectura de GSM

Una red GSM puede ser dividida en cuatro grupos (fig. 2.1): La Estación Móvil (MS), el Subsistema de Estación Base (BSS), el Subsistema de Red (NS) y el Centro de Operación y Mantenimiento (OMC). Los mismos que están caracterizados por:

### 2.2.1 Estación Móvil (Mobile Station, MS)

Una estación móvil puede ser referida como un móvil, un terminal portátil o un equipo móvil (ME).

Este incluye un Módulo de Identidad del Suscriptor (SIM). Cada tarjeta SIM tiene un único número de identificación llamado IMSI (Identificación Internacional del

Suscriptor Móvil). Adicionalmente, a cada MS le es asignada una única identificación de hardware llamada IMEI (Identificación Internacional del Equipo Móvil).

Por otra parte, está equipado de un transceptor o transmisor/receptor (transceiver, TRX) para la transmisión y recepción de voz y datos, el móvil además realiza un sinnúmero de tareas adicionales tales como la autenticación, handover, codificación y decodificación de canal.

### **2.2.2 Subsistema De Estación Base (Base Station Subsystem, BSS)**

El Subsistema de Estación Base está conformado por el Controlador de Estación Base (BSC) y la Estación Base Transceptora (BTS).

- **Base Transceiver Station (BTS):** GSM hace uso de una serie de radio-transmisores llamados BTSs para conectar los móviles a la red celular.

Sus funciones incluyen la codificación/decodificación de canal y la encriptación/desencriptación. Una BTS está compuesta de transmisores, receptores, antenas, la interfaz a la facilidad PCM (Pulse Code Modulation), etc.

- **Base Station Controller (BSC):** Un grupo de BTSs son conectados a un BSC particular, el cual administra los recursos de radio para ellos.

La función primaria del BSC es el mantenimiento de la llamada. La estación móvil normalmente envía un reporte de la energía de la señal recibida al BSC cada 480 ms, con ésta información el BSC decide si debe o no iniciar el handover hacia otras celdas, cambiar la potencia del transmisor de la BTS, etc.

### 2.2.3 Subsistema De Red (Network Subsystem, NS)

El Subsistema de Red está conformado por los siguientes elementos:

- **Mobile Switching Center (MSC):** Actúa como un intercambiador estándar de una red fija y adicionalmente provee toda la funcionalidad necesaria para manejar a un suscriptor móvil.

Las funciones principales son el registro, autenticación, actualización de la ubicación, handovers y encaminamiento de llamadas hacia un suscriptor.

Si adicionalmente el MSC tiene una función de pasarela para la comunicación con otras redes, éste es llamado Gateway MSC (GMSC).

- **Home Location Register (HLR):** Es una base de datos usada para la administración de los suscriptores móviles.



Almacena la IMSI, el número ISDN de la estación móvil (MSISDN) y la dirección actual del VLR. La información esencial almacenada allí concierne a la localización de cada estación móvil para poder encaminar las llamadas a los suscriptores móviles administrados por cada HLR.

- **Visitor Location Register (VLR):** Contiene la localización actual de la MS y la información administrativa seleccionada desde el HLR, necesaria para el control de las llamadas y la provisión de los servicios suscritos para cada móvil actualmente localizado en el área geográfica controlada por el VLR.
  
- **Authentication Center (AuC):** Es una base de datos protegida que contiene una copia de la clave secreta almacenada en la tarjeta SIM de cada suscriptor, la misma que es utilizada para la autenticación y encriptación sobre el canal de radio. El AuC provee seguridad adicional contra fraude.
  
- **Equipment Identity Register (EIR):** Es una base de datos que contiene una lista de todas las estaciones móviles dentro de la red, donde cada una de ellas es identificada por su IMEI. El EIR contiene tres bases de datos:
  - Lista Blanca: para todos los IMEIs buenos conocidos
  - Lista Negra: Para móviles malos o perdidos
  - Lista Gris: para móviles/IMEIs que son dudosos

### 2.2.4 Centro De Operación Y Mantenimiento (Operation And Maintenance Center, OMC)

El OMC es un sistema de administración que supervisa los bloques funcionales del GSM. Asiste al operador en el mantenimiento satisfactorio de operación de la red. Es responsable del control y mantenimiento del MSC, BSC y BTS.

### 2.3 INTERFACES Y PROTOCOLOS

Dentro de una red GSM, son necesarios diferentes protocolos para habilitar el flujo de datos y la señalización entre diferentes subsistemas GSM.

La figura 2.2 muestra las interfaces que enlazan los diferentes subsistemas GSM y los protocolos usados para la comunicación sobre cada interfaz.

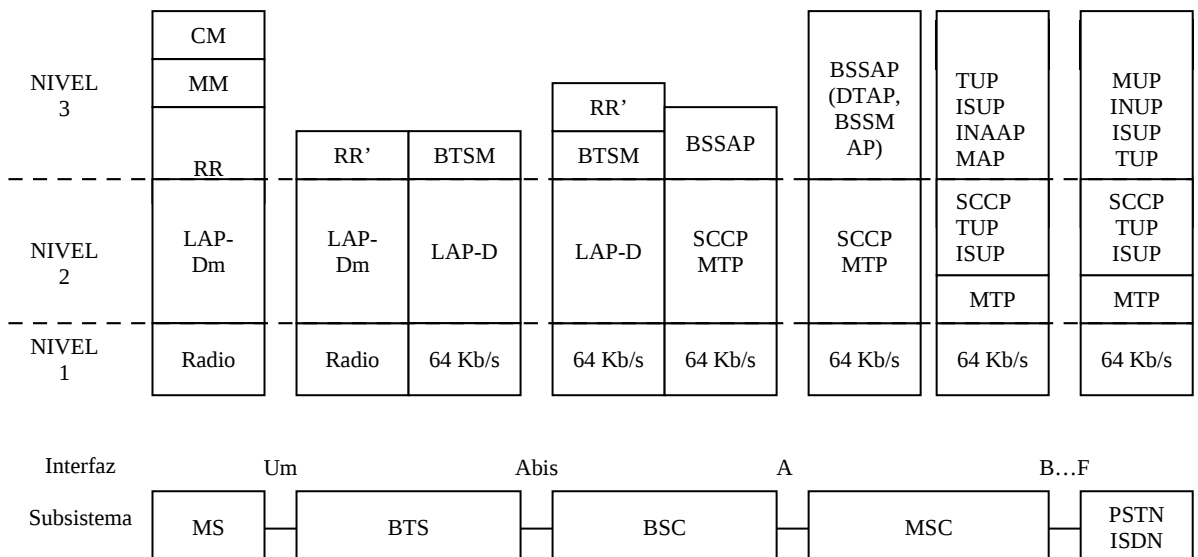


Figura 2.2. Estructura de Capas en GSM

Los protocolos de GSM están básicamente divididos en tres capas o niveles:

**Nivel 1: Capa Física**

- Habilita la transmisión física (TDMA, FDMA, etc.)
- Evaluación de la calidad de canal
- Excepto en la interfaz aire, los enlaces PCM o ISDN son utilizados.

**Nivel 2: Capa de Enlace de Datos**

- Multiplexación de dos o más conexiones de nivel 2 sobre los canales de control y señalización.
- Detección de errores
- Control de flujo
- Aseguramiento en la calidad de transmisión
- Encaminamiento

**Nivel 3: Capa de Red**

- Administración de la conexión (interfaz aire)
- Administración de la localización de datos
- Identificación del suscriptor
- Administración de servicios adicionales (SMS, envío de llamadas, llamadas de conferencia, etc.)

### 2.3.1 La Interface Aire Um

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), la cual administra la asignación internacional del espectro de radio (a más de muchas otras funciones), tiene asignado las siguientes bandas de frecuencia:

- **GSM850:**

Uplink: 824 - 849 MHz (estación móvil a estación base)

Downlink: 869 - 894 MHz (estación base a estación móvil)

- **GSM900:**

Uplink: 890 – 915 MHz

Downlink: 935 – 960 MHz

- **GSM1800:**

Uplink: 1710 – 1785 MHz

Downlink: 1805 – 1880 MHz

- **GSM1900:**

Uplink: 1850 – 1910 MHz

Downlink: 1930 – 1990 MHz

Puesto que el espectro de radio es un recurso limitado distribuido entre todos los usuarios, se planeó un método para dividir el ancho de banda entre el mayor número de usuarios como sea posible. El método escogido por GSM es una combinación de acceso múltiple por división en el tiempo y frecuencia (TDMA/FDMA). Para el caso de GSM900 (estándar europeo), la parte de FDMA involucra la división en frecuencia de los 25MHz del ancho de banda (máximo) asignado, en 124 frecuencias portadoras espaciadas 200 KHz entre sí. Cada una de estas frecuencias portadoras es luego dividida en el tiempo, usando un esquema TDMA.

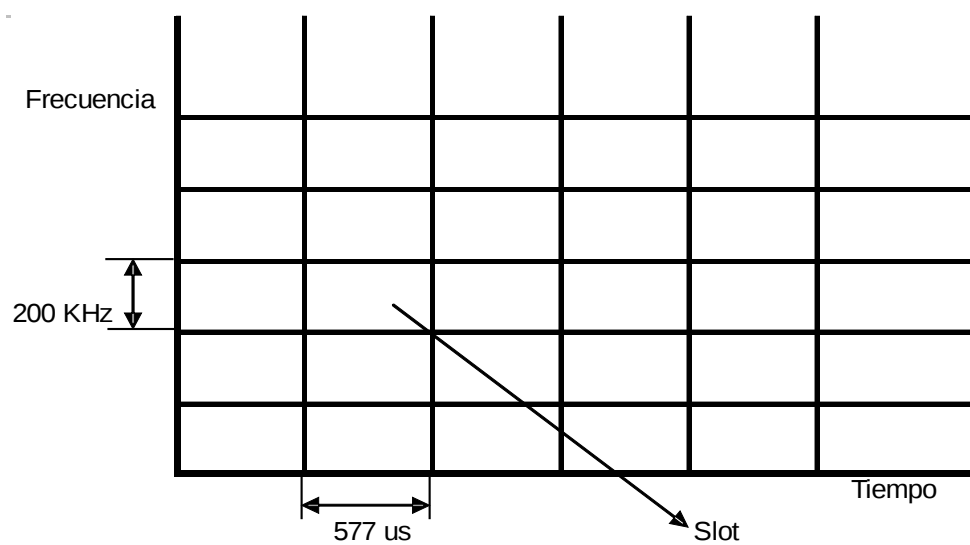


Figura 2.3. Esquema de multiplexado TDMA/FDMA

La unidad fundamental de tiempo en éste esquema TDMA es llamada una ráfaga y dura 0.577 ms. Ocho ráfagas son agrupadas dentro de una trama TDMA (4.615 ms), para

formar la unidad básica para la definición de los canales lógicos. Un canal físico es una ráfaga por cada trama TDMA.

### 2.3.1.1 Canales Lógicos

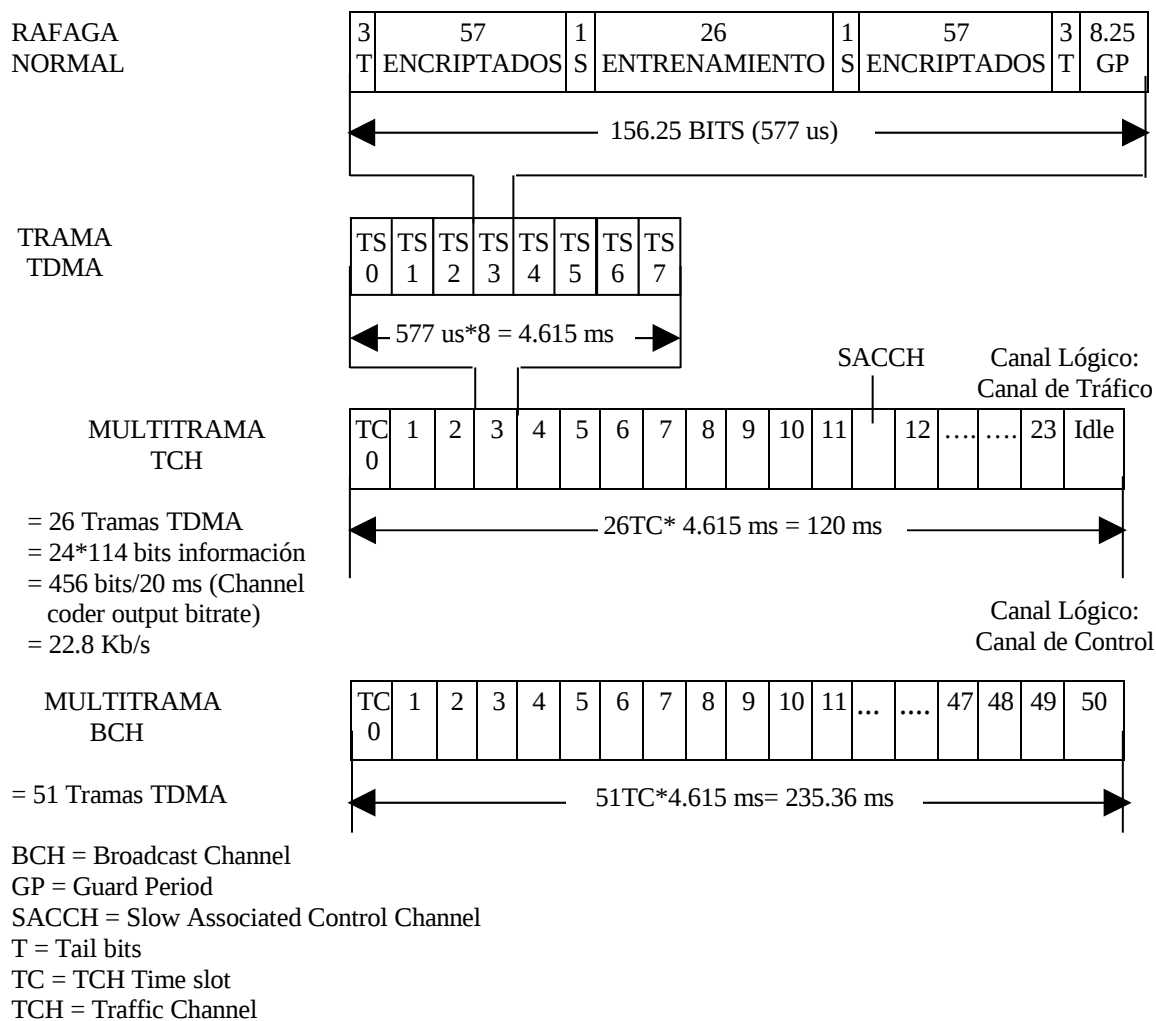


Figura 2.4. Canales Lógicos

Varios canales lógicos son trazados sobre los canales físicos. La organización de los canales lógicos depende de la aplicación y de la dirección del flujo de información (uplink/downlink o bidireccional).

Un canal lógico puede ser un canal de tráfico, el cual transporta datos del usuario, o un canal de señalización.

#### **2.3.1.1.1 Canales De Tráfico**

Un canal de tráfico (TCH) es usado para llevar el tráfico de voz y datos. Los canales de tráfico son definidos usando una multitrama de 26 tramas, o grupo de 26 tramas TDMA.

La duración de una multitrama de 26 tramas es de 120 ms. De las 26 tramas, 24 son usadas para el tráfico, 1 es usada para el SACCH y 1 esta actualmente sin uso (fig. 2.4).

Los TCHs para el uplink y downlink están separados en el tiempo por 3 ráfagas, de manera que la estación móvil no tiene que transmitir y recibir simultáneamente, dando como resultado la simplificación de la circuitería electrónica (filtros duplex).

Están definidos dos tipos de TCHs: de velocidad completa (TCH/F, 13 Kb/s) y de velocidad media (TCH/H, 6.5 Kb/s).

Los TCH/Hs doblan la capacidad de un sistema efectivamente haciendo posible transmitir dos llamadas en un sólo canal. Si es usado un TCH/F para comunicaciones de datos, la velocidad de los datos se reduce a 9.6 Kb/s (en TCH/H: máx. 4.8 Kb/s) debido a los intensos algoritmos de seguridad.

#### **2.3.1.1.2 Canales De Señalización**

Los canales de señalización sobre la interfaz aire son usados para el establecimiento de las llamadas, su mantenimiento, sincronización, etc.

Existen tres grupos de canales de señalización:

- **Broadcast Channels (BCH):** Transportan la información únicamente durante el downlink y son los responsables principalmente de la sincronización y corrección de frecuencia. Este es el único tipo de canal habilitado para comunicaciones punto-a-multipunto en el cual los mensajes cortos son transmitidos simultáneamente a varios móviles.

Los BCHs incluyen los siguientes canales:

- **Broadcast Control Channel (BCCH):** Contiene información general de una celda específica; p.e. código de área local (LAC), operador de red, parámetros de acceso, lista de células vecinas, etc.



- Frequency Correction Channel (FCCH): Encargado de la corrección de frecuencias de la MS; transmisión de frecuencia estándar a la MS; también es utilizado para la sincronización de los límites entre timeslots y la posición del primer timeslot de una trama TDMA.
- Synchronization Channel (SCH): Encargado de la sincronización de la trama (número de trama TDMA) e identificación de la estación base. La recepción válida de una ráfaga SCH provee a la MS toda la información necesaria para sincronizarse con una BTS.
- **Common Control Channels (CCCH):** Un grupo de canales de uplink y downlink entre la MS y la BTS. Estos canales son usados para llevar información de la red a las MSs y proveer acceso a la red.

Los CCCHs incluyen los siguientes canales:

- Paging Channel (PCH): Downlink únicamente; La MS es informada por la BTS de las llamadas entrantes a través del PCH.
- Access Grant Channel (AGCH): Downlink únicamente; La BTS asigna un TCH o SDCCH a la MS, permitiendo así, el acceso de la MS a la red.
- Random Access Channel (RACH): Uplink únicamente; permite a la MS solicitar un SDCCH en respuesta a una búsqueda o debido a una llamada; La MS escoge un tiempo aleatorio para enviar sobre éste canal.

- **Dedicated Control Channels (DCCH):** Son responsables, por ejemplo, del Roaming, handovers, encriptación, etc.

Los DCCHs incluyen los siguientes canales:

- Stand-Alone Dedicated Control Channel (SDCCH): Canal de comunicaciones entre la MS y la BTS; es asignada la señalización durante el inicio de una llamada antes de un canal de tráfico.
- Slow Associated Control Channel (SACCH): Transmite reportes continuos de medición (p.e. energías de campo), necesario para decisiones de handover; para procedimientos “no urgentes”, p.e. para medida de datos de radio, control de potencia (únicamente durante el downlink), etc.; siempre usado paralelamente a un TCH o SDCCH.
- Fast Associated Control Channel (FACCH): Similar al SDCCH, pero en paralelo a la operación del TCH.

### 2.3.1.2 Formatos De Ráfaga

Un timeslot es un intervalo de tiempo de 577 us, con 156.25 bits de duración, y su contenido físico es conocido como una ráfaga.

En el sistema existen cinco diferentes tipos de ráfaga. Estas están distinguidas por diferentes divisiones de tramas TDMA.

**Ráfaga normal (NB):** Usada para transportar información sobre los canales de tráfico y de control, excepto para el FCCH, SCH y RACH. Contiene 116 bits encriptados.

**Ráfaga de corrección de frecuencia (FCB):** Usada por el FCCH para la sincronización de frecuencia del móvil por el FCCH. Contiene 142 bits a 0.

**Ráfaga de sincronización (SB):** Es usada por el SCH para la sincronización de tiempo del móvil. Contiene una larga secuencia de entrenamiento y transporta la información del número de una trama TDMA.

**Ráfaga de acceso (AB):** Usada por el RACH para el acceso aleatorio y caracterizado por un largo periodo de guarda (256 us), permite la transmisión de una ráfaga desde un móvil que no conoce el avance de tiempo correcto en el primer acceso a la red (o después de un handover).

**Ráfaga de Relleno (DB):** Transmitido como un filtro en los timeslots no usados de la portadora; no transporta ninguna información pero tiene el mismo formato de una NB.

### 2.3.2 La Interfaz Abis

La interfaz Abis está situada dentro del BSS y representa la línea divisoria entre el BSC y la BTS.

El BSC y BTS pueden estar conectados usando líneas arrendadas, enlaces de radio o redes de área metropolitana (MANs).

Básicamente, existen dos tipos de canales entre el BSC y la BTS:

- **Traffic Channels (TCH):** Pueden ser configurados en formatos de 8, 16, 64 Kb/s y transportan datos de usuario,
- **Signaling Channels (SCH):** Pueden ser configurados en formatos de 16, 32, 56 y 64 Kb/s y son usados para propósitos de señalización entre la BTS y el BSC.

Cada TRX en un BSC generalmente requiere un canal de señalización sobre la interfaz Abis. El posicionamiento de las tramas de datos de usuario y las tramas de señalización varía entre fabricantes y entre sistemas.

Adicionalmente a los procedimientos de señalización de radio, la Interfaz Abis también provee los medios de transporte para procedimientos de operación y mantenimiento para las BTSs.

### 2.3.3 La Interfaz A

La interfaz A se encuentra entre el BSC y la MSC. Si la BSC contiene el equipo transcoder (TCE), un canal de tráfico (TCH) ocupa un timeslot de 64 Kb/s completo en el enlace PCM de 2Mb/s o 1.544 Mb/s. Dentro de los 32 timeslots disponibles sobre el

enlace PCM, un máximo de 30 canales de tráfico pueden ser operados simultáneamente, puesto que un mínimo de 2 timeslots son necesarios para propósitos de control y señalización sobre las facilidades PCM. Un canal de señalización soporta varias facilidades PCM de 64 Kb/s entre una BSC y la MSC. Normalmente 2 timeslots activos de 64 Kb/s son usados para éste propósito.

Si la MSC está equipada con un TCE, los TCHs son convertidos de 64 Kb/s a 16 Kb/s en el equipo transcoder. Si la BCS no contiene un TCE, entonces los TCHs son de 16 Kb/s sobre la interfaz A.

Entre la BSC y la MSC, los TCHs son fijados de 64 Kb/s a 16 Kb/s en el TCE.

#### **2.3.4 Interfaces En MSCs**

Todas las interfaces alrededor de la MSC usan protocolos basados en SS7 (Signaling System #7). Las interfaces B, C, D, F y G conectan el MSC a los registros o registros a otros registros. La interfaz E conecta un MSC a otro MSC dentro de la misma red o a un MSC de otra red. Son designados como sigue:

- Interfaz B: entre MSC y VLR
- Interfaz C: entre MSC y HLR
- Interfaz D: entre HLR y VLR
- Interfaz E: entre dos MSCs

- Interfaz F: entre MSC y EIR
- Interfaz G: entre VLRs

## **2.4 EL SERVICIO DE MENSAJES CORTOS PUNTO A PUNTO**

El SMS (Short Message Service) provee un medio para enviar y recibir mensajes de texto desde y hacia teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. El SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1.

La provisión de los SMS hace uso de un Centro de Servicio, el cual actúa como un centro de almacenamiento y envío de mensajes cortos. Así, una red GSM debe soportar la transferencia de mensajes cortos entre los Centros de Servicio (SC) y los móviles (MS).

Los mensajes cortos no se envían directamente del remitente al receptor, sino que se envían a través de un centro de SMS.

Cada red de telefonía móvil que utiliza SMS tiene uno o más centros de mensajería para manejar los mensajes cortos. El servicio de mensajes cortos se caracteriza por la confirmación de mensaje de salida. Esto significa que el usuario que envía el mensaje, recibe posteriormente otro mensaje notificándole si su mensaje ha sido enviado o no.

Los mensajes cortos se pueden enviar y recibir simultáneamente a la voz, datos y llamadas de fax. Esto es posible porque mientras que la voz, los datos y las llamadas de fax asumen el control de un canal de radio dedicado durante la llamada, los mensajes cortos viajan sobre un canal dedicado a señalización independiente de los de tráfico.

#### **2.4.1 Servicios Básicos**

Los servicios de mensajes cortos comprenden básicamente dos servicios:

SM MT (Short Message Mobile Terminated);

SM MO (Short Message Mobile Originated).

Los mensajes de texto a ser transferidos por medio del SM MT O SM MO contienen hasta 140 octetos (bytes).

**SM MT** (Servicio de Mensajes Terminado en el Móvil): Una MS activa debe ser capaz de recibir un mensaje corto (SMS-DELIVER) en cualquier momento, independientemente de que una llamada de voz o datos esté o no en progreso. Un reporte es siempre devuelto al SC; confirmando que la MS recibió el mensaje corto, o informando al SC que fue imposible entregar el mensaje corto a la MS (incluyendo la causa).

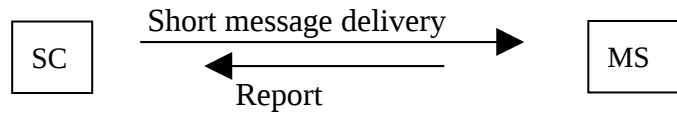


Figura 2.5. SM MT, punto-a-punto

**SM MO** (Servicio de Mensajes Originado en el Móvil): Una MS activa debe ser capaz de someter un mensaje corto (SMS-SUBMIT) en cualquier momento, independientemente de que una llamada de voz o datos esté o no en progreso. Un reporte es siempre devuelto a la MS; confirmando que el SC ha recibido el mensaje corto, o informado al MS que fue imposible entregar el mensaje corto (incluyendo la causa).

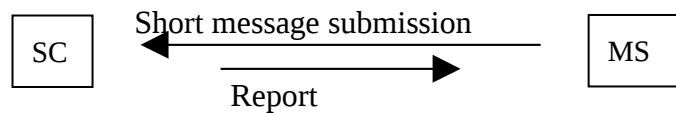


Figura 2.6. SM MO, punto-a-punto

## 2.4.2 Elementos Y Arquitectura De Red

La estructura básica de red del SMS está representada en la figura 2.9.



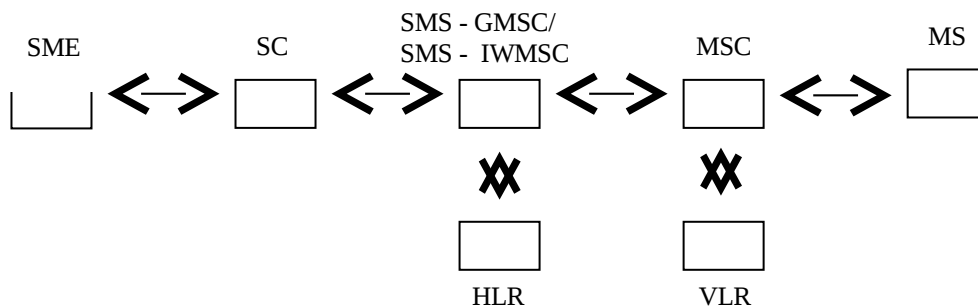


Figura 2.7. Estructura de red para la transferencia de mensajes cortos.

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

**Service Centre (SC):** Es el responsable de la transmisión y almacenamiento de un mensaje corto entre una SME y una MS. El SC no es parte de la red GSM, no obstante, la MSC y el SC pueden estar integrados.

**Gateway MSC For Short Message Service (SMS-GMSC):** Es un MSC capaz de recibir un mensaje corto desde un SC, interrogando al HLR sobre información de encaminamiento, y enviando el mensaje corto al MSC visitado en la estación móvil receptora.

**Interworking MSC For Short Message Service (SMS-IWMSC):** Es un MSC capaz de recibir un mensaje corto desde la PLMN y enviarlo a la SC receptora apropiada.

**Home Location Register (HLR):** Es una base de datos usada para el almacenamiento permanente, administración de los usuarios y el perfil del servicio. Sobre la interrogación del SMSC, el HLR le proporciona la información de encaminamiento para el usuario indicado. El HLR, también informa al SMSC, el cual previamente inició un intento de envío de SMS fallido a una estación móvil específica, que ahora la estación móvil es reconocida por la red y es accesible.

**Mobile Switching Center (MSC):** Lleva a cabo funciones de conmutación del sistema y el control de llamadas hacia y desde otro teléfono y/o sistema de datos.

**Visitor Location Register (VLR):** Es una base de datos que contiene información temporal de los usuarios. Esta información, la necesita el MSC para dar servicio a los usuarios de paso (que están de visita).

**Mobile Station (MS):** terminal sin hilos (wireless) capaz de recibir y originar tanto mensajes cortos como llamadas de voz; debe ser capaz de:

- Someter un mensaje corto a un SC
- Recibir un mensaje corto desde un SC;
- Retornar un reporte de liberación a la red de un mensaje corto previamente recibido;
- Recibir un reporte desde la red;

### **2.4.3 Interconexión Del Centro De Servicios Y La PLMN**

Un SC puede ser conectado a varias PLMNs, y puede ser conectado a varios MSCs (SMS-GMSCs o SMS-IW MSCs) dentro de una misma PLMN.

Puede haber una red intermedia entre la PLMN y el SC; en este caso la PLMN debe realizar autónomamente una conexión al SC usando la dirección del SC en esta red intermedia.

Ningún protocolo obligatorio entre el SC y el MSC bajo la capa de transferencia es especificado por GSM; esto es una cuestión de acuerdo entre los operadores del SC y la PLMN.

### **2.4.4 Requerimientos De Encaminamiento**

A continuación se describe los requerimientos de encaminamiento para el SM MO y el SM MT.

#### **2.4.4.1 Mensaje Corto Terminado En El Móvil**

El SC envía el mensaje corto al SMS-GMSC. El SMS-GMSC interroga al HLR para recuperar la información de encaminamiento necesaria para enviar el mensaje corto, y luego envía el mensaje al MSC pertinente, transitando otras redes si es necesario. Luego el MSC envía el mensaje corto a la MS.

Este procedimiento consiste de todas las operaciones necesarias para:

- a) transferir un mensaje corto o un reporte de estado desde el SC hacia la MS;
- b) retornar un reporte al SC, conteniendo el resultado del intento de transferencia del mensaje.

El siguiente diagrama muestra los pasos ejecutados en el envío de un mensaje corto terminado en el móvil, el cual ha sido transferido exitosamente:

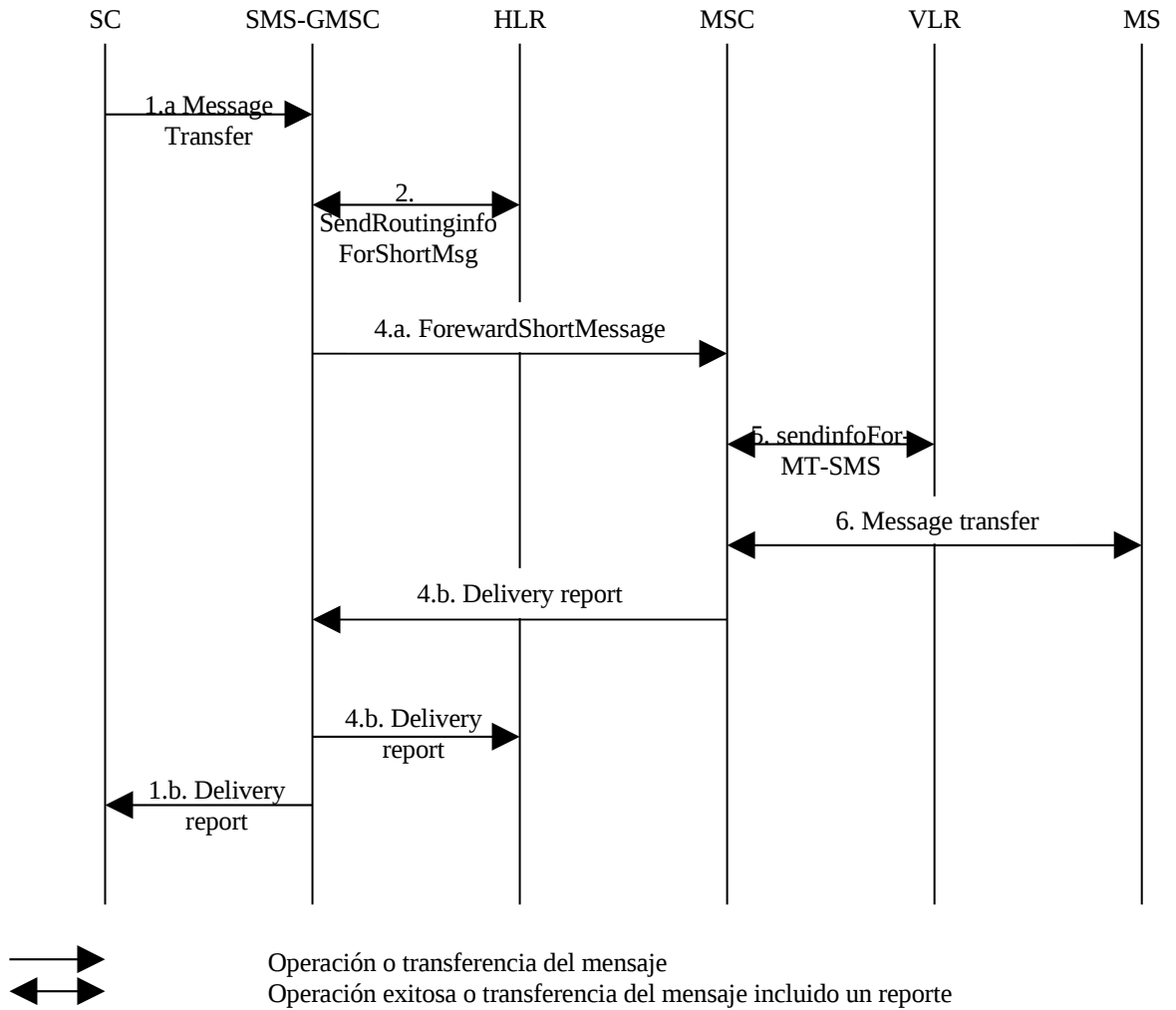


Figura 2.8. Transferencia exitosa del SM - MT

**Operación 1:** Message transfer SC -> SMS-GMSC

Esta operación es usada para transferir un mensaje corto desde un SC hacia un SMS-GMSC. La operación consiste en:

- la transferencia de un mensaje desde el SC hacia el SMS-GMSC (ver "1a. Message transfer"); y
- el retorno de un "Reporte de entrega" (ver 1b.).

**Operación 2:** sendRoutingInfoForShortMsg

La operación es una interrogación al HLR por el SMS-GMSC para recibir la información necesaria para enviar el mensaje corto.

**Operación 4:** forwardShortMessage

La operación provee un medio para el SMS-GMSC para transferir un mensaje corto al MSC en el cual está localizada actualmente la MS.

La operación trabaja en tandem con el envío del mensaje corto desde el MSC hacia el MS. De este modo, el resultado de la operación comprende: éxito en la transferencia, p.e. que el mensaje ha sido entregado a la MS; o una falla que puede ser causada por varias razones, p.e. falla en la transferencia SMS-GMSC -> MSC, MS fuera del área de cobertura.

**Operación 5:** sendInfoForMT-SMS

La operación provee un medio al MSC para recibir información desde el VLR para la transferencia del mensaje. La operación puede incluir un procedimiento de

autenticación; una indicación de recuperación infructuosa (p.e. suscriptor ausente) es entregada como causa a la SMS-GMSC.

#### **Operación 6: Message transfer MSC -> MS**

La operación es usada para transferir un mensaje corto desde el MSC hacia la MS.

Si la transferencia no es satisfactoria, p.e. debido a que la MS ha salido del área de cobertura después de haber sido autenticado satisfactoriamente, un reporte de error es devuelto al SMS-GMSC.

#### **2.4.4.2 Mensaje Corto Originado En El Móvil**

La MS envía el mensaje corto al MSC. La PLMN visitada ruteará el mensaje al SMS-IW MSC apropiado en los SCs de la PLMN, transitando otras redes si es necesario.

Este procedimiento consiste de todas las operaciones necesarias para:

- transferir un mensaje corto desde la MS hacia el SC;
- retornar un reporte a la MS, conteniendo el resultado de la transferencia del mensaje.

El siguiente diagrama muestra los pasos ejecutados en el envío de un mensaje corto originado en el móvil, el cual ha sido transferido exitosamente:

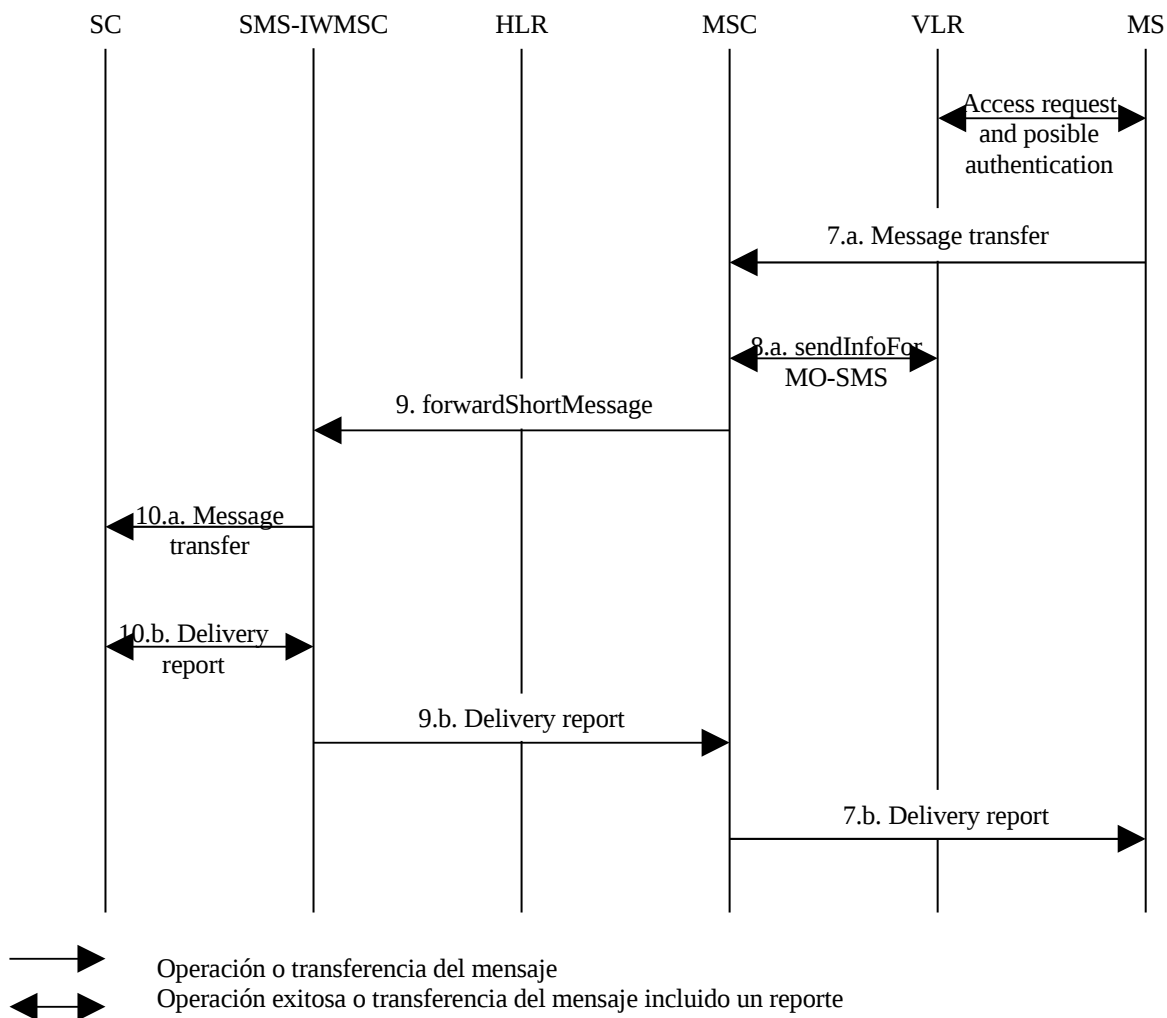


Figura 2.9. Transferencia exitosa del SM - MO

**Operación 7: Message transfer MS -> MSC**

La operación es usada para transferir un mensaje corto desde la MS hacia el MSC.



**Operación 8:** sendInfoForMO-SMS

La operación provee un medio al MSC para verificar desde el VLR que la transferencia del mensaje corto no viola los servicios suplementarios invocados o restricciones impuestas usando las características de la red determinadas por el operador.

**Operación 9:** forwardShortMessage

La operación provee un medio al MSC para transferir un mensaje corto hacia el SMS-IW MSC.

Este procedimiento es requerido si la MSC utilizada no puede acceder directamente al SC, p.e. porque (este) no tiene conexión al SC.

El procedimiento trabaja en tandem con el envío del mensaje corto desde el SMS-IW MSC hacia el SC. De este modo, el resultado de la operación comprende: el éxito de la transferencia, p.e. que el mensaje ha sido entregado al SC; o una falla que puede ser causada por varias razones, p.e. falla en la transferencia MSC --> SMS-IW MSC, el SC no accede.

**Operación 10:** Message transfer SMS-IW MSC -> SC

La operación es usada para transferir un mensaje corto desde un SMS-IW MSC hacia un SC, y consiste de:

- la transferencia de un mensaje desde el SMS-IW MSC hacia el SC (ver "10a. Message transfer"); y
- el retorno (si es solicitado) de un "Reporte de entrega" (ver 10b.).

### 2.4.5 Protocolos Y Arquitectura De Protocolos

Las capas del protocolo SMS son estructurados como se muestra en la siguiente figura.

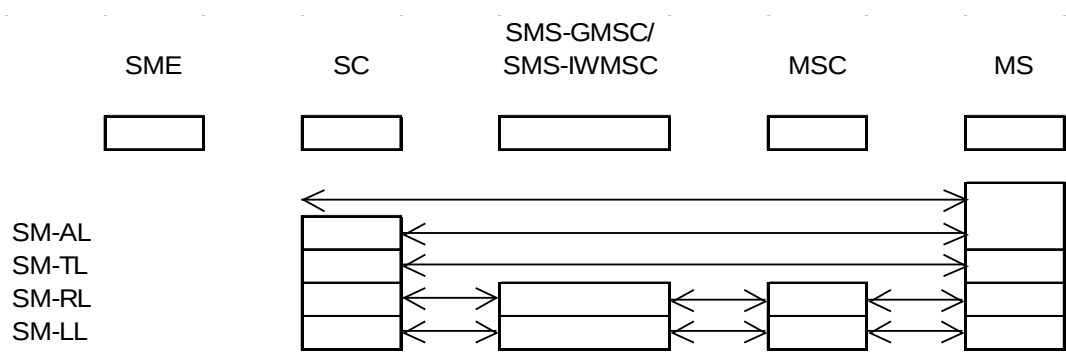


Figura 2.10: Estructura de Capas SMS

SM-AL (Short Message Application Layer): **Nivel de Aplicación**

SM-TL (Short Message Transfer Layer): **Nivel de transferencia.**

SM-RL Short Message Relay Layer: **Nivel de repetición.**

SM-LL Short Message Lower Layers: **Niveles Inferiores**

#### **2.4.5.1 Servicio Provisto Por La SM-TL**

La Capa de Transferencia de Mensajes Cortos (SM-TL) proporciona un servicio a la Capa de Aplicación de Mensajes Cortos (SM-AL).

Este servicio permite a la SM-AL transferir mensajes cortos a su entidad gemela, recibir mensajes cortos de su entidad gemela y recibir reportes sobre solicitudes previas de mensajes cortos ha ser transferidos.

La SM-TL se comunica con su entidad gemela por el protocolo SM-TP (Short Message Transport Protocol) descrito en la siguiente sección.

##### **2.4.5.1.1 Protocolos Utilizados En La SM-TL**

La SM-TL comprende los siguientes seis protocolos:

- **SMS-DELIVER:** Contiene los datos de usuario (el mensaje corto), que son enviados desde el SC hacia la MS.
- **SMS-DELIVER-REPORT:** Un SMS-DELIVER-REPORT puede ser enviado como parte de un reconocimiento negativo o positivo de un SMS-DELIVER o de un SMS-STATUS-REPORT.
- **SMS-SUBMIT:** Contiene datos del usuario (el mensaje corto), que son enviados desde la MS hacia el SC.

- **SMS-SUBMIT-REPORT:** Un SMS-SUBMIT-REPORT puede ser enviado como parte de un reconocimiento negativo o positivo de un SMS-SUBMIT o de un SMS-COMMAND.
- **SMS-STATUS-REPORT:** Informa a la MS receptora sobre el estado de un SM MO previamente sometido por la MS de origen, p.e. ya sea que el SC fue capaz de enviar el mensaje o no, o que el mensaje fue almacenado en el SC para una entrega posterior.
- **SMS-COMMAND:** Habilita a una MS para invocar una operación en el SC. Una MS puede entonces, p.e. borrar un mensaje corto, cancelar la solicitud de un reporte de estado, preguntar por el estado de un mensaje corto o solicitar alguna otra función que sea realizada por el SC.

#### **2.4.5.2 Servicio Provisto Por La SM-RL**

La Short Message Relay Layer (SM-RL) provee el servicio que habilita a la SM-TL para enviar los datos a su entidad gemela, recibir datos de su entidad gemela y recibir reportes sobre solicitudes anticipadas de datos a ser transferidos.

Para no perder de vista a los datos y los reportes concernientes a éstos, los servicios entre la SM-TL y SM-RL contienen un Short Message Identifier (SMI), que es un número de referencia para el dato asociado con el servicio. Este SMI no es transportado a través del protocolo SM-RL. Es transportado a través del servicio de la capa de relevo

entre el SC y la GMSC. Además es transportado por la SM-RL, entre el MSC visitado y la MS.

#### **2.4.5.2.1 Protocolos En La SM-RL**

La SM-RL comprende los 6 protocolos siguientes:

- **RP-MO-DATA:** para transferir datos desde la MS al SC
- **RP-MT-DATA:** para transferir datos del SC a la MS
- **RP-ACK:** para el reconocimiento de un RP-MO-DATA y un RP-MT-DATA.
- **RP-ERROR:** para informar de un RP-MO-DATA erróneo
- **RP-ALERT-SC:** para alertar al SC que la MS a vuelto a operar (información enviada desde el HLR al SC)
- **RP-SM-MEMORY-AVAILABLE:** para notificar a la red que la MS tiene memoria disponible para aceptar uno o más mensajes cortos (información enviada desde la MS al HLR)

#### **2.4.5.3 Servicio Provisto Por Las SM-LL**

Para poder soportar el servicio de mensajes cortos, las SM-LL proveen los servicios a la SM-RL.

Los servicios de las SM-LL son provistos usando funciones específicas de cada subcapa y los servicios ofrecidos de la subcapa más baja, controlados por entidades de control del servicio de mensaje corto llamadas SMCs.

Una estación móvil que soporte el servicio de mensajes cortos debe tener un mínimo de dos entidades SMC. Esto habilita a la MS a recibir mensajes MT durante la transferencia de un mensaje MO.

Para garantizar que una MS que tiene el mínimo de dos entidades SMC es capaz de recibir mensajes MT durante la transferencia de un mensaje MO, y remitir mensajes MO durante la transferencia de un mensaje MT, la transferencia paralela en la misma dirección es prohibida. Esto permite que las entidades SMC no deban realizar simultáneamente mensajería en la misma dirección.

Está compuesto por los siguientes subniveles:

- CM-sub: Connection Management sublayer
- MM-sub: Mobility Management sublayer
- RR-sub: Radio Resource Management sublayer

## **CAPITULO III**

### **INTRODUCCION A LOS COMANDOS AT+**

#### **3.1 INTRODUCCION**

La comunicación con un Modem (modulador-demodulador) se realiza a través de una línea serie. El estándar de facto para controlar los modems se basa en los Comandos AT HAYES, o más comúnmente conocidos como Comandos AT.

Los Comandos AT son cadenas ASCII que comienzan por los caracteres AT y terminan con un retorno de carro. Cada vez que el modem recibe un comando, lo procesa y devuelve un resultado, que normalmente es una cadena ASCII salvo que se haya indicado lo contrario.

##### **3.1.1 Interfaz Con Modems GSM**

Los modems GSM no sólo se comportan de forma muy parecida a un modem normal, permitiendo el intercambio de datos con otro modem y utilizándose los comandos AT originales, sino que incluyen muchas más características. Incluyen su propia tarjeta SIM para poder funcionar y por tanto permiten gestionar la base de datos de teléfonos, la lista de

los mensajes SMS recibidos, enviar mensajes SMS, así como configurar diversos parámetros.

Para tener acceso a todos esos servicios, y dado que los comandos AT estaban muy extendidos y muy estandarizados, se ha realizado una ampliación, añadiéndose nuevos comandos.

Estos nuevos comandos comienzan por las letras AT+, y se denominan **Comandos AT+** (comandos AT extendidos).

### **3.2 LÍNEA DE COMANDO**

En la figura 3.1 se muestra la estructura general de una línea de comando. Los comandos GSM usan las reglas de sintaxis de los comandos extendidos.

Si todos los comandos en una línea de comando han sido ejecutados satisfactoriamente, el código resultante <CR><LF>OK<CR><LF> es enviado desde el TA (terminal adaptador) hacia el TE (equipo terminal).



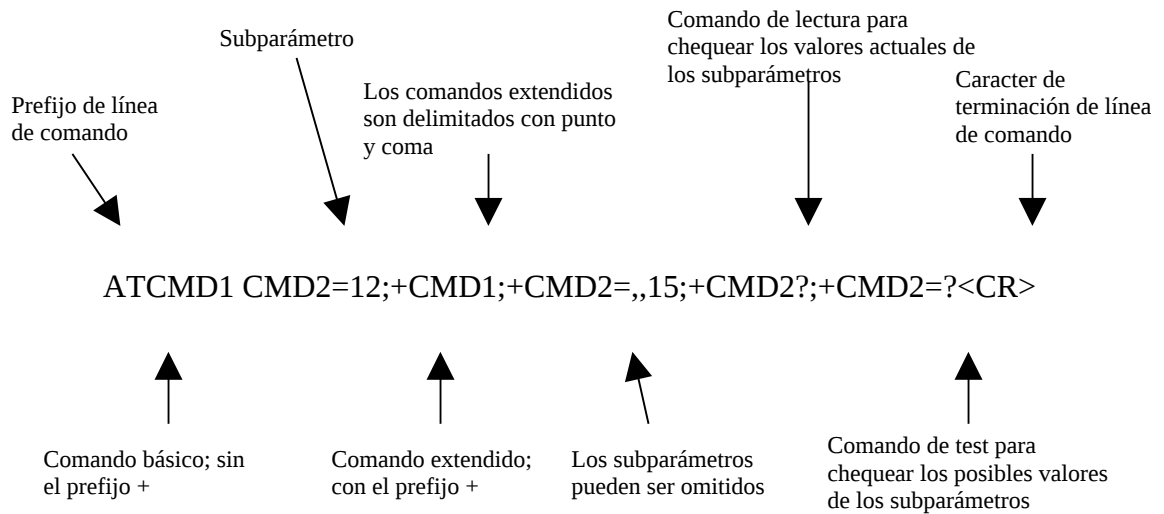


Figura 3.1. Estructura básica de una línea de comando

Si los valores del subparámetro de un comando no son aceptados por el TA (o el propio comando es inválido, o el comando no puede ser ejecutado por alguna razón), el código resultante `<CR><LF>ERROR<CR><LF>` es enviado hacia el TE y ningún comando subsiguiente en la línea de comando es procesado.

La respuesta del TA para la línea de comando del ejemplo de la figura 3.1 podría ser como se muestra en la figura 3.2.

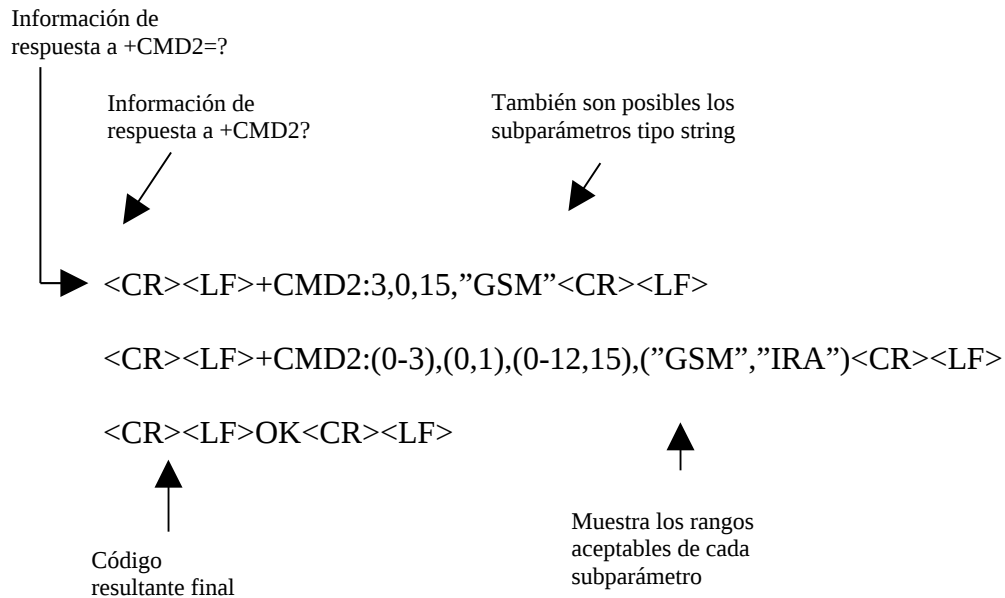


Figura 3.2. Respuesta a una línea de comando

Los llamados códigos resultantes intermedios informan sobre el progreso de la operación del TA (p.e. establecimiento de la conexión), y los llamados códigos resultantes no solicitados indican la ocurrencia de un evento que no está directamente asociado con la emisión de un comando desde el TE (p.e. indicación de timbre).

### 3.2.1 Definición De Parámetros

Los siguientes parámetros son utilizados en las cláusulas subsiguientes. Los valores de facto son para los parámetros de los comandos, no para parámetros de código de resultado.

Para éste propósito se aplican las siguientes definiciones sintácticas:

<**CR**> Caracter de retorno de carro.

<**LF**> Caracter de fin de línea.

<...> Nombre encerrado en paréntesis en forma de ángulo es un elemento sintáctico. Los paréntesis no aparecen en la línea de comando.

[...] Subparámetro opcional de un comando o una parte opcional de información de respuesta del TA es encerrada entre corchetes. Los corchetes no aparecen en la línea de comando.

### **3.2.1.1 Parámetros De Almacenamiento De Mensaje**

<**index**> tipo integer; lugar de almacenamiento en memoria

<**mem1**> tipo string; memoria usada para leer y borrar mensajes; valores definidos (otros son especificados por los fabricantes):

"ME" almacenamiento de mensajes en el ME (equipo móvil).

"SM" almacenamiento de mensajes en la SIM.

<stat> tipo string; en modo texto (de facto "REC UNREAD"); indica el estado del mensaje en memoria; valores definidos:

**0** "REC UNREAD" mensaje recibido sin leer (p.e. mensaje nuevo)

**1** "REC READ" mensaje recibido y leído

**2** "STO UNSENT" mensaje almacenado sin enviar

**3** "STO SENT" mensaje almacenado y enviado

**4** "ALL" todos los mensajes

### **3.2.1.2 Parámetros De Datos De Mensaje**

<alpha> Tipo string, representación alfanumérica de <da> u <oa>; la implementación de esta característica es especificada por el fabricante.

<da> Dirección de destino en formato string; tipo de dirección dado por <toda>.

<data> En el caso de SMS: Datos de usuario en modo texto.

<**dc**s> Esquema de codificación de datos (de facto 0).

<**fo**> Dependiendo del comando o código resultante: primer octeto de SMS-SUBMIT (de facto 17), en formato integer.

<**length**> Valor de tipo integer, en modo texto indica la longitud del cuerpo del mensaje <data> en caracteres.

<**mr**> Referencia del mensaje en formato integer.

<**oa**> Dirección de origen en formato string; tipo de dirección dado por <toa>.

<**pid**> Identificador de protocolo en formato integer (de facto 0).

<**sca**> Dirección del Centro de Servicio en formato string; tipo de dirección dado por <tosca>.

<**scts**> Marca de tiempo del Centro de Servicios en formato de tiempo string: “yy/MM/dd,hh:mm:ss”, donde los caracteres indican el año (dos últimos dígitos), mes, día, hora, minutos y segundos.

**<toda>** Tipo de dirección de <da>, octeto en formato integer (cuando el primer caracter de <da> es +, de facto es 145; de otro modo, de facto es 129).

**<toa>** Tipo de dirección de <oa>, octeto en formato integer (de facto refiérase a <toda>).

**<tosca>** Tipo de dirección de <sca>, octeto en formato integer (de facto refiérase a <toda>)

### 3.3 SET DE COMANDOS AT PARA EQUIPOS TERMINALES GSM

En este apartado se listan algunos de los comandos AT+ implementados en los modems GSM, específicamente los utilizados en el diseño del software para el Sistema de Monitoreo y Control Remoto Utilizando el Servicio de Mensajes de Texto de la Red GSM.

#### 3.3.1 Leer Mensaje +CMGR

**Sintaxis:**

<b>Comando</b>	<b>Posible Respuesta</b>
+CMGR=<index>	<b>Comando satisfactorio y SMS-DELIVER</b>  +CMGR:<stat>,<oa>,[<alpha>],<scts>[,<toa>,<fo>,<pid>,<dcs>,<sca>,<tosca>,<lenght>]<CR><LF><data>

**De otro modo:**

ERROR

**Descripción:**

La ejecución del comando retorna el mensaje con el valor de localización <index> del lugar de almacenamiento <mem1> al TE. Si el estado del mensaje es 'received unread' (recibido, sin leer), el estado en el lugar de almacenamiento cambia a 'received read' (recibido, leído).

Si falla la lectura, el código resultante final ERROR es devuelto.

Ejemplo:

```
+CMGR=1      +CMGR:"REC UNREAD", "0146290800", "98/10/01,18:22:11+00",  
             <CR><LF>ABCdefGHI
```

OK

Nota: Leer el mensaje

### 3.3.2 Enviar Mensaje +CMGS

**Sintaxis:**

<b>Comando</b>	<b>Posible Respuesta</b>
+CMGS=<da>[,<toda>]<CR>	<b>Envío satisfactorio:</b>
texto ingresado<ctrl.-Z/ESC>	+CMGS:<mr>[,<scts>]

**Envío fallido:**

ERROR

**Descripción:**

La ejecución del comando envía un mensaje desde el TE a la red (SMS-SUBMIT). El valor de referencia del mensaje <mr> es devuelto al TE en la entrega satisfactoria del mensaje.

Opcionalmente el <scts> es devuelto. Si falla el envío por algún error de la red o del ME, el código resultante final ERROR es retornado. Este comando puede ser abortado.

Ejemplo:

+CMGS="33146290800"<CR>	+CMGS:<mr>
Hola, mensaje de prueba <ctrl-Z>	OK
Nota: Envía un mensaje en modo texto	Nota: Transmisión satisfactoria

### 3.3.3. Borrar Mensaje +CMGD

**Sintaxis:**

Comando	Posible Respuesta
+CMGD=<index>[,<delflag>]	ERROR

**Descripción:**

Este comando borra un mensaje desde la localización <index> del lugar de almacenamiento <mem1>. Si <delflag> está presente y no es puesto a 0 entonces, el ME debe ignorar a <index> y seguir las reglas mostradas a continuación para <delflag>. Si el borrado de un mensaje falla, el código de resultado final ERROR es retornado.

**<delflag>:** De tipo entero; indica el método de borrado de los múltiples mensajes:



**0** (u omitido) Borra el mensaje especificado en <index>

**1** Borra todos los mensajes leídos desde el lugar de almacenamiento, dejando los mensajes no leídos y los mensajes almacenados originados en el móvil (enviados o no).

**2** Borra todos los mensajes leídos desde el lugar de almacenamiento y los mensajes enviados originados en el móvil, dejando los mensajes no leídos y los mensajes originados en el móvil no enviados.

**3** Borra todos los mensajes leídos desde el lugar de almacenamiento, los mensajes originados en el móvil enviados y no enviados dejando los mensajes no leídos que no han sido tocados.

**4** Borra todos los mensajes desde el lugar de almacenamiento incluyendo los mensajes no leídos.

Ejemplo:

+CMGD=1,0      OK

Nota: Mensaje del lugar de almacenamiento en la localización 1 borrado

## **CAPITULO IV**

### **MODULO BASIC STAMP 2**

#### **4.1 INTRODUCCION**

El BASIC STAMP II (BS2) es un módulo microcontrolador que ejecuta programas en lenguaje PBASIC que es un lenguaje de programación basado en un BASIC estructurado, orientado a entrada y salida de señales. El BS2-IC tiene 16 pines de entrada/salida que pueden ser conectados directamente a dispositivos digitales o de niveles lógicos, tales como pulsadores, diodos emisores de luz, altavoces, potenciómetros, registros de desplazamiento, etc. Además, con unos pocos componentes extras, pueden ser conectados a dispositivos tales como solenoides, relés, motores paso a paso y otros dispositivos de alta corriente o tensión.

#### **4.2 FUNCIONAMIENTO INTERNO**

El diseño físico consiste en un regulador de 5V, un oscilador de 20 MHz, una EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) de 2K, un detector de bajo voltaje y un chip intérprete PBASIC. Un programa compilado en PBASIC es almacenado en la EEPROM, desde donde el chip intérprete lee y escribe las instrucciones.

Este chip intérprete ejecuta una instrucción cada vez, realizando la operación apropiada en los pines de entrada/salida o en su estructura interna.

Debido a que el programa PBASIC es almacenado en una EEPROM, puede ser reprogramado una cantidad cercana a 10 millones de veces.

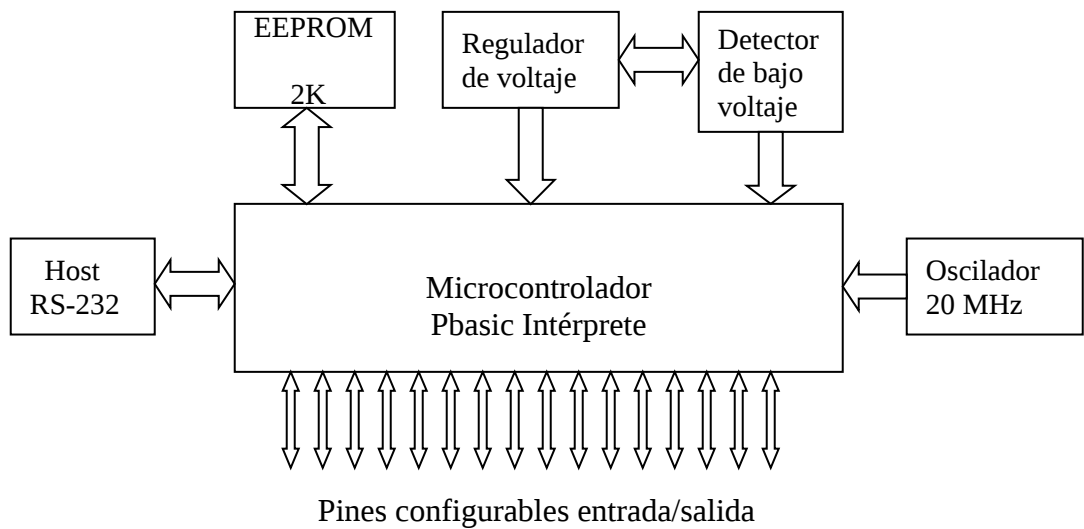


Figura 4.1. Diagrama en Bloques del BS2

El BS2 es capaz de almacenar entre 500 y 600 instrucciones de alto nivel (PBASIC) y ejecuta un promedio de 4000 instrucciones por segundo.

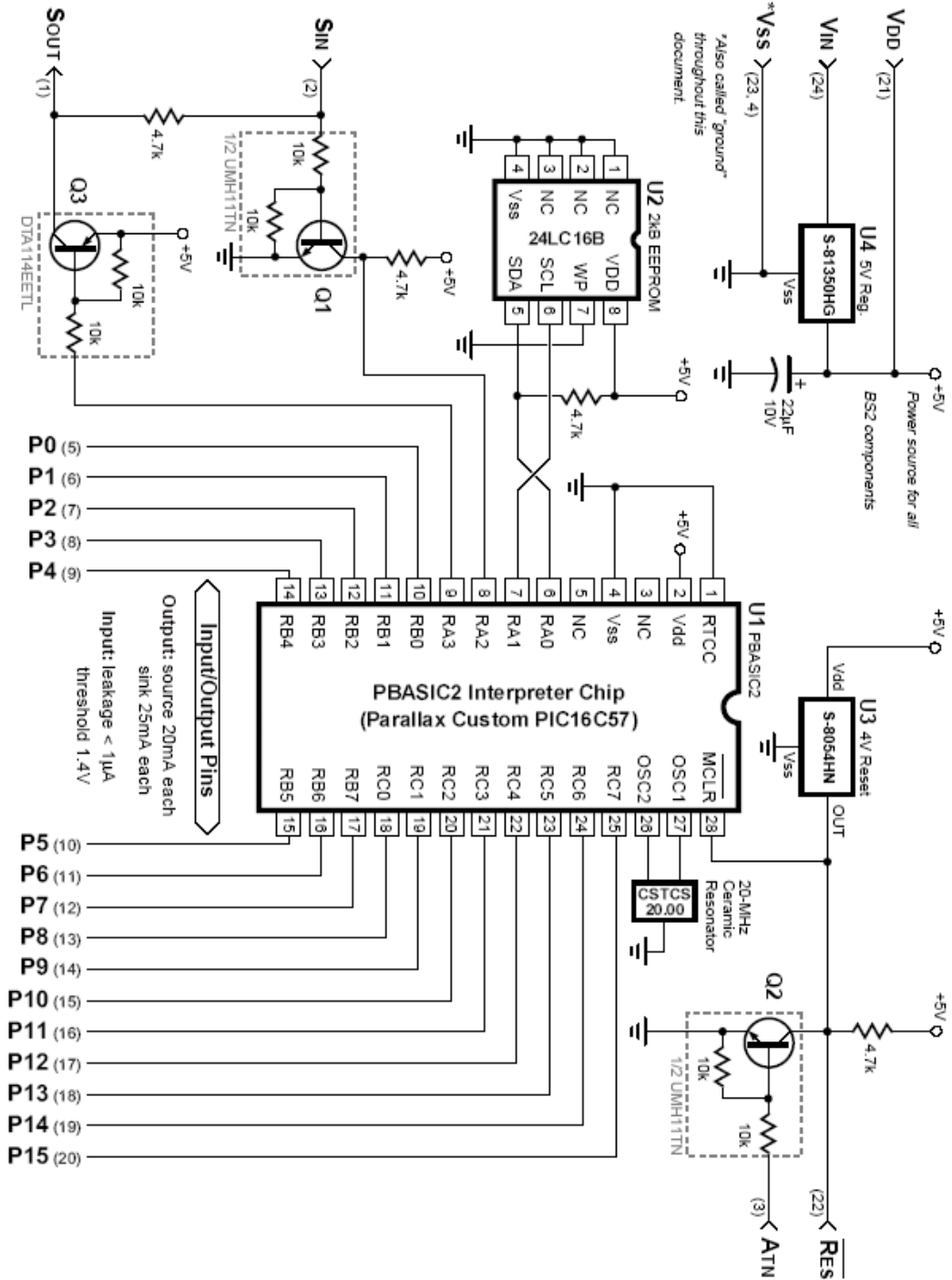


Figura 4.2. Diagrama eléctrico del Basic Stamp 2

<b>Pin</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
1	SIN	Salida Serie: Conectar al puerto serie RX (DB9 pin 2)
2	SOUT	Entrada Serie: Conectar al puerto serie TX (DB9 pin 3)
3	ATN	Reset activo alto: Conectar al puerto serie DTR (DB9 pin 4)
4	GND	Tierra Serie: conectar al puerto serie GND (DB pin 5)
5-20	P0-P15	Puerto de propósitos generales
21	VDD	Entrada de voltaje regulado a +5Vdc
22	Reset	Reset, basta con aterrizar y el BS2 reinicializa
23	GND	Tierra del BS2
24	PWR	Voltaje no regulado entre +5.5 a +15 Vdc, si VDD es utilizado PWR no puede ser utilizado

Tabla 4.1. Descripción de los pines del BS2

## **4.3 HARDWARE DEL BASIC STAMP II**

### **4.3.1 Chip Intérprete (U1)**

El cerebro del BS2 lo constituye un microcontrolador PIC16C57 (U1). U1 esta programado permanentemente (de fabrica) con el conjunto de instrucciones del lenguaje PBASIC.

Cuando se programa el BS2, el programador le está diciendo a U1 que salve las instrucciones compiladas llamadas fichas, en la EEPROM (U2). Cuando se ejecuta un programa, U1 extrae las fichas de la memoria (U2), las interpreta como instrucciones PBASIC, y ejecuta las instrucciones equivalentes.

U1 ejecuta su programa interno a una velocidad de 5 millones de instrucciones por segundo. Algunas instrucciones internas entran en una sola instrucción PBASIC, así que PBASIC las ejecuta más lentamente, aproximadamente 3000 a 4000 instrucciones por segundo.

El PIC16C57 tiene 20 pines de entrada/salida; en el circuito BS2, 16 de estos pines están destinados a entradas/salidas. Dos de los otros se pueden también utilizar para la comunicación serie asincrónica. Los dos restantes se utilizan solamente para interconectar con la EEPROM y no pueden ser utilizados para nada más.

Los pines de uso general de entrada/salida, (P0-P15), se pueden interconectar con toda la lógica de 5 voltios moderna (TTL, CMOS).

La dirección de entrada y salida de un pin dado está enteramente bajo el control del programa. Cuando un pin es declarado como entrada, tiene muy poco efecto en los circuitos conectados con él, con menos de 1 uA de consumo interno.

Los pines no usados deben ser declarados como salida aunque no estén conectados; esto es para evitar que las entradas interpreten el ruido externo como señales lógicas.

Cada pin de salida puede manejar alrededor de 25 mA. Pero Cada puerto de 8 pines no debe exceder de los 50 mA, con el regulador externo y 40 mA con el regulador interno; los pines de P0 a P7 conforman un puerto de 8 BITS y los pines de P8 a P15 el otro.

#### **4.3.2 2048-Bytes De Memoria Borrable Eléctricamente (U2)**

U1 se programa permanentemente en la fábrica y no puede ser reprogramada, así que los programas PBASIC se deben grabar en otra parte. Ése es el propósito de U2, una EEPROM modelo 24LC16B; la EEPROM es un buen medio para el almacenamiento del programa porque conserva datos permanentemente aun sin energía y se puede reprogramar fácilmente.

#### **4.3.3 Circuito De Reset (U3)**

Al encender el BS2, le toma una fracción de segundo a la fuente de voltaje estabilizarse y alcanzar el voltaje de operación. Durante esta operación el circuito de reset entra en acción.

La finalidad del circuito de reset S-8045HN (U3), es detectar si el voltaje de operación es menor de 4.5 Voltios, en este caso el circuito de reset mantendrá al microcontrolador

desconectado, cuando alcance un voltaje de unos 5 voltios, el circuito de reset espera unos 30 milisegundos para conectar al BS2.

Esta previsión evita posibles fallas del procesador y de la memoria (U1 y U2) que pueden incurrir en equivocaciones o bloqueos involuntarios.

El circuito de reset también es conectado externamente para reiniciar al microcontrolador.

#### **4.3.4 Fuente De Alimentación (U4)**

Existen dos formas de polarizar al BS2, la primera consiste a través de un voltaje de alimentación no regulado que puede variar de 5.5 a 15 Voltios. Este es un regulador de superficie S-81350HG, el cual puede proveer unos 50 mA.

La segunda consiste polarizándolo directamente a través de VDD, pero se debe tener en cuenta que este voltaje no debe exceder los 5.5 Voltios.

#### **4.3.5 Interfaz RS-232 (Q1, Q2, Y Q3)**

El puerto de interfaz RS-232 tiene dos funciones básicas, la primera es para programar al BS2 y la segunda para comunicarse externamente con otros dispositivos compatibles de comunicación asincrónica de formato RS-232 estándar.



El puerto RS-232 opera con un voltaje de +12V para indicar un 0 lógico y -12V para indicar un 1 lógico, mientras que el BS2 opera con +5V para indicar un 1 lógico y 0V para indicar un 0 lógico. El circuito de interfaz se encarga entonces de las conversiones de voltajes necesarias para su correcta operación.

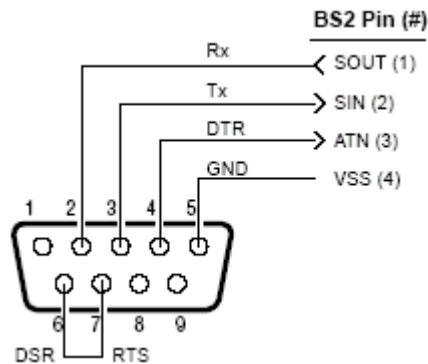


Figura 4.3. Esquema de conexión con la PC

#### 4.4 ORGANIZACIÓN DE MEMORIA DEL BS2

El BS2 tiene dos tipos de memoria; RAM (Random Acces Memory) para las variables usadas por el programa, y EEPROM para almacenar los programas en sí.

El BS2 tiene 32 bytes de RAM, 6 bytes están reservados para los registros de entrada/salida y direccionamiento del puerto para el control de entradas/salidas. Los 26 bytes restantes están destinados a variables de uso general.

#### 4.4.1 Jerarquías Del Puerto P0-P15 (Registros DIRS, INS & OUTS)

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, los registros de direccionamiento **DIRS**, de entrada **INS** y de salida **OUTS**, contienen una jerarquía. Pero la flexibilidad jerárquica consiste en que se pueden dividir y subdividir los registros según la necesidad.

DIRS															
DIRH								DIRL							
DIRD				DIRC				DIRB				DIRA			
DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR	DIR
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
OUTS															
OUTH								OUTL							
OUTD				OUTC				OUTB				OUTA			
OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
INS															
INH								INL							
IND				INC				INB				INA			

IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN	IN
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

Tabla 4.2. Registros de Direccionamiento, Salidas Y Entradas

#### 4.4.2 Direccionamiento Del Puerto P0-P15

Los microcontroladores por lo general contienen un puerto direccionable, es decir, que se puede elegir que pines serán salidas y cuales serán entradas.

Esto es posible gracias a un circuito que aísla la entrada, el direccionamiento es un interruptor lógico que acciona el pin para fijarlo en modo de entrada o modo de salida.

Cuando se enciende el BS2 todo el puerto se convierte en entrada automáticamente, hasta que no se le indique que se quiere cambiar el estado a modo de salida el puerto permanece como entrada.

**DIR0 = 1** Direcciona el Pin 0 como salida

**DIR0 = 0** Direcciona el Pin 0 como entrada

El direccionamiento se coloca, por lo general al principio del programa. En la siguiente tabla se tiene que (DIRD = %0000), (DIRC = %1111), (DIRB = %1101) y (DIRA = %0001).

DIRD				DIRC				DIRB				DIRA			
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
P15	P14	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0

Tabla 4.3. Ejemplo de direccionamiento de los pines de entrada/salida

Esto quiere decir que el puerto D esta definido como entrada, el puerto C esta definido como salida, el puerto B contiene 3 salidas y una entrada y el puerto A contiene 3 entradas y una salida. Esta definición también sería equivalente a (DIRS = %0000111111010001) o equivalente a (DIRH = %00001111) y (DIRL = %11010001).

Este formato es equivalente para los registros INS y OUTS.

#### 4.5 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PBASIC

El lenguaje de programación PBASIC fue creado específicamente para programar a los BS2, es pariente cercano del lenguaje de programación BASIC. Esta conformado por 36 comandos, 24 funciones matemáticas, instrucciones para definición de variables, constantes y etiquetas de referencia.

#### 4.5.1 Formatos De Conversión Numérica

PBASIC utiliza símbolos para identificar los distintos sistemas numéricos. Los números hexadecimales se representan con el signo de moneda (\$), los números binarios con el símbolo de porcentaje (%), los caracteres ASCII encerrados entre comillas (") y los números decimales de forma directa.

Ejemplo:

75	'Decimal
%01001	'Binario
\$65	'Hexadecimal
"A"	'ASCII

#### 4.5.2 Declaración De Variables

Las variables son donde se guardan los datos en forma temporal. La declaración de variables hay que realizarla al principio del programa o antes de utilizarlas. La sintaxis es la siguiente:

nombre\_variable **VAR** tamaño

Donde:

- **Nombre\_variable:** Es el nombre que se asigna a la variable; no debe ser mayor de 32 caracteres, puede contener una secuencia combinada de letras y números, también acepta el guión bajo “\_”. Los nombre\_variable no son sensibles a mayúsculas y minúsculas.
- **Tamaño:** Establece el número de bits reservados. PBASIC permite 4 tipos de tamaño:

Tipo	Tamaño	Elementos	Valores
BIT	1 bit	2	0-1
NIB	4 bits	16	0-15
BYTE	8 bits	256	0-255
WORD	16 bits	65536	0-65535

Tabla 4.4. Tamaño de las variables

El espacio para cada variable es automáticamente destinado en la memoria del BS2.

Ejemplo:

flash VAR nib ‘Puede tomar 16 elementos desde 0 a 15

Cuando una variable excede el límite de su tamaño, la variable retorna a su origen es decir a cero. Por ejemplo si una variable tipo byte realiza un conteo de 258 elementos el resultado

sería 2, pues la variable cuando llega a 255 en el próximo conteo de 256 se desborda a cero, luego a uno y después a dos.

### 4.5.3 Declaración De Constantes

Las llamadas constantes pueden ser creadas de manera similar a las variables. Puede ser más conveniente utilizar un nombre de constante en lugar de un número. La sintaxis es la siguiente:

nombre\_constante **CON** valor\_numérico

Donde:

- **nombre\_constante:** Es el nombre que se asigna a la constante; no debe ser mayor de 32 caracteres, puede contener una secuencia combinada de letras y números, también acepta el guión bajo “\_”. Los nombre\_constante no son sensibles a mayúsculas y minúsculas.
- **valor\_numérico:** Es un valor entre 0 y 65535.

PBASIC permite definir constantes numéricas en cuatro bases: decimal, binaria, hexadecimal y ASCII.

Ejemplo:

encender      CON %1101

detener        CON "s"

#### **4.5.4 Etiquetas De Direccionamiento**

Para marcar una dirección dentro del programa que puedan ser referenciados con los comandos GOTO ó GOSUB, PBASIC usa etiquetas de línea.

Cualquier línea PBASIC puede comenzar con una etiqueta de línea que es simplemente un identificador finalizado por dos puntos (:).

Las etiquetas no deben ser mayores de 32 caracteres, pueden contener una secuencia combinada de letras y números, también acepta el guión bajo "\_". Las etiquetas no son sensibles a mayúsculas y minúsculas.

Ejemplo:

Inicio\_de\_Programa\_01:

#### **4.5.5 Comentarios**



Un comentario de PBASIC comienza con el apóstrofe ('). Todos los demás caracteres de esa línea se ignoran, realmente los comentarios no ocupan espacio en memoria pues el compilador los ignora como función.

Ejemplo:

'Esto es un comentario

#### **4.6 REFERENCIA DE COMANDOS**

En éste apartado se explican únicamente las instrucciones utilizadas en el diseño del software para el “Sistema de Monitoreo y Control Utilizando El Servicio De Mensajes De Texto De La Red GSM” con sus reglas y parámetros; así también como con algunos ejemplos.

##### **4.6.1 Freqout**

**Sintaxis:** **Freqout**, Pin, Periodo, Freq1{, Freq2 }

- **Pin:** Puede ser variable/constante (0-15), especifica el pin para la salida de la señal.

Este pin se declara como salida.

- **Periodo:** Puede ser variable/constante (0-65535), especifica la permanencia del tono a generar. La unidad del periodo es de un 1 milisegundo.
- **Freq1:** Puede ser variable/constante (0- 32767), especifica la frecuencia en hertz del primer tono.
- **Freq2:** Puede ser variable/constante exactamente igual que Freq1. Cuando se especifican dos frecuencias, lo que se obtiene es la mezcla de los dos tonos especificados. Freq1 y Freq2 se rigen por el mismo Periodo.

**Explicación:** Freqout genera dos ondas senosoidales utilizando un algoritmo de PWM rápido.

Ejemplo:

Freqout 2, 5000, 2500, 4500

Esta instrucción genera una mezcla de dos frecuencias: un tono de 2500Hz y otro de 4500Hz, por un periodo de 5 segundos (5000 ms) a través del Pin 2. Las frecuencias se mezclan juntas para generar un sonido similar a una campana.

#### 4.6.2 Gosub

**Sintaxis:** Gosub Dir\_Eti

- **Dir\_Eti:** Es una dirección o referencia que especifica a donde ir dentro del código escrito.

**Explicación:** Después de Gosub, el programa ejecuta el código que comienza en la etiqueta de dirección especificada. Gosub también almacena la dirección de la instrucción inmediatamente después de sí mismo. Cuando el programa encuentra una instrucción de Return, la ejecución del programa retorna a la instrucción que sigue al Gosub más reciente.

El BS2 admite hasta 255 Gosubs por programa, y pueden ser anidados solamente cuatro, es decir, un subprograma que es la destinación de un Gosub puede contener un Gosub a otro subprograma, etcétera, hasta una profundidad máxima de cuatro niveles. Más de 4 niveles de anidamiento, y el programa nunca encontrará como retornar a su punto de origen.

Ejemplo:

```
gosub flash          'llama a subrutina flash
'instrucciones

flash:               'inicio de subrutina
'instrucciones de subrutina

return              'retorna a la siguiente instrucción, luego de gosub
```

Las Subrutinas deben colocarse al final del programa.

### 4.6.3 Goto

**Sintaxis:** Goto Dir\_Eti

- **Dir\_Eti:** Es una dirección o referencia que especifica a donde ir dentro del código escrito.

**Explicación:** Goto hace que el BS2 ejecute el código desde el inicio a una dirección específica. El BS2 lee los códigos de PBASIC de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. El comando Goto puede saltar a cualquier dirección del código.

Ejemplo:

```
principal:          'etiqueta "principal"  
  
'instrucciones  
  
goto principal     'regresa a etiqueta principal
```

Goto requiere una etiqueta de dirección para la destinación del puntero.



- **Cond:** Es una evaluación o comparación lógica sobre una variable y una constante o sobre dos variables. El resultado de la evaluación puede ser falso o verdadero.
- **Dir\_Eti:** Es la etiqueta que especifica a donde apuntara el programa en caso de que el resultado sea verdadero.

**Explicación:** If...Then es la manera que tiene PBASIC de tomar decisiones. Si la comparación lógica evaluada resulta verdadera el programa apuntará a la dirección señalada y si es falso continua en la siguiente línea después del If...Then. Las comparaciones lógicas se efectúan en base a los operadores de comparación los cuales son:

<b>Operador</b>	<b>Descripción</b>
=	Igual
<>	No igual o Diferente
<	Menor
>	Mayor
<=	Menor o igual
>=	Mayor o igual

Tabla 4.5. Comparadores matemáticos

Las comparaciones se escriben de la siguiente manera: Valor1 operador Valor2, los valores a comparar pueden ser entre una variable y una constante, o entre dos variables.

Ejemplo:

if in1=1 then BOTON\_ON                      ‘compara si IN1 es igual a 1

high 2	‘si falso, pone el pin 2 a 5V
BOTON_ON:	‘si verdadero
high 3	‘pone el pin 3 a 5V

If...Then soporta los operadores condicionales de la lógica NOT, AND, OR y XOR.

#### 4.6.6 Low

##### **Sintaxis: Low Pin**

- **Pin:** Puede ser una variable/constante (0-15) del puerto de entrada/salida del BS2. Este pin se direcciona como salida automáticamente.

**Explicación:** Low se utiliza para establecer una salida lógica baja de 0V por el pin especificado. Una vez establecido el comando Low, éste mantiene su estado indistintamente a que el BS2 realice otras tareas.

Ejemplo:

low 0            ‘Ajusta el pin7 a 0 Voltios

#### 4.6.7 Pause

##### Sintaxis: Pause Peri

- **Peri:** Puede ser una variable/constante (0-65535), especifica la duración de la pausa en milisegundos.

**Explicación:** Pause retrasa la ejecución del programa y cuando se cumple el periodo especificado en Peri, continúa con la siguiente instrucción.

Ejemplo:

```
low 0 'pone el pin 0 a 0 voltios
```

```
pause 500 'Espera ½ segundo
```

```
high 0 'pone el pin 0 a 5 voltios
```

#### 4.6.8 Return

##### Sintaxis: Return

**Explicación:** La función Return es un indicativo de que la subrutina más reciente invocada por Gosub termina y retorna a la línea próxima después del último Gosub invocado. (Ver la teoría de operación del comando Gosub).



#### 4.6.9 Serin

**Sintaxis:** Serin Rpin, {Fpin}, Baudmode, {Plabel} {Timeout,Tlabel} [InputData]

- **Rpin:** Puede ser variable/constante (0-16) que especifica el pin a utilizar. Rpin es colocado como entrada en forma automática. Si se especifica Rpin a 16, quiere decir que se utilizará el puerto de programación.
- **Fpin:** Puede ser variable/constante (0-15), es opcional. Se utiliza si se quiere establecer una comunicación con control de datos, muy importante para comunicación de microcontroladores entre sí.
- **Baudmode:** Puede ser variable/constante (0-65535), especifica la velocidad de transmisión y configuración.
- **Plabel:** Es un parámetro opcional, en realidad Plabel es una etiqueta de referencia. Si ocurre un error saltara al nombre de la etiqueta. Este argumento solo puede utilizarse si el Baudmode es 7 bits, y paridad par.
- **Timeout:** Es un parámetro opcional, puede ser variable/constante (0-65535), le indica a SERIN que si en el tiempo establecido por Timeout en milisegundos no arriban los datos, entonces salta a Tlabel.
- **Tlabel:** Es un parámetro opcional, Timeout, Tlabel es una etiqueta de referencia, que indica que los datos no arribaron en el tiempo establecido por Timeout.

- **InputData:** Es una lista de variables que serán recibidas a través del puerto serie RS-232, de formato de texto, decimal, binario o hexadecimal

VELOCIDAD	INVERTIDO		NO INVERTIDO	
	8 BITS	7 BITS	8 BITS	7 BITS
	NO PARIDAD	PARIDAD PAR	NO PARIDAD	PARIDAD PAR
300	19697	27889	3313	11505
600	18030	26222	1646	9838
1200	17197	25389	813	9005
2400	16780	24972	396	8588
4800	16572	24764	188	8380
9600	16468	24660	84	8276
19200	16416	24608	32	8224
38400	16390	24582	6	8198

Tabla 4.6. Configuración de Formatos

**Explicación:** El BS2 puede enviar o recibir datos serie asincrónicos a una velocidad de hasta 50000 bits por segundo.

El BS2 puede recibir comunicación RS-232 en cualquiera de sus 16 pines, pero es posible recibir información a través del puerto de programación. La posible desventaja de utilizar el puerto de programación (Rpin = 16) es que la velocidad y el formato no permiten variaciones.

SerIn puede comparar el dato recibido con una secuencia predefinida de bytes usando el modificador "Wait".

Ejemplo:

```
SerIn 1,16780,[wait ("HOLA")] 'Espera por la palabra "HOLA"
```

SerIn esperará por esa palabra y el programa no continuará hasta que esta sea recibida.

#### 4.6.10 Serout

**Sintaxis:** Serout Tpin, {Fpin}, Baudmode, {Timeout,Tlabel,} [OutData]

- **Tpin:** Puede ser variable/constante (0-16) que especifica el pin a utilizar. Tpin es colocado como salida en forma automática. Si se especifica Tpin a 16, quiere decir que se utilizará el puerto de programación.
- **Fpin:** Puede ser variable/constante (0-15), es opcional. Se utiliza si se quiere establecer una comunicación con control de datos, muy importante para comunicación de microcontroladores entre sí.
- **Baudmode:** Puede ser variable/constante (0-65535), especifica la velocidad de transmisión y configuración. Ver tabla 4.6.

- **Timeout:** Es un parámetro opcional, puede ser variable/constante (0-65535), le indica a SEROUT que si en el tiempo establecido por Timeout en milisegundos no son enviados los datos, entonces salta a Tlabel.
- **Tlabel:** Es un parámetro opcional, Tlabel es una etiqueta de referencia, que indica que los datos no fueron enviados, en el tiempo establecido por Timeout.
- **OutData:** Es una lista de variables que serán enviados a través del puerto serie RS-232.

**Explicación:** Serout es uno de los comandos más extensos y completos del BS2, el BS2 maneja con naturaleza la comunicación serie. Para más detalle, ver la teoría de operación del comando Serin.

Ejemplo:

‘Envía el mensaje “Hola” por el pin 1, 9600 bps, 8, N, invertido.

SEROUT 1, 16468,["Hola:"]

## **CAPITULO V**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL REMOTO**

#### **5.1 INTRODUCCION**

El SMS 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 (GSM).

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 monitoreo y control remoto.

#### **5.2 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Para el diseño e implementación del “Sistema de Monitoreo y Control Remoto utilizando el Servicio de Mensajes de Texto de La Red GSM” fueron necesarias las siguientes herramientas de hardware y software:

### **5.2.1 Requerimientos De Hardware**

- Computador personal: Necesario para la ejecución del sistema operativo utilizado así como de la herramienta de diseño electrónico Circuit Maker y del software editor Pbasic.
- Tablero de conexiones para prácticas de electrónica (Protoboard): En éste tablero se implementan los circuitos electrónicos para las respectivas pruebas de funcionamiento previamente a su ensamblaje final sobre una placa para circuito impreso.
- Multímetro: Es la principal herramienta utilizada en la Electrónica, con éste dispositivo se realizan principalmente medidas de voltaje, corriente y resistencia.

### **5.2.2 Requerimientos De Software**

- Sistema operativo Windows 98 o superior: Necesario para la ejecución de las herramientas de diseño así como del Editor de Pbasic para la programación del módulo microcontrolador Basic Stamp 2.
- Pbasic Editor: Es el software desarrollado por la empresa Parallax Inc., utilizado para editar los programas que posteriormente son grabados en el módulo microcontrolador.
- Circuit Maker 2000: Es una de las innumerables herramientas de diseño electrónico, con éste software es posible graficar los circuitos electrónicos y simular el funcionamiento de los mismos.

### 5.3 DESARROLLO DEL SISTEMA

El sistema completo está compuesto por seis etapas que son:

- Teléfono móvil GSM: Es el equipo móvil al cual se enviarán los mensajes cortos alertando sobre la ocurrencia de un evento, y desde el cual se envían los comandos de control.
- Modem GSM: Es el equipo terminal encargado de recibir y enviar los mensajes cortos. Sirve como interfaz entre la red GSM y el módulo microcontrolador BS2.
- Módulo Basic Stamp 2: Es el módulo microcontrolador encargado de procesar la información hacia y desde el modem GSM, por otra parte, se encuentra monitoreando permanentemente a los sensores, es el encargado de encender los señalizadores y activar los accionadores.
- Sensores, Accionadores, Señalizadores: Son los elementos responsables de indicar la ocurrencia de un evento, en el caso de los sensores con sus correspondientes señalizadores; y los accionadores con sus respectivos señalizadores que se activan o desactivan de acuerdo al comando de control recibido.

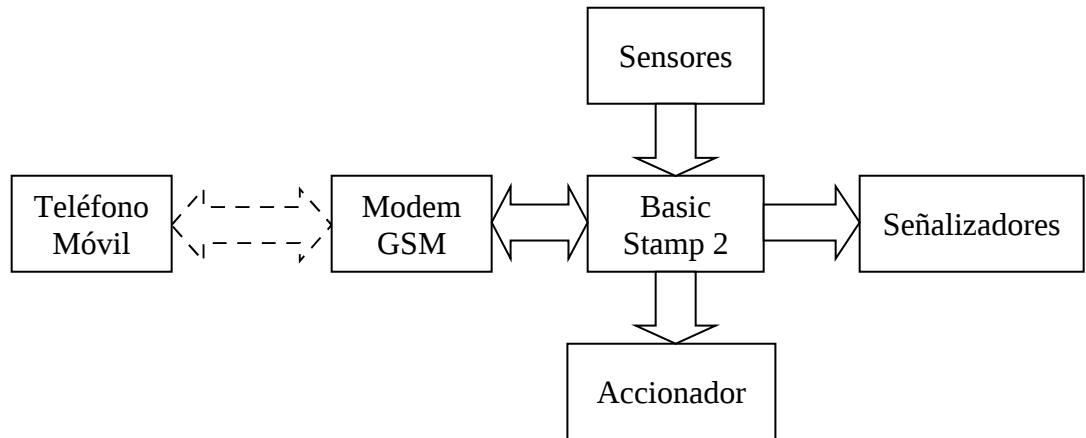


Figura 5.1. Diagrama de Bloques del Sistema de Monitoreo y Control Remoto

### 5.3.1 Elección Del Dispositivo Hardware GSM

El primer paso realizado fue la elección del dispositivo hardware que permita la interfaz con la red GSM para poder realizar el envío y recepción de los SMS.

De todos los dispositivos existentes se optó por utilizar un Modem GSM/GPRS modelo MTCBA-G-F2 de MultiTech Systems Inc.

### 5.3.2 Desarrollo Del Software



Se ha intentado que el software sea lo más simple y sencillo posible a fin de conseguir su absoluta estabilidad y robustez a lo largo de su continuo funcionamiento diario (24 horas x 365 días al año).

A continuación se describe brevemente el funcionamiento del sistema:

Se trata de un programa que continuamente esta interrogando al modem GSM para verificar si ha recibido un nuevo mensaje corto y por otra parte interrogando a la etapa de sensores para ver si alguno de estos ha sido activado.

Consiste de dos módulos bien diferenciados:

- **Módulo de Control:** Este módulo es el encargado de interrogar al modem GSM por la existencia de un nuevo mensaje, si existe, lo procesa y en función del comando recibido realiza una u otra acción.
- **Módulo de alarmas:** Este módulo se encuentra permanentemente revisando el estado de los sensores; en caso de que algún sensor sea activado, éste módulo es el encargado de generar un código de alerta y transmitirlo hacia el modem para que a través de éste se envíe hacia el usuario en forma de mensaje de texto.

### 5.3.2.1 Software Almacenado En El Basic Stamp 2

A continuación se describe el código fuente utilizado para el sistema de monitoreo y control remoto.

```
*****  
'Sistema de Monitoreo y Control Remoto Utilizando  
'el Servicio de Mensajes de Texto de la Red GSM  
'Realizado por: Santiago Ricardo Villacís Parra  
*****  
dirs = %11111001111111 'se configura los puertos  
'definición de variables  
can      var  nib  
tone     var  nib  
cont     var  nib  
'definición de constantes  
tpin     con  15  
rpin     con  14  
siren    con  10  
bdmd     con  16468
```

\*\*\*\*\*

'programa principal

main:

serout       tpin,bdmd,["at+cmgr=1",13]

serin        rpin,bdmd,500,seg,[wait("at ")]

goto         on

seg:

gosub        delmen

goto         seguir

on:

serout       tpin,bdmd,["at+cmgr=1",13]

serin        rpin,bdmd,500,off,[wait("on")]

high        5

gosub        delmen

goto         seguir

off:

serout       tpin,bdmd,["at+cmgr=1",13]

serin        rpin,bdmd,500,libre,[wait("of")]

low         5

gosub        delmen

```
goto      seguir
libre:
serout    tpin,bdmd,["at+cmgr=1",13]
serin     rpin,bdmd,500,seguir,[wait("lib")]
low       6
low       7
gosub     delmen
seguir:
if in8=1 then zona_1
if in9=1 then zona_2
goto      main
zona_1:
high      7
can = 1
gosub     sendm
goto      main
zona_2:
high      6
can = 2
gosub     sendm
```

goto main

\*\*\*\*\*

'subrutina para borrar los mensajes

delmen:

serout tpin,bdmd,["at+cmgd=1,0",13]

return

\*\*\*\*\*

'Subrutina para enviar mensaje de canal activo

sendm:

otro:

serout tpin,bdmd,["at+cmgs=",34,"# telefónico",34,13]

serin rpin,bdmd,[wait(">")]

serout tpin,bdmd,["Zona ",dec can," Activada",26]

serin rpin,bdmd,1000,otro,[wait("ok")]

tone = 0

ton:

freqout siren,700,2000,2500

freqout siren,400,2500,440

tone = tone + 1

if tone <= 3 then ton

return

\*\*\*\*\*

### 5.3.3 Diseño Del Hardware

Gracias a la gran potencialidad del módulo microcontrolador Basic Stamp 2 se reduce de manera significativa tanto el diseño del software como del hardware.

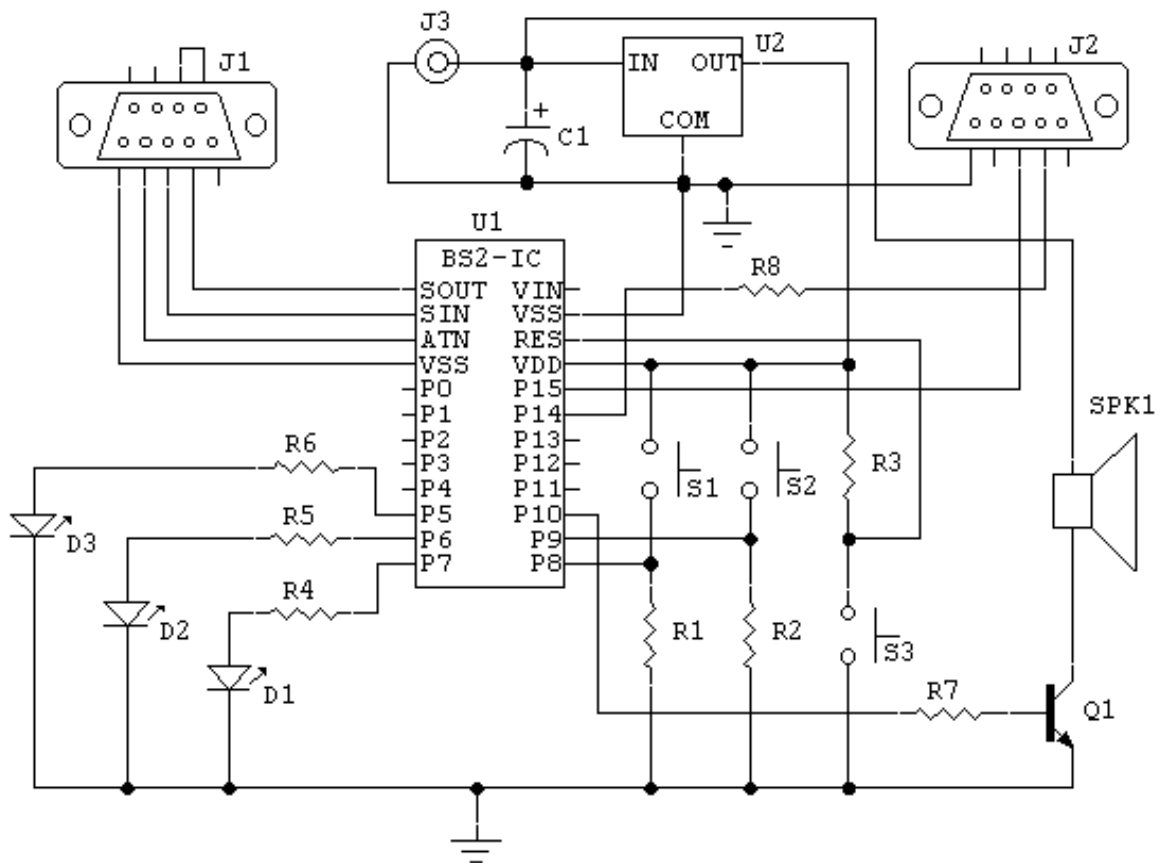


Figura 5.2. Diagrama Esquemático

### **5.3.3.1 Funcionamiento**

El circuito de la figura 5.2 realiza las siguientes funciones principales: en caso de recibir un comando previamente definido enciende o apaga el dispositivo a controlar.

Adicionalmente, si en una de sus entradas ocurre un evento, envía un mensaje corto al usuario indicando la zona que fue activada.

El análisis es el siguiente: El condensador electrolítico C1 es utilizado para filtrar los remanentes de voltaje alterno provenientes del adaptador utilizado para la alimentación, posteriormente el regulador de voltaje U2 es el encargado de reducir el voltaje del adaptador a un nivel seguro de 5 voltios y alimentar al microcontrolador U1 y sus elementos asociados.

El primer conector DB9 (J1) se encuentra conectado a los pines de programación del módulo Basic Stamp 2 y es utilizado únicamente para realizar modificaciones al programa original cargado en el módulo microcontrolador (p.e. si se desea cambiar los comandos de control, enviar un mensaje diferente o cambiar el número telefónico de destino de los mensajes de alarma).

El segundo conector J2 es utilizado para la comunicación entre el BS2 y el modem GSM; la resistencia R6 sirve para llevar a un nivel de voltaje seguro los datos enviados desde el modem hacia el BS2, ahorrando de ésta manera, el incremento de una interfaz RS232 - TTL (p.e. MAX232). Los conjuntos formados por S1, R1 y S2, R2 representan a la zona 1 y zona 2 respectivamente las mismas que son monitoreadas constantemente, S1 y S2 actúan como los sensores de dichas zonas, R1 conectado al pin 13 (P8) y R2 conectado al pin 14 (P9) del BS2 mantienen aterrizados a dichos pines mientras no se active ningún pulsador.

Las resistencias R4, R5 y R6 se utilizan para limitar la corriente que circula por los diodos emisores de luz D1, D2 y D3 respectivamente evitando de ésta manera la posible destrucción de éstos.

El transistor Q1 conectado su base por medio de R7 al pin 15 (P10) del BS2, es utilizado como un amplificador de audio, el parlante conectado entre su colector y +V es el encargado de realizar la conversión de las señales eléctricas emitidas por el BS2 y amplificadas por Q1 a señales de audio; funcionando éste conjunto, como una señalización audible.



El pulsador S3 conjuntamente con la resistencia R3 se utilizan para re-inicializar en cualquier momento al módulo microcontrolador BS2.

**Monitoreo:** El programa almacenado en el BS2 se encuentra permanentemente leyendo el estado de P8 y P9 que son las entradas de la zona 1 y la zona 2 respectivamente. Para el caso en que se pulse S1, inmediatamente el BS2 enciende D1 y lo más importante, envía el mensaje “zona 1 activada” al teléfono móvil del usuario; de igual manera ocurre para el caso en que se pulse S2, pero en contra parte, encendiéndose D2 y enviando el mensaje “zona 2 activada”; adicionalmente, para cualquiera de los dos casos el BS2 genera por P10 un tono audible de corta duración, similar al sonido emitido por las sirenas de la policía.

D1 y D2 permanecen encendidos hasta que se reciba un mensaje corto con el respectivo comando de desactivación.

**Control:** A más de estar leyendo permanentemente las entradas, el BS2 también se encuentra revisando si ha llegado un mensaje al modem GSM conectado a éste; en caso de recibir un mensaje, primero lo lee, si el comando recibido es el correcto realiza la acción pertinente así: si el comando recibido es “at on” enciende D3; si es “at of” apaga D3 y si el comando recibido es “at lib” apaga los indicadores luminosos de zona activada, ya sea D1, D2 o ambos.

Si el mensaje recibido no concuerda con ninguno de los códigos grabados en el BS2, entonces éste procede a borrar el mensaje de la memoria del modem y luego continúa con la ejecución normal del programa.

A continuación, en la figura 5.3 se muestra el diseño del circuito impreso realizado para el diagrama esquemático de la figura 5.2 y posteriormente la figura 5.4 detalla el diagrama pictórico del circuito, es decir, en él se muestra la disposición final de los elementos sobre la placa de circuito impreso.

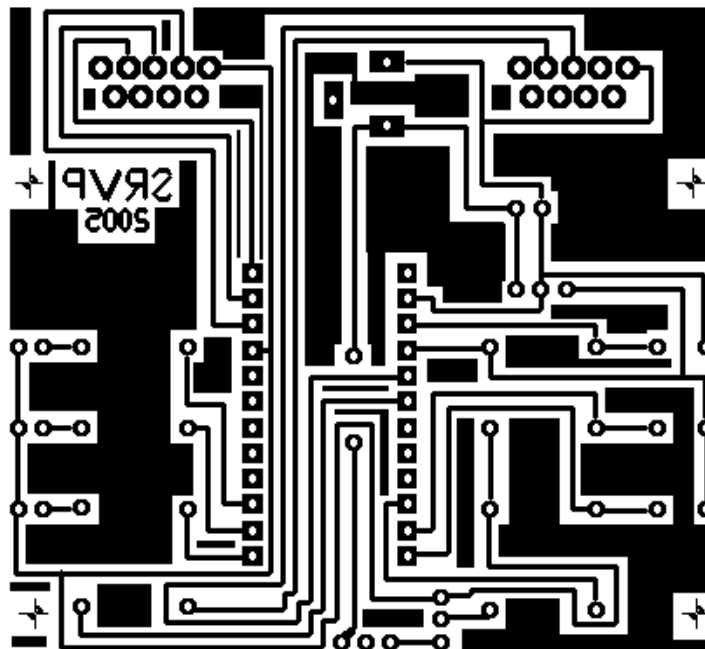


Figura 5.3. Circuito impreso visto desde el lado de los elementos

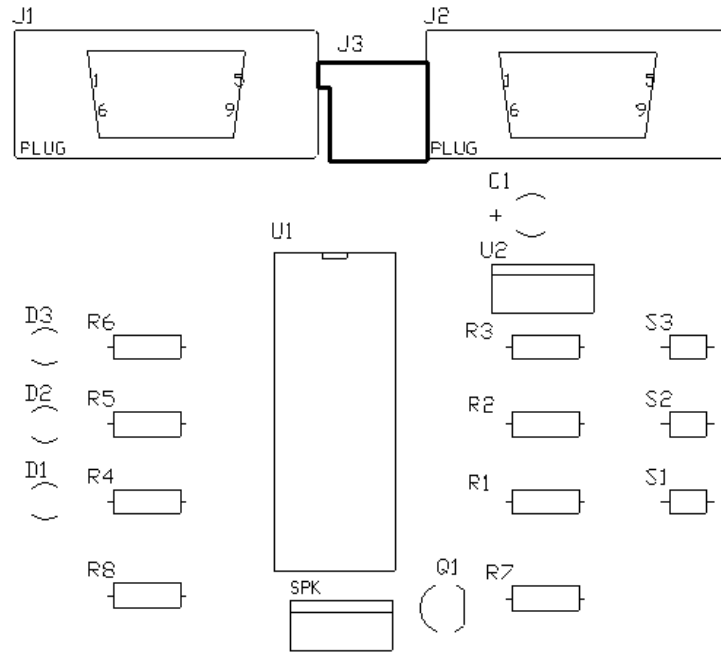


Figura 5.4. Diagrama pictórico

Finalmente, en la siguiente figura se muestra en su totalidad el “Sistema de Monitoreo y Control Remoto Utilizando el Servicio de Mensajes de Texto de la Red GSM”.

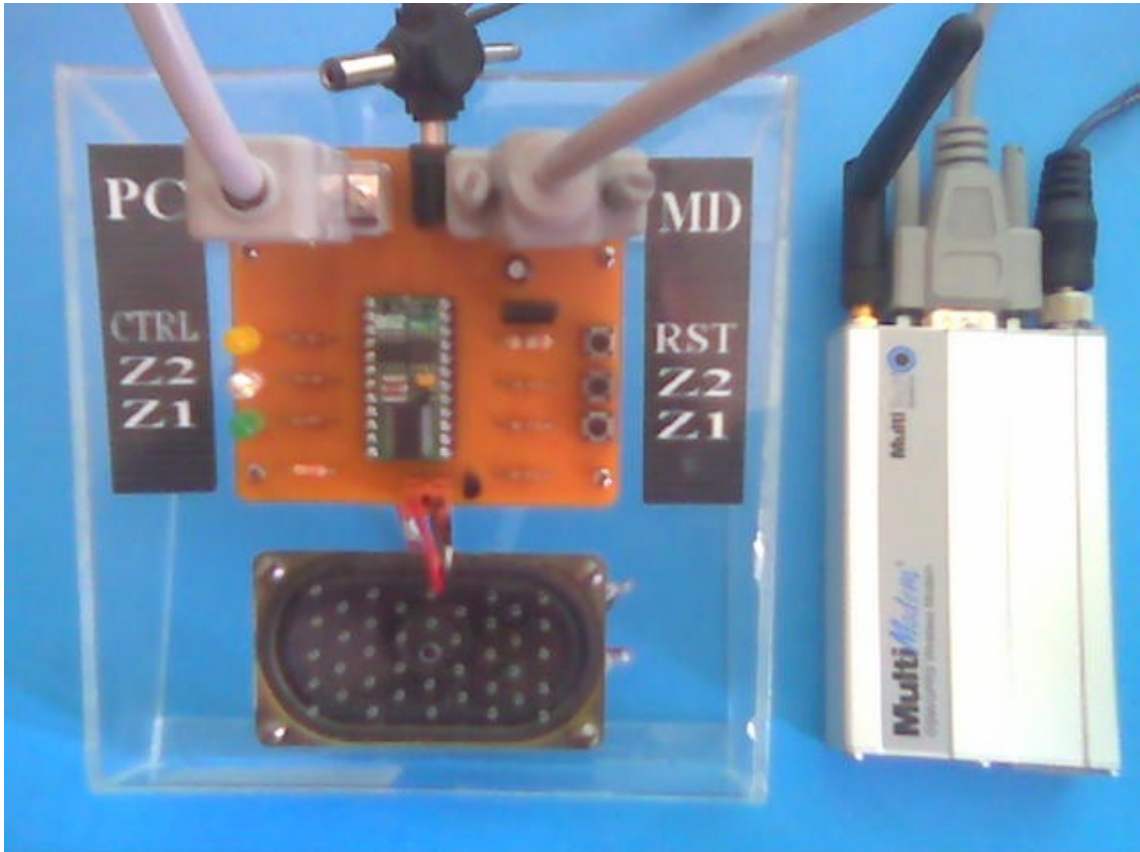


Figura 5.5. Sistema de Monitoreo y Control Remoto

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Luego de finalizado el diseño e implementación del Sistema de Monitoreo y Control Remoto Utilizando el Servicio de Mensajes de Texto de la Red GSM, las conclusiones y recomendaciones que se pueden extraer de este trabajo son las siguientes:

#### **6.1 CONCLUSIONES**

Las conclusiones obtenidas han sido tomadas en base a un análisis minucioso de la tecnología GSM, así como del funcionamiento del Sistema de Monitoreo y Control elaborado:

- El sistema GSM es complejo, sin embargo los modems GSM permiten hacer abstracción de la red GSM y utilizar sus servicios desde diversas aplicaciones.
- Alta calidad en las llamadas y ausencia de interferencias molestas. Esto se consigue mediante la transformación de los mensajes transmitidos en señales binarias. Cada canal puede ser utilizado a la vez por 6 a 8 personas por el sistema llamado reutilización de frecuencias, por lo que el sistema celular digital GSM que utiliza la operadora PORTA permite una gran capacidad de usuarios.

- El sistema como en EUROPA y en gran parte del resto del mundo (América, Australia, Extremo Oriente, Oriente Medio y Africa) permite que un cliente pueda viajar y usar el teléfono GSM. Un sistema estándar común permite un lenguaje común de uso del terminal y los servicios. Y una reducción de precios a mediano plazo.
- Las llamadas telefónicas con la red PORTA están protegidas contra las escuchas ilegales, ya que en telefonía digital la información transmitida se codifica de tal manera que la identificación de la información original sólo es posible con equipos técnicos muy sofisticados. El sistema digital autentifica la identidad del cliente gracias a las SIM CARD y un código de seguridad denominado PIN NUMBER.
- Los usuarios pueden acceder a una amplia gama de servicios adicionales que dependerán del tipo de abono que hayan contratado, de la gama de servicios del operador y de la potencia de su teléfono celular.
- Gracias al sistema, el responsable de la explotación de estas instalaciones tendrá la posibilidad de analizar a distancia el estado de las variables de interés, y podrá también ser avisado del disparo de un conjunto de alarmas, evitando repetidos desplazamientos a la instalación

- Puesto que un mensaje corto puede contener hasta 160 caracteres, es muy difícil que una persona inescrupulosa pueda descifrar los códigos de control enviados hacia el sistema de monitoreo y control, reduciendo enormemente de esta manera las posibilidades de sabotaje.
- El sistema desarrollado es ideal para ser empleado en diversas aplicaciones tales como telemetría, consultas, telecontrol de procesos industriales, telemarketing, y en general en cualquier campo que se requiera comunicaciones inalámbricas.
- Gracias al interworking establecido entre las tres operadoras de telefonía móvil existentes en el país, se puede realizar el envío de mensajes cortos entre dichas operadoras.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

En las siguientes líneas se presentan ciertas recomendaciones que se deben seguir a la hora de utilizar el sistema, así como la exposición de algunos criterios personales del autor, que bien pueden ser tomados en cuenta por las personas involucradas en el área de las comunicaciones y específicamente en las inalámbricas:

- Si bien existe interworking entre las operadoras de nuestro país, se recomienda el uso de teléfonos móviles GSM en el caso del equipo móvil, puesto que el envío de

un mensaje entre operadoras implica un retardo de tiempo propio de esta interconexión en su recepción.

- A la hora de instalar el sistema en un lugar específico se deben tomar en cuenta las normas de seguridad tales como no usar teléfonos móviles en hospitales, despachadoras de combustible, etc., puesto que el incumplimiento de éstas normas puede ser peligroso o ilegal.
- De igual manera, considerar que el dispositivo debe encontrarse localizado en una zona geográfica en la que exista cobertura, caso contrario, no tiene ninguna funcionalidad.
- Se recomienda a las personas interesadas en las comunicaciones inalámbricas, seguir investigando y adquiriendo conocimientos a cerca de las nuevas tecnologías existentes y en desarrollo.
- Finalmente, es de vital importancia que los profesores del área de Comunicaciones de la Carrera de Electrónica de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato, opten por desarrollar nuevas metodologías para la enseñanza de tecnologías de comunicaciones inalámbricas.



## **BIBLIOGRAFIA**

### **LIBROS**

- Petruzzellis, Tom, Stamp 2, Communications and Control Projects, McGraw - Hill, USA, 2003.
- Basic Stamp Programming Manual, Version 1.8, Parallax Inc., USA, 1997.
- Wayne, Tomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Segunda Edición, Prentice Hall, México, 1996.
- Clayton, Jade, Diccionario Ilustrado de Telecomunicaciones, McGraw - Hill, España, 2002.
- Kahabka, Mark, GSM Pocket Guide, Fundamentals and GSM Testing, Wandel & Goltermann GmbH &Co, Germany, 1996.
- AT Commands for GSM/GPRS Wireless Modems, Reference Guide, Revision C, MultiTech Systems Inc., USA, 2003.
- MultiModem GSM/GPRS & CDMA External Wireless Modem, Quick Start Guide, Revision C, MultiTech Systems Inc., USA, 2004.
- OGATA K., Ingeniería de Control Moderna, Prentice Hall, España, 1989.
- Lewis / Yang, Sistemas de Control en Ingeniería, Prentice Hall, España, 1999.
- Payas, Areny, Ramón, Sensores y Acondicionadores de Señal, Tercera Edición, Alfaomega Grupo Editor, México, 2001

- García Moreno, Emilio, Automatización de Procesos Industriales, Alfaomega Grupo Editor, México, 2001

### **PAGINAS WEB**

- <http://es.gsmbox.com/gsm/guidagsm.gsmbox>
- <http://www.gsmfavorites.com/introduction/mobile-communications/>
- <http://www.gsmfavorites.com/sms/>
- <http://www.etsi.org>
- [http://www.zator.com/Hardware/H2\\_5\\_1\\_1.htm](http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1_1.htm)
- <http://www.monografias.com/trabajos12/poten/poten.shtml>
- <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica98.html>
- <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest/2002terc/tecnologia/sica87.html>
- <http://www.security-systems.com.co/content/view/14/58/>
- <http://www.monografias.com/trabajos13/sepro/sepro.shtml>
- <http://www.syscom.com.mx/seguridad/centrales.htm>

## ANEXO –A

### SUMMARY OF THE PBASIC INSTRUCTIONS

#### **Branching**

IF...THEN	Compare and conditionally branch.
BRANCH	Branch to address specified by offset.
GOTO	Branch to address.
GOSUB	Branch to subroutine at address.
RETURN	Return from subroutine.

#### **Looping**

FOR...NEXT	Establish a FOR-NEXT loop.
------------	----------------------------

#### **Numerics**

LOOKUP	Lookup data specified by offset and store in variable.
LOOKDOWN	Find target's match number (0-N) and store in variable.
RANDOM	Generate a pseudo-random number.

## **Digital I/O**

INPUT	Make pin an input
OUTPUT	Make pin an output.
REVERSE	If pin is an output, make it an input. If pin is an input, make it an output.
LOW	Make pin output low.
HIGH	Make pin output high.
TOGGLE	Make pin an output and toggle state.
PULSIN	Measure an input pulse (resolution of 2 us).
PULSOUT	Output a timed pulse by inverting a pin for some time (resolution of 2 us).
BUTTON	Debounce button, perform auto-repeat, and branch to address if button is in target state.
SHIF TIN	Shift bits in from parallel-to-serial shift register.
SHIF TOUT	Shift bits out to serial-to-parallel shift register.
COUNT	Count cycles on a pin for a given amount of time (0 - 125 kHz, assuming a 50/50 duty cycle).
XOUT	Generate X-10 powerline control codes.

## **Serial I/O**

SERIN Serial input with optional qualifiers, time-out, and flow control. Data received must be N81 (no parity, 8 data bits, 1 stop bit) or E71 (even parity, 7 data bits, 1 stop bit).

SEROUT Send data serially with optional byte pacing and flow control. Data is sent as N81 (no parity, 8 data bits, 1 stop bit) or E71 (even parity, 7 data bits, 1 stop bit).

### **Analog I/O**

PWM Output PWM, then return pin to input. This can be used to output analog voltages (0-5V) using a capacitor and resistor.

RCTIME Measure an RC charge/discharge time. Can be used to measure potentiometers.

### **Sound**

FREQOUT Generate one or two sinewaves of specified frequencies (each from 0 - 32767 hz.).

DTMFOUT Generate DTMF telephone tones.

### **Eeprom Access**

DATA Store data in EEPROM before downloading PBASIC program.

READ Read EEPROM byte into variable.

WRITE Write byte into EEPROM.

### **Time**

PAUSE Pause execution for 0–65535 milliseconds.

### **Power Control**

NAP Nap for a short period. Power consumption is reduced.

SLEEP Sleep for 1-65535 seconds. Power consumption is reduced to approximately 50 uA.

END Sleep until the power cycles or the PC connects. Power consumption is reduced to approximately 50 uA.

### **Program Debugging**

DEBUG Send variables to PC for viewing.



## **ANEXO – B**

### **SMS - AT COMMANDS (TEXT MODE)**

#### **General Configuration Commands**

Select Message Service	+CSMS
Preferred Message Storage	+CPMS
Message Format	+CMGF
Enter SMS Block Mode Protocol	+CESP
Message Service Failure Result Code	+CMS ERROR

#### **Message Configuration Commands**

Service Centre Address	+CSCA
Set Text Mode Parameters	+CSMP
Show Text Mode Parameters	+CSDH
Select Cell Broadcast Message Types	+CSCB
Save Settings	+CSAS
Restore Settings	+CRES



### **Message Receiving And Reading Commands**

New Message Indications to TE	+CNMI
List Messages	+CMGL
Read Message	+CMGR
New Message Acknowledgement to ME/TA	+CNMA

### **Message Sending And Writing Commands**

Send Message	+CMGS
Send Message from Storage	+CMSS
Write Message to Memory	+CMGW
Delete Message	+CMGD
Send Command	+CMGC
More Messages to Send	+CMMS

## ANEXO – C

### CODIGO ASCII

Control Codes			Printing Characters					
Name/Function	*Char	Code	Char	Code	Char	Code	Char	Code
null	NUL	0	<space>	32	@	64	`	96
start of heading	SOH	1	!	33	A	65	a	97
start of text	STX	2	"	34	B	66	b	98
end of text	ETX	3	#	35	C	67	c	99
end of xmit	EOT	4	\$	36	D	68	d	100
enquiry	ENQ	5	%	37	E	69	e	101
acknowledge	ACK	6	&	38	F	70	f	102
bell	BEL	7	'	39	G	71	g	103
backspace	BS	8	(	40	H	72	h	104
horizontal tab	HT	9	)	41	I	73	i	105
line feed	LF	10	*	42	J	74	j	106
vertical tab	VT	11	+	43	K	75	k	107
form feed	FF	12	,	44	L	76	l	108
carriage return	CR	13	-	45	M	77	m	109
shift out	SO	14	.	46	N	78	n	110
shift in	SI	15	/	47	O	79	o	111
data line escape	DLE	16	0	48	P	80	p	112
device control 1	DC1	17	1	49	Q	81	q	113
device control 2	DC2	18	2	50	R	82	r	114
device control 3	DC3	19	3	51	S	83	s	115
device control 4	DC4	20	4	52	T	84	t	116
non acknowledge	NAK	21	5	53	U	85	u	117
synchronous idle	SYN	22	6	54	V	86	v	118
end of xmit block	ETB	23	7	55	W	87	w	119
cancel	CAN	24	8	56	X	88	x	120
end of medium	EM	25	9	57	Y	89	y	121
substitute	SUB	26	:	58	Z	90	z	123
escape	ESC	27	;	59	[	91	{	124
file separator	FS	28	<	60	\	92		125
group separator	GS	29	=	61	]	93	}	126
record separator	RS	30	>	62	^	94	~	127
unit separator	US	31	?	63	-	95	<delete>	128

\* Note that the control codes have no standardized screen symbols. The characters listed for them are just names used in referring to these codes. For example, to move the cursor to the beginning of the next line of a printer or terminal often requires sending linefeed and carriage return codes. This common pair is referred to as "LF/CR."