

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE UNA ALARMA VEHICULAR A TRAVÉS DE LA  
COBERTURA CELULAR EXISTENTE EN EL ECUADOR**

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

**EDUARDO JAVIER POZO BURGOS**

**DIRECTOR: Ing. Tania Pérez**

**Quito, Marzo del 2004.**

## DECLARACIÓN

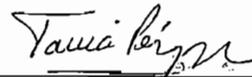
Yo, EDUARDO JAVIER POZO BURGOS, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

  
Eduardo Javier Pozo Burgos

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por EDUARDO JAVIER POZO BURGOS, bajo mi supervisión.



---

Ing. Tania Pérez

DIRECTOR DE PROYECTO

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios "... Toda sabiduría viene del Señor, y con él permanece eternamente..." Sicácides 1:1

También agradezco a la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, en especial a los profesores de la CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA por haberme brindado los conocimientos necesarios para poder desarrollar mi proyecto, en especial a mi directora de Proyecto de Titulación la Ing. Tania Pérez.

## DEDICATORIA

A mis padres: Jaime e Irene, a mi esposa Verónica y a mi hijo Esteban, quienes con su apoyo inconmensurable me han hecho alcanzar la máxima plenitud que tiene el hombre, "la ciencia" y a su vez darme el ánimo persistente que siempre los caracterizo.

## CONTENIDO

<u>CAPITULO I</u> .....	1
<u>ANTECEDENTES</u> .....	1
<u>SISTEMA DE NAVEGACIÓN SATELITAL</u> .....	3
<u>1.1. GLOBAL POSITIONING SYSTEM</u> .....	3
<u>1.1.1. SEGMENTO ESPACIAL</u> .....	3
<u>1.1.2. SEGMENTO DEL MONITOREO</u> .....	4
<u>1.1.3. SEGMENTO DEL USUARIO</u> .....	5
<u>1.1.4. POSICIONAMIENTO CON GPS</u> .....	6
1.1.4.1. Latitud: hemisferios norte y sur.....	6
1.1.4.2. Longitud: este. oeste.....	7
1.1.4.3. Dirección magnética v verdadera.....	7
1.1.4.4. Posición válida.....	8
1.1.4.5. UTC (Universal Time Constant).....	8
<u>1.1.5. POSICIÓN Y TIEMPO DESDE EL VEHÍCULO CON GPS</u> .....	8
1.1.5.1. Posición del vehículo, velocidad v tiempo.....	8
<u>1.1.6. ORIGEN DE ERRORES DEL GPS</u> .....	9
1.1.6.1. Otras fuentes de errores.....	10
<u>1.1.7. PRECISIÓN DE LAS MEDICIONES</u> .....	10
<u>1.1.8. DIFERENCIAL GPS (DGPS)</u> .....	11
<u>1.1.11. APLICACIONES</u> .....	12
<u>1.1.12. DESVENTAJAS DEL GPS</u> .....	14
<u>SISTEMA CON RADIO FRECUENCIAS</u> .....	15
<u>1.2. ALARMA VEHICULAR</u> .....	15
<u>1.2.1. PROCESADOR CENTRAL DEL SISTEMA</u> .....	15
1.2.1.1. Sensores de puerta.....	17
1.2.1.2. Sensores de impacto.....	18
1.2.1.3. Sensores de ventana.....	20
1.2.1.4. Sensores de Presión.....	21
<u>1.2.2. SONIDO DE LA ALARMA</u> .....	22
<u>1.2.3. EL TRANSMISOR</u> .....	23
<u>1.2.4. DESVENTAJAS DE LA ALARMA</u> .....	24
<u>SISTEMA TRONCALIZADO</u> .....	26
<u>1.3. SERVICIO DE RADIO BUSQUEDA</u> .....	26
<u>1.3.1. FUNCIONAMIENTO DEL BUSCA PERSONAS</u> .....	27
<u>1.3.2. VENTAJAS</u> .....	28
<u>1.3.3. DESVENTAJAS</u> .....	28

<u>CAPITULO II</u> .....	29
<u>ANÁLISIS Y ESTUDIO DEL MANEJO REMOTO DE UN TELÉFONO CELULAR</u> .....	29
<u>2.1 FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO CELULAR</u> .....	29
<u>2.2. TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR</u> .....	34
<u>2.2.1. FDMA</u> .....	34
<u>2.2.2. TDMA</u> .....	35
<u>2.2.3. CDMA</u> .....	36
<u>2.3. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA CELULAR</u> .....	37
<u>2.3.1. COBERTURA</u> .....	37
<u>2.3.2. CAPACIDAD</u> .....	38
<u>2.3.3. DISEÑO DE LAS CELDAS</u> .....	38
<u>2.3.3.1. Las Macroceldas</u> .....	39
<u>2.3.3.2. Las Microceldas</u> .....	39
<u>2.3.3.3. Las Picoceladas</u> .....	39
<u>2.3.4. MANEJO DEL HANDOFF (MANOS LIBRES)</u> .....	40
<u>2.3.5. MOVILIDAD</u> .....	40
<u>2.3.6. CALIDAD</u> .....	40
<u>2.3.7. FLEXIBILIDAD Y COMPATIBILIDAD</u> .....	41
<u>2.3.8. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA</u> .....	41
<u>2.4. SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL DIGITAL GSM</u> .....	42
<u>2.4.1. SERVICIOS Y FACILIDADES DEL SISTEMA GSM</u> .....	43
<u>2.4.1.1. Agenda Telefónica</u> .....	43
<u>2.4.1.2. Desvío de Llamadas</u> .....	43
<u>2.4.1.3. Contestador Automático</u> .....	44
<u>2.4.1.4. Notificación y recuperación de nuevos mensajes</u> .....	44
<u>2.4.1.5. Configuración del contestador</u> .....	45
<u>2.4.1.6. Llamada en Espera</u> .....	45
<u>2.4.1.7. Retención de Llamadas</u> .....	45
<u>2.4.1.8. Multiconferencia</u> .....	45
<u>2.4.1.9. Servicio gratuito</u> .....	46
<u>2.4.1.10. Restricción de Llamadas</u> .....	46
<u>2.4.1.11. Tipos de restricciones</u> .....	47
<u>2.4.1.12. Cambio de número de teléfono</u> .....	47
<u>2.4.1.13. Confidencialidad</u> .....	47
<u>2.4.1.14. Identificación del número llamante</u> .....	47
<u>2.4.1.15. Reserva de números</u> .....	48
<u>2.4.1.16. Selección del número propio</u> .....	48
<u>2.4.1.17. Números Gold</u> .....	48
<u>2.4.1.18. Facturación personalizada</u> .....	48
<u>2.4.1.19. Funciones de Seguridad</u> .....	49

2.4.2. <u>ARQUITECTURA FUNCIONAL E INTERFACES DE UN SISTEMA GSM</u> .....	49
2.4.3. <u>BASES DE DATOS DE LA RED</u> .....	50
2.4.4. <u>PLAN DE NUMERACIÓN</u> .....	50
2.4.5. <u>LA ESTRUCTURA DE PROTOCOLOS</u> .....	51
<b><u>CAPITULO III</u></b> .....	<b>53</b>
<b><u>3. DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL "CELULAR-VEHÍCULO" Y SISTEMA DE ALARMA</u></b>	
<b><u>VEHÍCULO</u></b> .....	<b>53</b>
3.1. <u>FUENTE DE RESPALDO DE ENERGÍA</u> .....	55
3.2. <u>SENSORES</u> .....	56
3.2.1. <u>SENSOR INFRARROJO DE MOVIMIENTO</u> .....	56
3.2.1.1 <u>FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR INFRARROJO DE MOVIMIENTO</u> .....	58
3.2.2. <u>CONEXIÓN AL SWITCH O INTERRUPTOR</u> .....	59
3.2.3. <u>SENSOR EN PUERTAS</u> .....	60
3.3. <u>CIRCUITO DETECTOR DE LLAMADA ENTRANTE</u> .....	61
3.4. <u>CIRCUITO DE CONEXIÓN DEL PIC 16F84A</u> .....	62
3.5. <u>CIRCUITO DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA. SUSPENSIÓN DEL PASO DE</u> <u>COMBUSTIBLE Y ACTIVACIÓN DE LA SIRENA</u> .....	62
3.6 <u>CIRCUITO DE DESCONEXIÓN REMOTA</u> .....	63
3.6.1. <u>SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE</u> .....	65
3.7. <u>VISUALIZACIÓN DE LOS DIFERENTES ESTADOS DE LA ALARMA</u> .....	65
3.2. <u>PROGRAMACIÓN DEL PIC16F84A</u> .....	67
3.3. <u>PRUEBAS Y RESULTADOS</u> .....	77
<b><u>CAPITULO IV</u></b> .....	<b>80</b>
<b><u>4. COMUNICACIÓN ENTRE EL "CELULAR-VEHÍCULO" Y "CELULAR-USUARIO"</u></b> .....	<b>80</b>
4.1. <u>DESCRIPCIÓN INTERNA DE UN TELÉFONO CELULAR</u> .....	80
4.2. <u>PROCESAMIENTO DE LLAMADAS</u> .....	83
4.2.1. <u>LLAMADAS DE MÓVIL A MÓVIL</u> .....	84
4.3. <u>CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL DE FLUJOS (ENTREGAS)</u> .....	85
4.4. <u>PROGRAMACIÓN DE LOS CELULARES</u> .....	86
4.4.1. <u>MENÚ DE LOS TELÉFONOS ERICSSON</u> .....	87
4.4.2. <u>PROGRAMACIÓN DEL "CELULAR-VEHÍCULO"</u> .....	90
4.4.3. <u>PROGRAMACIÓN DEL "CELULAR-USUARIO"</u> .....	92
4.4.4. <u>COMUNICACIÓN ENTRE CELULARES</u> .....	93
<b><u>CAPITULO V</u></b> .....	<b>95</b>
5.1. <u>CONCLUSIONES</u> .....	95
5.2. <u>RECOMENDACIONES</u> .....	98

BIBLIOGRAFÍA.....97

ANEXOS.....99

## RESUMEN

Éste “Proyecto de Titulación” presenta el diseño de una alarma vehicular la cual informa al dueño del vehículo en el momento en el que se está efectuando el robo tanto del vehículo como de sus accesorios internos, a través de la cobertura celular existente en el Ecuador, pudiendo así el usuario acudir al lugar en donde parqueó el vehículo para confirmar la llamada. ✂

También se realiza el diseño complementario de la alarma vehicular para dar una mayor calidad de servicio de seguridad, con el cual el usuario puede desde su celular personal llamar al “celular-vehículo” y mediante confirmación de códigos de acceso disponer que se apague la alarma o se suspenda el paso de combustible.

Contiene además, la descripción de la transmisión celular a nivel de celdas así también como la descripción interna de las partes que conforman un celular, cabe destacar que el diseño de esta alarma es independiente de las diferentes tecnologías que existen (GSM, TDMA, CDMA, etc).

## PRESENTACIÓN

Éste proyecto de titulación consta de cinco capítulos:

El primero, "Descripción, antecedentes y situación actual de sistema similares existentes", el cual trata sobre la situación actual de las alarmas vehiculares con sus características, ventajas y desventajas.

El segundo, "Análisis y estudio del manejo remoto de un teléfono celular", hace un enfoque a la transmisión celular a nivel de celdas, tecnologías de transmisión y características de los teléfonos celulares GSM.

El tercero, "Diseño de la interfaz del "celular-vehículo" y sistema de alarma vehículo", se realiza el diseño de una alarma el cual pueda poner en alerta al dueño del vehículo cuando éste sufra algún intento de robo.

El cuarto, "Comunicación entre el "celular-vehículo" y "celular-usuario", en éste capítulo se hace una descripción de las características internas de un celular y se hace el establecimiento de comunicación entre el "celular-vehículo" y "celular-usuario" cuando el dispositivo diseñado en el capítulo tres se activa.

El quinto, "Conclusiones y Recomendaciones."

# CAPITULO I

## ANTECEDENTES.

Existen varias empresas que ofrecen el seguimiento satelital de vehículos (especialmente camiones) permitiendo incluso que el usuario consulte la posición de sus móviles a través de un sitio de Internet. De esta forma ya sea con un teléfono celular con WAP<sup>1</sup>, una terminal pública de Internet o bien su computadora privada el usuario puede saber en todo momento y con precisión donde se encuentran sus vehículos.

No se mencionará marcas ni nombres de productos o servicios ofrecidos en el país solo se explicará como funciona este sistema.

A cada vehículo a seguir se instala un equipo electrónico el cual en su interior tiene un receptor GPS y un mini-controlador. Todo esto en un pequeño gabinete de no más de 20 x 15 cm y 3 cm de espesor. Adicionalmente este aparato tiene interfaces que permiten detectar eventos tales como la pulsación de un botón oculto, sensores en el motor o en los enganches del vehículo y tienen salidas para comandar dispositivos que provocan cortes de combustible o activan alarmas, etc.

Para determinar la velocidad a la que se desplaza el vehículo no se requiere de conexiones al velocímetro ni tampoco a partes físicas del mismo; lo que se hace es, en una fracción precisa de tiempo, tomar dos lecturas de posición desde el GPS; de esta forma, la diferencia de distancias sometida a un cálculo simple da la velocidad a la que el vehículo se desplaza; y con esa misma lectura se determina la dirección en la que lo hace.

El equipo de localización con GPS es muy costoso debido a que tiene que realizar comunicación satelital todo el tiempo para saber sus coordenadas exactas y en ocasiones tiene que hacer uso de las redes de telefonía celular, como se explicara más adelante.

---

<sup>1</sup> WAP: Protocolo de acceso inalámbrico. (Protocol access wireless)

Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

---

Otros sistemas alternativos de vigilancia vehicular se encuentran en el mercado, como por ejemplo las alarmas convencionales que lo único que hacen es activar una sirena cuando se ha producido la alteración de uno de sus seguros, que previamente debían haberse instalado en el vehículo.

El sistema de una sirena instalada en un vehículo es muy limitado debido a que si el usuario se encuentra muy alejado de éste no podrá escuchar la sirena y se procedería al robo total o parcial del vehículo.

Existe en el mercado una alarma vehicular que al momento de accionarse uno de sus seguros se establece una comunicación con el llavero del usuario, pero tiene la limitación de que la comunicación es unidireccional y que el alcance máximo entre el vehículo y el usuario es de 150m en línea de vista directa.

Antes de aparecer la tecnología celular, las compañías proveedoras de alarmas y sus usuarios, tenían pocas alternativas más allá de la línea telefónica para hacer llegar una alarma desde un punto "Origen" a otro "Destino". Los transmisores receptores celulares abrieron nuevas opciones, y una gama inmensa de aplicaciones.

En el Ecuador dos empresas en este momento pueden dar solución con buena cobertura, alta seguridad y facilidades de monitoreo; lo que viene a constituir una gran alternativa frente al uso de las líneas telefónicas normales.

Durante el desarrollo de la tecnología celular no se consideró la transmisión de alarmas, se trataba principalmente de hallar una solución a la posibilidad de comunicarse a largo alcance; es decir a nivel nacional y desde un vehículo. Con la gran expansión de su radio celular, las grandes ciudades se cubrieron y ahora se cubre las zonas rurales.

## SISTEMA DE NAVEGACIÓN SATELITAL.

### 1.1. GLOBAL POSITIONING SYSTEM.

GPS<sup>2</sup> es fundado y controlado por el DOD<sup>3</sup> de los Estados Unidos. Existe muchos miles de usuarios civiles de GPS a nivel mundial, el sistema se diseñó para el ejército de los Estados Unidos y es operado por él.

GPS proporciona señales del satélite codificadas que pueden procesarse en un receptor de GPS y pueden permitirle al receptor que compute posición, velocidad y tiempo especialmente.

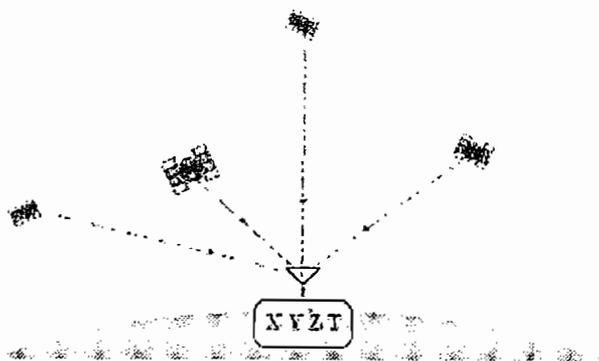


Figura 1.1. Posición y tiempo desde 4 satélites GPS.

Se usan cuatro señales GPS satélite para computar posiciones en tres dimensiones y el tiempo para que iguale el reloj del receptor. Como se puede observar en la figura 1.1.

#### 1.1.1.1. SEGMENTO ESPACIAL.

El Segmento Espacial del sistema está formado por los satélites GPS. Estos vehículos espaciales envían las señales de radio desde el espacio.

---

<sup>2</sup> GPS: Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)

<sup>3</sup> DOD: Departamento de Defensa. (Department of Defense)

## Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

---

La Constelación Operacional de GPS nominal consiste en 24 satélites que giran alrededor de la órbita de la tierra en 12 horas. Hay a menudo más de 24 satélites operacionales, se lanzan nuevos satélites para reemplazar los satélites más viejos. La altitud de la órbita es tal, que los satélites repiten la misma cobertura de la tierra y configuración; aproximadamente encima de cualquier punto cada 24 horas.

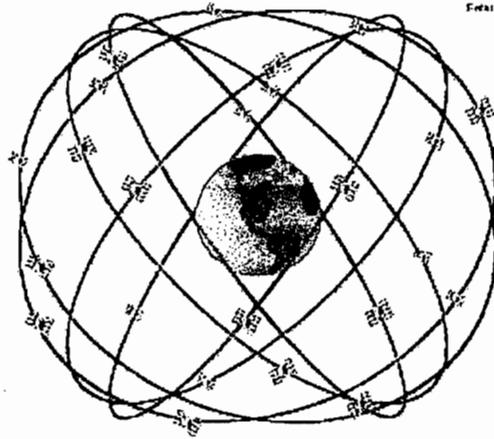


Figura 1.2. Constelación Nominal de GPS.

Hay seis orbitas planas, como se muestra en la figura 1.2 (nominalmente cuatro Satélites en cada uno), igualmente espaciadas (60 grados de separación), e inclinadas aproximadamente cincuenta y cinco grados con respecto al plano ecuatorial. Esta constelación proporciona al usuario entre cinco y ocho Satélites visible desde cualquier punto en la tierra.

### 1.1.2. SEGMENTO DEL MONITOREO.

El Segmento del Control consiste, en un sistema de estaciones de rastreo localizado alrededor del mundo.

El control de mando está localizado en la fuerza aérea Schriever (anteriormente llamada el Halcón AFB) en Colorado (Estados Unidos). Ésta estación supervisa las señales de las mediciones de los satélites que están incorporadas en los modelos orbitales para cada satélite. Los modelos calculan los datos orbitales

precisos y la corrección del reloj satelital para cada satélite, los controles maestros de la estación y datos del reloj a los Satélites. Los Satélites envían subconjuntos de datos orbitales, entonces los receptores de GPS enciman las señales de la radio.

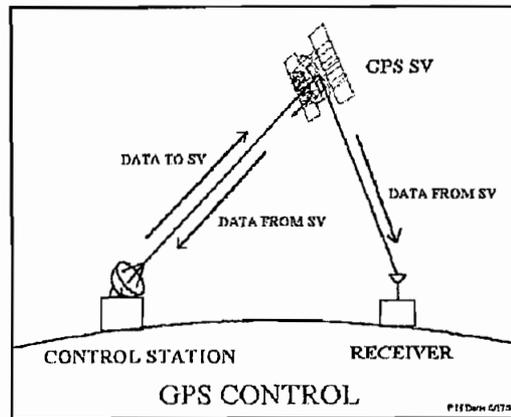


Figura 1.3. Control de GPS

### 1.1.3. SEGMENTO DEL USUARIO.

El Segmento GPS usuario, corresponde a los receptores de GPS y al entorno del usuario. Los receptores de GPS convierten la señal del satélite en: posición, velocidad, y estimaciones de tiempo. Se requieren cuatro satélites para computar las cuatro dimensiones: X, Y, Z (posición) y tiempo. (como se muestra en la figura 1.1) Se usan receptores de GPS para la navegación marítima y aérea, posicionamiento, cálculo del tiempo, y otras investigaciones.

La navegación en tres dimensiones es la función primaria de GPS. Los receptores de la navegación se hacen para aviones, barcos, vehículos de tierra, para personas particulares, etc. como se aprecia en la figura 1.4.

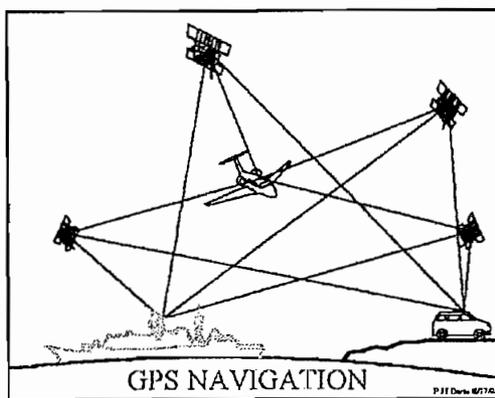


Figura 1.4. Navegación de GPS

### 1.1.4. POSICIONAMIENTO CON GPS.

Esto significa, proporcionar la latitud y longitud de un punto sobre la superficie terrestre. Por tanto, la mayoría de receptores proporcionan los valores de estas coordenadas en unidades de grados (°) y minutos ('). Tanto la latitud, como la longitud son ángulos; y por tanto deben medirse con respecto a un 0° de referencia bien definido.

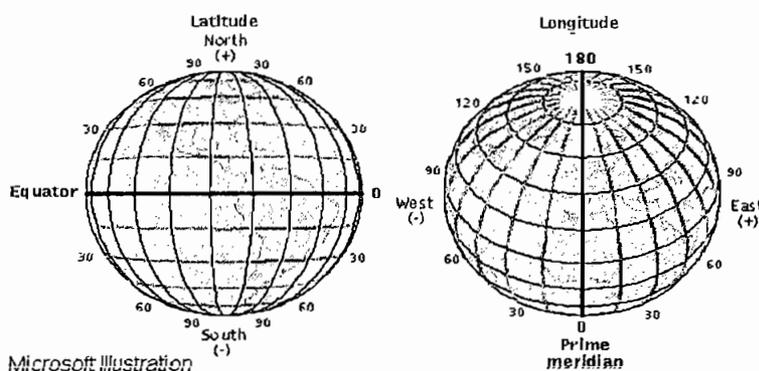


Figura 1.5. Descripción de latitud y longitud.

#### 1.1.4.1. Latitud: hemisferios norte y sur.

La latitud se mide con respecto al Ecuador (latitud 0°). Si un punto determinado se encuentra en el hemisferio norte, su coordenada de latitud irá acompañada de la letra N, pero si su coordenada de latitud se encuentra en el sur irá acompañada

de la letra S. Otro tipo de nomenclatura refiere latitudes norte con números positivos y latitudes sur con números negativos.

#### **1.1.4.2. Longitud: este, oeste**

Por razones históricas, la longitud se mide en relación al meridiano de Greenwich. Si se mide un ángulo al este del meridiano de Greenwich, se escribe la letra E, si se mide un ángulo al oeste del meridiano de Greenwich, se escribe la letra W acompañando al número que da la longitud. Algunas veces se utilizan números negativos, por ejemplo, los siguientes valores de longitud son equivalentes: W 90°; E 270°; y -90°.

#### **1.1.4.3. Dirección magnética y verdadera.**

Para determinar los puntos cardinales norte, sur, este y oeste existen dos formas: la primera es tomando como referencia el norte magnético, el cual se determina siguiendo la dirección a la que apunta una aguja imantada cuando ésta sigue las líneas de fuerza del campo magnético terrestre. La segunda es tomando el norte verdadero, el cual está localizado en el polo Norte del planeta y es donde todos los meridianos convergen.

La posición del norte magnético no coincide con la del norte verdadero. Incluso puede darse el caso de que la posición del norte magnético varíe de un día para otro. Es decir, la aguja imantada no apuntará siempre a la misma dirección, sino que cada día, dependiendo de las variaciones del campo magnético terrestre, *apuntará a una dirección diferente*. La posición del norte verdadero en cambio se mantiene constante todo el tiempo pues utiliza una referencia geográfica para su determinación.

Los GPS pueden entregar datos de direcciones, curso y velocidades magnéticas o las verdaderas, los cuales no son nada más que *parámetros medidos respecto al norte magnético o al norte verdadero*.

#### 1.1.4.4. Posición válida.

Cuando el receptor GPS tiene ya un resultado del cálculo de posición se dice que ha obtenido una posición válida.

#### 1.1.4.5. UTC (Universal Time Constant)

Así se define a la hora y fecha medidas en el meridiano de Greenwich.

En ciertos casos va a ser necesario ingresar al GPS datos entre los cuales se incluyen la fecha y hora UTC.

#### 1.1.5. POSICIÓN Y TIEMPO DESDE EL VEHÍCULO CON GPS.

##### 1.1.5.1. Posición del vehículo, velocidad y tiempo.

La posición en XYZ se convierte dentro del receptor del vehículo en latitud geodésica, longitud y altura.

Normalmente se proporcionan latitud y longitud en el dato geodésico en el que el GPS es basado, como se ve en la figura 1.6. El receptor puede a menudo ser fijo para convertir otros datos requeridos, el desbalance de posición de centenares de metros puede ser el resultado de usar un dato malo.

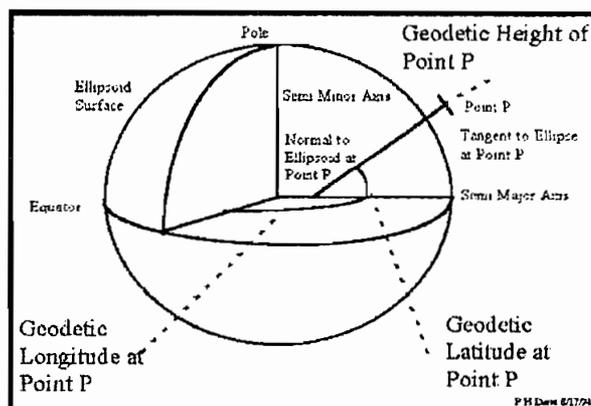


Figura 1.6. Coordenadas Geodésicas.

## Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

La velocidad del vehículo es computada desde el cambio de posición sobre el tiempo, o también puede ser por los satélites con frecuencias Doppler.

El tiempo es computado con el reloj del satélite, tiempo del GPS y el UTC<sup>4</sup>.

Cada satélite contiene cuatro relojes atómicos (dos de cesio y dos de rubidium). Los relojes de los satélites son supervisados por estaciones de mando en tierra y de vez en cuando se restablecen para mantener el tiempo dentro de un milisegundo del tiempo del GPS.

El tiempo satelital es convertido en tiempo GPS en el receptor del vehículo, es decir que el tiempo que es medido en el satélite se lo envía al GPS pero con la correspondiente variación de tiempo y espacio.

### 1.1.6. ORIGEN DE ERRORES DEL GPS

Los errores de GPS son una combinación de ruido, desestabilización y equivocaciones de los receptores o malas posiciones de los satélites.

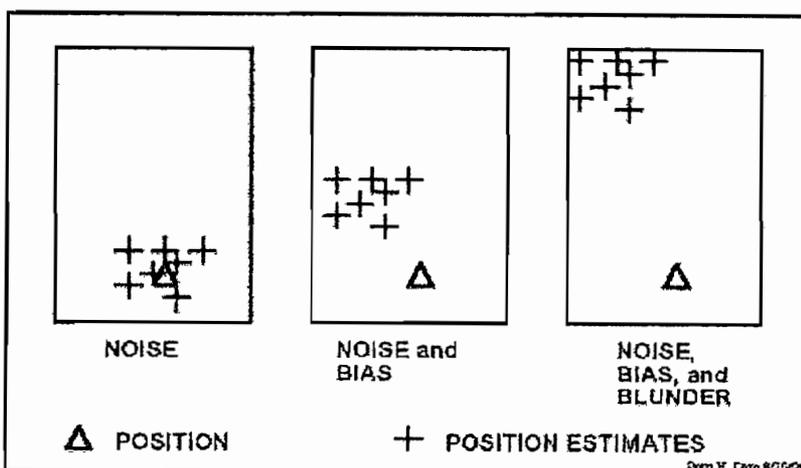


Figura 1.7. Ruido, Influencias y Perturbaciones.

<sup>4</sup> UTC: Constante de tiempo universal. (Universal Time Constant)

- ✚ Posiciones estimadas de los satélites
- ▲ Posición del receptor (vista superior)

Los errores de ruido son producidos por el efecto combinado del ruido del código PRN5 (alrededor de 1 metro) y el ruido dentro del receptor (alrededor de 1 metro).

Errores predispuestos desde el S/A (disponibilidad Selectiva) y otros factores.

#### 1.1.6.1. Otras fuentes de errores.

Los errores de los satélites no corregidos por el Segmento del Control pueden producir un error de algunos metros en el posicionamiento.

Los errores de segmento de control debido a una computadora o al error humano pueden causar errores desde un metro a los centenares de kilómetros.

Los errores del receptor de software o fallas del hardware pueden causar malos posicionamientos para la localización.

El ruido y errores del camino entre transmisión y recepción se combinan y producen errores de alrededor de quince metros para cada satélite, usado en la solución de la posición.

#### 1.1.7. PRECISIÓN DE LAS MEDICIONES.

Muchos factores afectan la precisión de las mediciones, algunos se deben a la naturaleza y principio del sistema (interferencia de la ionosfera, errores en los relojes que se utilizan para determinar las distancias, etc.) y otros son causados a propósito, con objeto de evitar que se tenga una posición exacta cuando el sistema es utilizado para uso civil.

---

<sup>5</sup> PRN: Posible Ruido Aleatorio. (Pseudo Random Noise)

Para corregir los errores de medición es necesario utilizar un mayor número de satélites que el teórico, (En la práctica es necesario recibir señales de tres satélites para determinar las coordenadas planas y de cuatro para posición 3D) y de métodos diferenciales (para corregir los errores intencionalmente causados).

#### 1.1.8. DIFERENCIAL GPS (DGPS<sup>6</sup>)

Consiste en hacer mediciones con dos receptores GPS, uno de ellos está ubicado sobre un punto de coordenadas conocidas y el otro sobre un punto a determinar. Luego de hacer mediciones por un cierto período de tiempo (que depende de la distancia entre receptores), las mediciones tomadas en ambos receptores son procesadas por programas especiales (post-proceso), y se pueden obtener resultados con errores del orden de 1 a 2 mm/Km.

Los sistemas de medición diferencial en tiempo real, permiten obtener la posición de un vehículo con este orden de precisión, ya que el receptor que está ubicado sobre el punto conocido, envía mediante un enlace de radio las correcciones al que está ubicado sobre el rumbo desconocido.

La idea detrás del posicionamiento la posición diferencial es corregir errores en una localización con moderados errores de una posición conocida. Un receptor de referencia, computa correcciones para cada señal del satélite, porque deben corregirse previamente pseudo-rangos individuales a la formación de una solución de la navegación.

Las aplicaciones de DGPS requieren software en el receptor que permitan rastrear todos los satélites realizan las correcciones del pseudo-rango individuales para cada satélite. Estas correcciones son enviadas al receptor, el cual debe ser capaz de aplicar estas correcciones del pseudo-rango individuales de cada

---

<sup>6</sup> DGPS: Diferencial Global Positioning System

satélite usado la solución de la navegación. Aplicando una corrección de la posición simple del receptor de referencia al receptor remoto se ha limitado el efecto en los rangos útiles, porque ambos receptores tendrían que estar usando el mismo conjunto de satélites en sus soluciones de la navegación y tener términos de GDOP idénticos (no es posible en situaciones diferentes) para ser afectado idénticamente por errores de predisposición, como se observa en la figura 1.8.

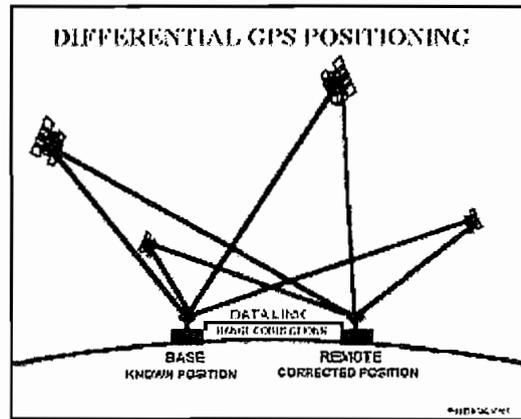


Figura 1.8. Posición Diferencial GPS

### 1.1.11. APLICACIONES

El GPS está disponible para aplicaciones civiles aunque con ciertas restricciones, ya que el sistema de satélites pertenece al gobierno de los Estados Unidos, quien permite su uso limitado para fines distintos al militar, pero siempre ejerciendo un cierto control. También, existe un sistema parecido desarrollado por Rusia denominado GLONASS que ofrece dos niveles de servicio, proporcionando a los usuarios civiles una precisión en la posición horizontal de 60 metros y una precisión en la posición vertical de 75 metros (así pues, el error en un mapa a escala 1:50.000 puede ser de 1 ó 1'5 mm), en fase de integración con el GPS. Los terminales han alcanzado un tamaño y un precio que los hacen asequibles para el público en general.

Los niveles de aplicación civil del GPS son dos: SPS: Standard Positioning Service, es el más barato y que pueden utilizar todos, y el PPS: Precise

## Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

---

Positioning Service, de mayor resolución, que solamente pueden utilizar los usuarios autorizados.

La principal diferencia que presenta el sistema, según sea uso militar o civil, es la de su resolución, ya que si en el primer caso y en modo normal de funcionamiento tiene una precisión de unos 20 metros, para uso civil solamente alcanza los 100. En otros modos de funcionamiento (por ejemplo, diferencial con corrección desde un receptor de referencia) puede alcanzar precisiones de pocos metros o de centímetros.

El primer empleo comercial que se dio al sistema fue para la navegación marítima, siendo un elemento imprescindible en la dotación de cualquier navío. En este caso, basta con tener datos de posicionamiento en dos dimensiones, lo que reduce la complejidad y el costo del sistema.

Otra de las aplicaciones es en la navegación aérea, donde sí se requiere un posicionamiento en tres dimensiones; dado el bajo costo se pueden incorporar en cualquier tipo de aeronave.

Una de las aplicaciones que más se está extendiendo es para la localización y el control del tráfico de vehículos, tanto de uso particular como de flotas de transporte: camiones, autobuses o ferrocarriles. Instalando uno de estos dispositivos en un vehículo es posible conocer, en todo momento, la posición y dirigirlo hacia un punto determinado o localizarlo en caso de desaparición, como pudiera ser si se produce un accidente o un robo. Este sistema, combinado con un mapa electrónico de la zona, permite además, elegir la ruta más adecuada optimizando así el camino para su búsqueda.

Últimamente utilizan el GPS para dar las referencias de los ciclistas, sobre todo en las carreras contrarreloj. Ponen un receptor GPS en las motos que acompañarán a los ciclistas, y al conocer posición y tiempo, pueden averiguarse cuantos minutos y segundos de ventaja tiene una escapada, o qué corredor ha

## Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

---

efectuado el mejor tiempo en diversos puntos del recorrido de una crono individual.

Otras aplicaciones que se pueden dar al sistema GPS son:

- ✦ Levantamientos con GPS en tiempo real.
- ✦ Replanteos precisos.
- ✦ Ubicación precisa de maquinaria, tales como perforadoras o palas en la industria minera

### **1.1.12. DESVENTAJAS DEL GPS.**

La principal desventaja que se tiene al usar un sistema de alarma vehicular equipado con GPS es el costo; debido a que como se está utilizando transmisión satelital se tiene que pagar por este servicio.

## **SISTEMA CON RADIO FRECUENCIAS**

### **1.2. ALARMA VEHICULAR**

El primer caso documentado de robo de un automóvil sucedió en 1896, sólo una década después de que los automóviles impulsados por combustible fueron introducidos. De esa época hasta hoy, los automóviles han sido un blanco natural para ladrones ya que: los vehículos son valiosos, bastante fáciles de revender y pueden ser vendidos por partes.

Como consecuencia de estas estadísticas sorprendentes, no es nada raro que millones de ecuatorianos hayan invertido en sistemas de la alarma caros. Hoy en día, se aprecia como los automóviles están provistos con sensores electrónicos sofisticados, sirenas y sistemas de remoto-activación, casi se podría decir que son verdaderas fortalezas sobre cuatro ruedas, pero es aún más notable que los ladrones de automóviles todavía encuentren una manera de burlar los dispositivos.

#### **1.2.1. PROCESADOR CENTRAL DEL SISTEMA**

Una alarma de automóvil en forma más simple, no tiene nada más que uno o más sensores conectados a alguna clase de sirena. La alarma más simple tendría un interruptor en la puerta del chofer, y se conectaría para que si alguien abriera la puerta la sirena empezaría a sonar. Se podría armar una alarma de automóvil con un interruptor, un par de segmentos de alambre y una sirena.

Los sistemas de alarma de automóvil más modernos son mucho más sofisticados que esto. Estos contienen las siguientes partes:

- ✦ Una serie de sensores que pueden incluir interruptores, sensores de presión y de movimiento.

- ✦ Una sirena, a menudo capaz de crear una variedad de sonidos para que el usuario pueda escoger un sonido distinto para el automóvil.
- ✦ Un transmisor receptor de radio que permite controlar inalámbricamente mediante un pequeño llavero.
- ✦ Una batería auxiliar para que la alarma pueda operar aún cuando la batería principal se desconecta.
- ✦ Una unidad de mando de computadora "procesador central" del sistema que supervisa todo incluso los sonidos de la alarma.

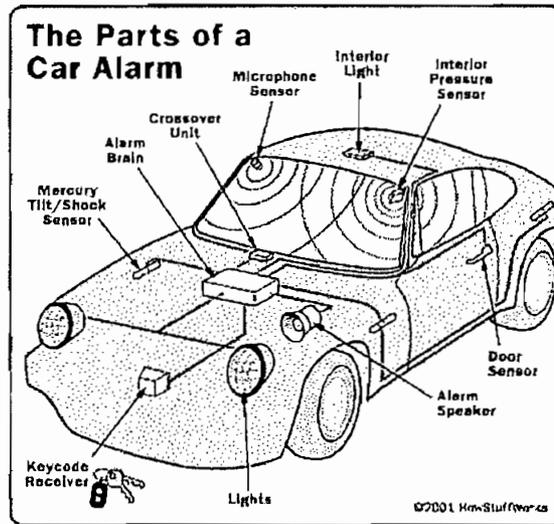


Figura 1.9. Partes de una alarma en un vehículo

El procesador central en la mayoría de los sistemas avanzados realmente es una pequeña computadora. El trabajo del procesador central es cerrar los interruptores que activan dispositivos de la alarma como: el pito, los faros del automóvil o una sirena instalada, cuando ciertos interruptores que detectan transmisión de energía son abiertos o cerrados. Los sistemas de seguridad difieren principalmente en que varios sensores se usan cómo dispositivos que se conectan al procesador central.

Pueden conectarse a la batería principal del automóvil, el procesador central y los sensores de la alarma, pero ellos normalmente tienen también una fuente de poder de respaldo. Una batería oculta ayuda cuando alguien corta la fuente de poder principal.

### 1.2.1.1. Sensores de puerta

El elemento básico en un sistema de alarma de automóvil es la alarma de la puerta. Cuando el usuario abre la capota delantera, el baúl o cualquier puerta en un automóvil totalmente protegido, el procesador central activa el sistema de la alarma.

En los automóviles modernos, al abrir una puerta o el baúl, se enciende las luces interiores. El interruptor que hace este trabajo es como el mecanismo que controla la luz en el refrigerador. Cuando la puerta está cerrada aprieta un botón pequeño el cual presiona un resorte que activa una palanca que abre el circuito; cuando la puerta se abre, el resorte empuja el botón abierto, cierra el circuito y envía electricidad a las luces interiores.

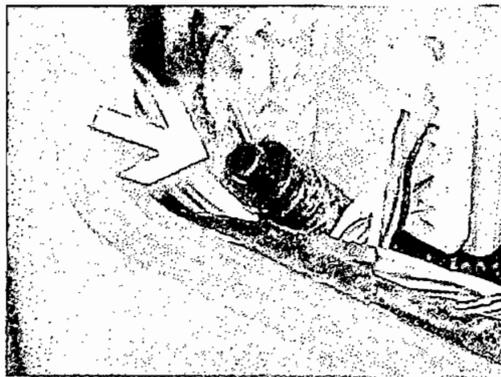


Figura 1.10. Un interruptor oculto

Con los sensores en posición, al abrir la puerta (cerrando el interruptor) se envía una corriente eléctrica al procesador central además de las luces interiores. Cuando se detecta que está fluyendo corriente, así también cuando hay una caída de voltaje en el circuito, el procesador central interpreta que alguien ha interferido con el sistema eléctrico, (enredando los alambres bajo el capó) produciendo que se encienda una luz (abriendo la puerta), el procesador central da la orden que suene la alarma.

Los sensores de la puerta son muy eficaces, pero ellos ofrecen protección bastante limitada. Hay otras maneras de entrar en el automóvil (rompiendo una ventana), y los ladrones no necesitan irrumpir en el automóvil para robarlo.

### 1.2.1.2. Sensores de impacto.

Actualmente, sólo los paquetes de alarma de automóvil más baratos confían en sensores de la puerta exclusivamente. Los sistemas de la alarma adelantados dependen principalmente de sensores de impacto para detener a los ladrones.

La idea de un sensor de impacto es bastante simple: Si alguien pega empujones al automóvil, el sensor envía una señal al procesador central que indica la intensidad del movimiento. Dependiendo de la severidad del impacto, el procesador central determina un pitido de advertencia o sonidos de alarma máxima.

El problema con este sensor es que todos los impactos o vibraciones cierran el circuito de la misma manera. El procesador central no tiene ninguna manera de medir la intensidad del movimiento y produce muchas alarmas falsas. Los sensores más-avanzados envían información diferente que depende de cuan severo fue el impacto. En la figura 1.11, se muestra el sensor de impacto patentado por "Bosques de Randall" en el año 2000.

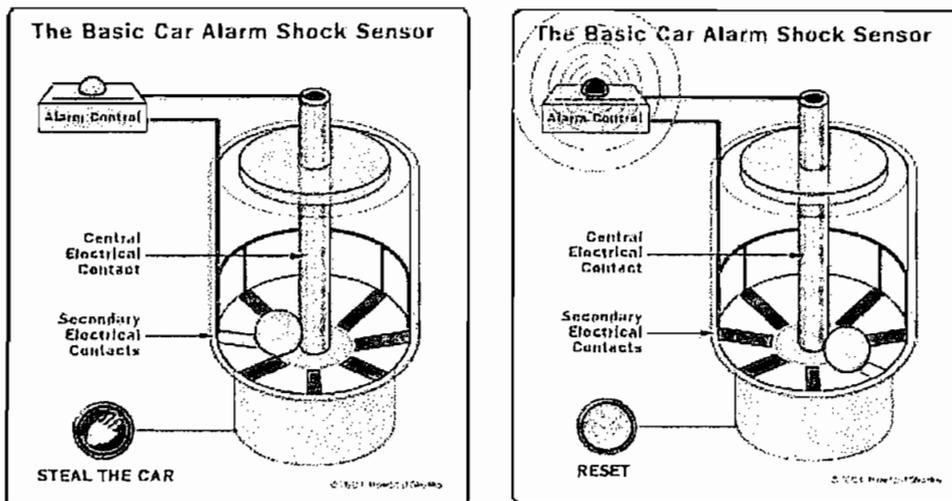


FIGURA 1.11. Sensor de impactos

El sensor de impacto tiene tres elementos principales:

- ✦ Un contacto eléctrico central en un alojamiento del cilindro.
- ✦ Varios contactos eléctricos más pequeños al fondo del cilindro.
- ✦ Una pelota de metal que puede entrar en el cilindro libremente.

En cualquier posible posición suspendida, la pelota de metal está tocando el contacto eléctrico central y uno de los contactos eléctricos pequeños. Esto completa un circuito y envía una corriente eléctrica al procesador central. Cada uno de los contactos pequeños se conecta al procesador central.

Cuando se mueve el sensor, pegándolo o agitándolo, la pelota rueda alrededor del cilindro. Cuando rueda fuera de uno de los contactos eléctricos más pequeños, rompe la conexión entre ese contacto particular y el contacto central. Esto abre el interruptor y dice al procesador central que la pelota se ha movido. Cuando rueda, pasa encima de los otros contactos, cierra cada circuito y lo abre, hasta que finalmente se detiene.

Si el sensor experimenta un impacto más severo, la pelota rueda una distancia mayor y pasa por encima de los contactos eléctricos más pequeños antes de que se detenga. Cuando esto pasa, el procesador central recibe descargas cortas de corriente de todos los circuitos individuales. Basándose en cuántos estallidos recibe y cuánto tiempo dura entre ellos, el procesador central puede determinar la severidad del impacto. Para los cambios muy pequeños, donde la pelota sólo rueda de un contacto a lo sumo uno, el procesador central no podría activar la alarma. Para los cambios ligeramente más grandes por ejemplo de alguien tropezando con el automóvil, puede dar una señal de advertencia con un pequeño pitido y un destello de los faros del automóvil. Cuando la pelota rueda una distancia buena, el procesador central enciende la sirena a su plenitud.

En muchos sistemas de la alarma modernos, los sensores de impacto son los detectores de robo primarios, pero ellos normalmente se acoplan con otros dispositivos.

### 1.2.1.3. Sensores de ventana

Los ladrones de automóviles que tienen prisa no se molestan en desactivar alarmas para entrar en un automóvil, ellos apenas rompen una ventana. El sistema de alarma de un automóvil totalmente provisto tiene un dispositivo que se da cuenta de esta acción.

El detector de rotura de vidrio más común es un micrófono simple conectado al procesador central. Los micrófonos miden variaciones en fluctuación de aire-presión y convierten este patrón en una fluctuante corriente eléctrica. Romper un vidrio tiene su propia frecuencia de sonido distintiva. El micrófono convierte esto a una corriente eléctrica de esa frecuencia particular que envía al procesador central.

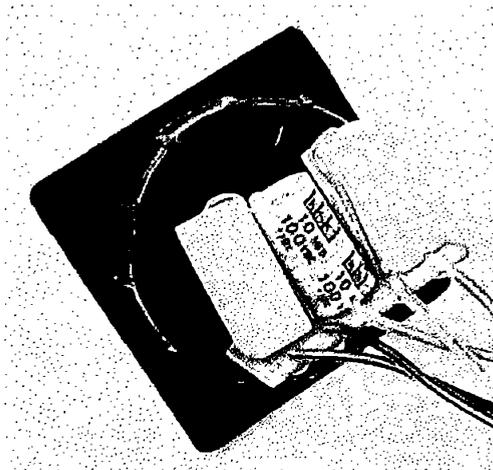


Figura 1.12 Unidad de sensor de ventana.

Otra manera de descubrir si rompen el vidrio o abren la puerta, es medir la presión atmosférica en el automóvil.

#### 1.2.1.4. Sensores de Presión

Una manera simple para un sistema de alarma para descubrir a un intruso es supervisar niveles de aire-presión. Aún cuando no hay ningún diferencial de presión entre el interior y fuera del vehículo, el acto de apertura de una puerta o forzamiento de una ventana empuja o tira el aire en el automóvil y crea un cambio breve en la presión.

Se puede descubrir fluctuaciones de presión atmosférica con un altavoz ordinario. Un altavoz tiene dos partes principales:

- ✦ Un cono ancho, movable
- ✦ Un electroimán, rodeado por un imán natural, atado al cono.

Cuando se toca música, flujos eléctricos de corriente a través del electroimán causan la entrada y salida del cono. Esto empuja y tira el cono y forma fluctuaciones de aire-presión de aire circundante. Estas fluctuaciones son conocidas como sonidos.

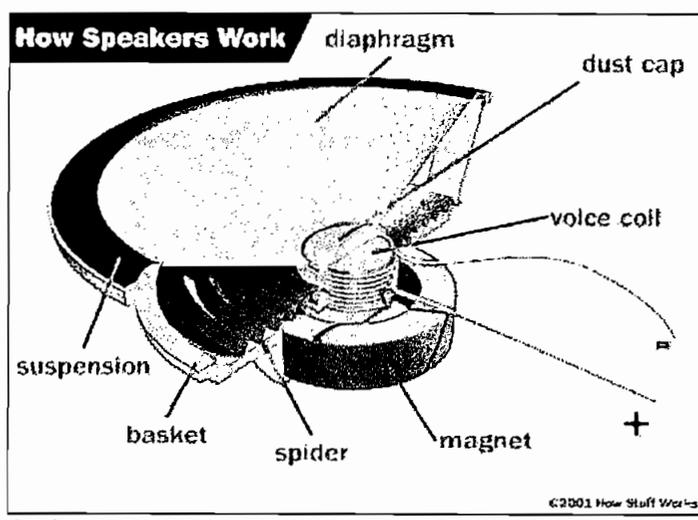


Figura 1.13 Descripción de un altavoz

## Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

En la figura 1.13 se muestra el mecanismo básico de un altavoz. Los altavoces de un automóvil constituyen sistemas de alarma eficaces, cuando se los calibra para medir variaciones de presión atmosférica.

Se sabe que el moviendo de un electroimán en un campo magnético natural genera una corriente eléctrica. Cuando el procesador central registra una corriente significativa que fluye de este dispositivo, sabe que algo ha causado un aumento rápido de presión dentro del automóvil. Esto sugiere que alguien haya abierto una puerta o ventana, o hizo un ruido muy fuerte.

Algunos sistemas de alarmas utilizan los mismos altavoces del automóvil como sensores de presión, pero otros tienen dispositivos separados que se diseñan específicamente para la detección.

### 1.2.2. SONIDO DE LA ALARMA

Un sistema de la alarma debe activar alguna contestación que impedirá el robo del automóvil.

La mayoría de los sistemas de alarma de automóviles tocarán la bocina o pito y encenderán los faros cuando un sensor indica la presencia de un intruso. Ellos también pueden conectarse para: cerrar la salida de la ignición, cortar el suministro de gasolina o pueden desactivar el automóvil a través de otros medios.

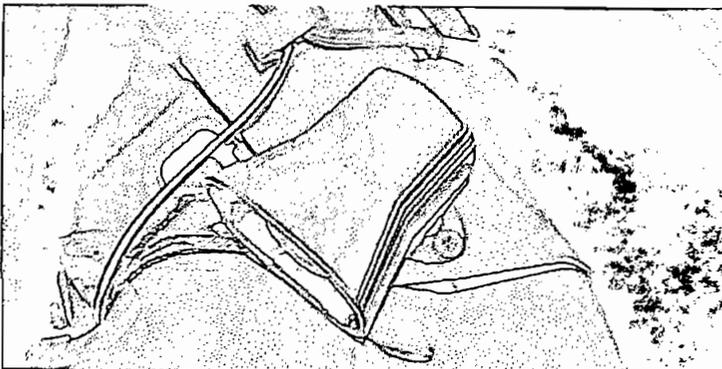


Figura 1.14. Una mini sirena.

Un sistema de la alarma avanzado también incluirá una sirena como se aprecia en la figura 1.14, separada que produce una variedad de sonidos penetrantes. Haciendo mucho ruido atrae la atención del ladrón del automóvil, y muchos intrusos huirán de la escena en cuanto escuchen la alarma. Con algunos sistemas de alarma, se puede programar un modelo distintivo de sonido de la sirena para que pueda distinguirse la alarma del automóvil de otras alarmas.

Unos sistemas de alarma tocan un mensaje grabado cuando alguien también camina cerca del automóvil. El propósito principal de esto es permitir a los intrusos hacerles saber que el usuario tiene un sistema de alarma avanzado antes de que ellos prueben hacer algo. Probablemente, un ladrón de automóvil experto ignorará estas advertencias completamente, pero para un ladrón novato inoportuno, puede ser un disuasivo fuerte.

### 1.2.3. EL TRANSMISOR

La mayoría de los sistemas de alarma de automóvil vienen con alguna clase de transmisor del llavero portátil. Con este dispositivo se puede enviar instrucciones al procesador central para controlar el sistema de la alarma remotamente. Esto trabaja básicamente de la misma manera que los juguetes radio-controlados. Usa modulación de pulso de onda de radio enviando mensajes específicos



Figura 1.15 Transmisor de llavero del sistema seguridad:

## Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

---

El propósito primario del transmisor de llavero es darle una manera de encender el sistema de la alarma. Después de que el usuario ha salido del automóvil y cerrado la puerta, el usuario puede activar el sistema con el toque de un botón; cuando regrese al automóvil, puede ser desactivado. En la mayoría de los sistemas, el procesador central encenderá las luces y toca el pito cuando activa y desactiva el automóvil.

El modelo de modulación de pulso debe actuar como una llave para una línea particular de dispositivos en el cual podría haber millones de códigos de pulsos diferentes; esto hace que el idioma de comunicación para el sistema de la alarma sea único, y otras personas no puedan acceder al automóvil que usa otro transmisor.

Este sistema es bastante eficaz, pero no seguro. Si un delincuente determinado realmente quiere irrumpir en el automóvil, puede usar un detector de códigos y hacer una copia del "código." Un detector es un receptor de radio que es sensible a las señales del transmisor. Recibe el código y graba. Si el ladrón intercepta el "código de desarme," pueden programar otro transmisor para imitar exactamente la única señal. Con esta copia de la clave, el ladrón puede desviar el sistema de la alarma completamente, de tal manera que deja al automóvil sin vigilancia.

### **1.2.4. DESVENTAJAS DE LA ALARMA**

Una de las desventajas que tiene ésta alarma es que cuando se produce la activación de la misma si el usuario no se encuentra cerca, no será capaz de llamar la atención del dueño y poder acudir a la verificación del vehículo.

Debido a que muchos de los vehículos tienen este tipo de alarma, el sonido de alerta que produce ésta es similar al sonido que producen otras alarmas instaladas en otros vehículos, es por eso que el usuario no puede distinguir si el sonido que esta escuchando es de su vehículo o el de un vehículo que tiene similar alarma a la que él instaló.

Antecedentes y Sistemas actuales de vigilancia vehicular.

---

Generalmente, el usuario deja estacionado el vehículo y se desplaza distancias considerables a las que si la alarma llega a activarse el usuario no podrá oír; y se puede efectuar el robo parcial o total del vehículo.

## SISTEMA TRONCALIZADO

### 1.3. SERVICIO DE RADIO BUSQUEDA.

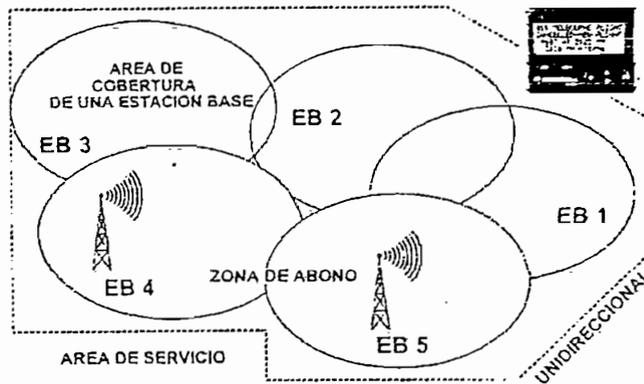


Figura 1.16 División del territorio de búsqueda en zonas

Este servicio denominado en algunos casos radio búsqueda, buscapersonas o paging, permite la localización y el envío de mensajes a un determinado usuario que disponga del terminal adecuado, conocido popularmente como "busca" o "beeper".

Se trata de una comunicación unidireccional, desde el que quiere localizar al que ha de ser localizado. Al igual que en la telefonía móvil, cada zona está cubierta por una estación terrestre, como se muestra en la figura 1.16, que da servicio a los usuarios ubicados dentro de la zona de cobertura.

Esta definido por el UIT-R (recomendación 584) como un sistema de comunicaciones unidireccionales, personal y selectiva de alerta, sin mensaje o con un mensaje definido, compuesto por caracteres alfanuméricos.

El sistema de radio búsqueda es una herramienta de comunicaciones muy útil por lo que se ha realizado modificaciones en el circuito para localizar vehículos durante sus desplazamientos.

### 1.3.1. FUNCIONAMIENTO DEL BUSCA PERSONAS.

#### CENTRALITA INALÁMBRICA PARA EMPRESAS

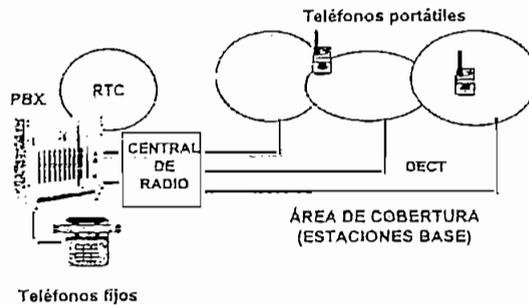


Figura 1.17. Centralita inalámbrica

Las llamadas acceden a través de la red telefónica pública conmutada a la unidad de control, interfaz inteligente, que codifica los mensajes y avisos de acuerdo con un protocolo determinado, los sitúa en cola y los envía a los transmisores para la difusión. Cada receptor "beeper" cuenta como mínimo con una dirección, gracias a la cual el receptor conoce que el mensaje transmitido es para él. El sistema para enviar el mensaje lo realiza mediante broadcast.

Estos equipos suelen disponer de una memoria para almacenamiento de varios mensajes, de tal forma que el usuario no necesite estar pendiente de él en todo momento. Los mensajes pueden ser almacenados en memoria durante un largo período de tiempo que se obtiene con una memoria fija; o simplemente durante unas horas con una memoria dinámica, dependiendo de sus características, para luego visualizarse en la pantalla. Además de los mensajes, la pantalla puede informar de la memoria disponible, estado del programa, carga de la batería, etc. La privacidad de la comunicación, factor muy importante, se garantiza con la utilización de un código personal distinto para cada uno de ellos; así mismo, las llamadas pueden ser individuales, a grupos, o a todos los usuarios, secuenciales, abreviadas, etc.

### 1.3.2. VENTAJAS.

- ✦ Mayor alcance para bloqueo del vehículo.
- ✦ Sistema más económico que el GPS.
- ✦ Fácil manejo.
- ✦ Activación y desactivación con llamado a operadora central.
- ✦ Apagado del motor a distancia.

### 1.3.3. DESVENTAJAS

- ✦ Este tipo de alarmas pese a ser un sistema mejorado en relación al sistema de alarma vehicular anteriormente descrito, todavía no tiene la característica de que el usuario conozca en el momento mismo en el cual se está efectuando el asalto al vehículo, porque puede ser un robo parcial de los accesorios que tiene por dentro.
- ✦ Debido a que es un servicio restringido por la cobertura que tiene la operadora no es un sistema que abarque muchas zonas geográficas, lo cual no permite detener el vehículo si se encuentra fuera de alcance; e incluso podría salir del país sin ningún problema.
- ✦ No se podría saber donde se encuentra el localizador, debido a que solo la comunicación que se está empleando es unidireccional.

## CAPITULO II

# ANÁLISIS Y ESTUDIO DEL MANEJO REMOTO DE UN TELÉFONO CELULAR

### 2.1 FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO CELULAR.

Los teléfonos celulares pueden analizarse como radios extremadamente sofisticados. Una buena forma de entender la sofisticación de un teléfono celular es compararlo con un radio de onda corta (OC) o con un walkie-talkie. Un radio OC es un aparato simple, que permite que dos personas se comuniquen utilizando la misma frecuencia, así que sólo una persona puede hablar al tiempo. Un teléfono celular es un dispositivo dual, esto quiere decir que utiliza una frecuencia para hablar, y una segunda aparte para escuchar. Una radio OC tiene 40 canales. Un teléfono celular puede utilizar 1664 canales. Estos teléfonos también operan con "células" y pueden alternar a medida que el teléfono es desplazado. Las células le dan a los teléfonos un rango increíble. Un walkie-talkie puede transmitir la señal hasta cerca de un kilómetro. Una radio OC, debido a que tiene un poder mucho más alto, puede transmitir hasta 8 kilómetros, dependiendo de la potencia que éstos posean y de la zona donde se encuentran.

Alguien que utiliza un teléfono celular, puede manejar a través de toda la ciudad y mantener la conversación todo el tiempo. Las células son las que dan a los teléfonos celulares un gran rango de cobertura.

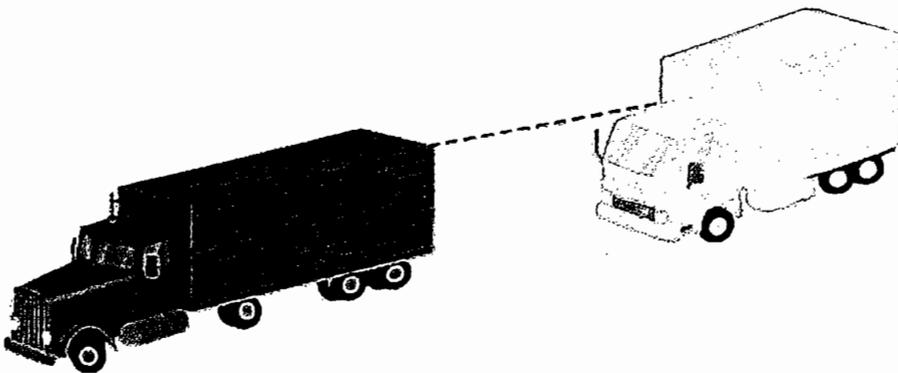


Figura 2.1. Representación de una transmisión simple.

En un radio simple, ambos transmisores utilizan la misma frecuencia. Sólo uno puede hablar al tiempo.

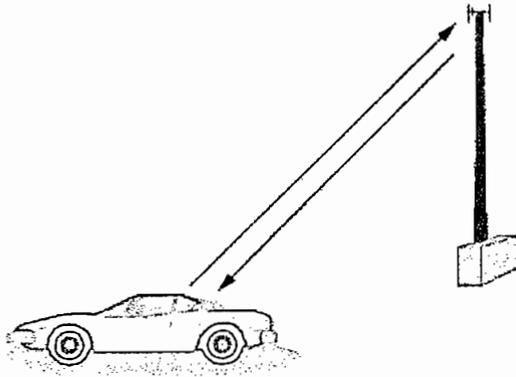


Figura 2.2. Representación de una transmisión dúplex.

En un radio dual, los dos transmisores utilizan diferentes frecuencias, así que dos personas pueden hablar al mismo tiempo. Los teléfonos celulares son duales.

El teléfono celular estándar llamado AMPS (sistema de telefonía móvil avanzada) fue aprobado y usado por primera vez en Chicago en 1983. El estándar estableció un rango de frecuencias entre los 824MHz y los 894MHz para teléfonos análogos. Para enfrentar la competencia y mantener los precios bajos, este estándar estableció el concepto de dos portadores en cada mercado, conocidos como portadores A y B. A cada portador se le da 832 frecuencias de voz, cada una con una banda de 30KHz. Un par de frecuencias (una para enviar y otra para recibir) son usadas para proveer un canal dual por teléfono. Las frecuencias de transmisión y recepción de cada canal de voz están separadas por 45MHz. Cada portador también tiene 21 canales de datos para usar en otras actividades.

Una versión de AMPS es conocida como NAMPS (Banda angosta AMPS) que incorpora un poco de tecnología digital que permite al sistema llevar aproximadamente tres veces más llamadas que la versión original. Aunque usa tecnología digital, todavía es considerado analógico. Los AMPS y NAMPS solo operan en la banda de los 800 MHz y no ofrecen mucho de los servicios característicos de la tecnología digital como e-mail y buscadores de la Web.

Hace tiempo, antes de la aparición de los celulares, la gente utilizaba radio teléfonos en los autos. En los sistemas de radio teléfono existía una antena central por ciudad y 25 canales disponibles para esa antena. Esta antena central implicaba que el auto tuviera un transmisor muy potente, lo suficiente como para transmitir a 65 o 90 kilómetros. Esto también significaba que no mucha gente podía usar radio teléfonos porque simplemente no había suficientes canales.

La genialidad del teléfono celular reside en que una ciudad puede ser dividida en pequeñas "células" o "celdas", que permiten extender la frecuencia por toda una ciudad. Esto es lo que permite que millones de personas compren teléfonos celulares sin tener problemas. Cada célula es típicamente de un tamaño de 25 kilómetros cuadrados, ésta dimensión depende del número de usuarios que se encuentran en determinadas zonas. Las células se imaginan como unos hexágonos en un campo hexagonal grande, como se muestra en la figura 2.3

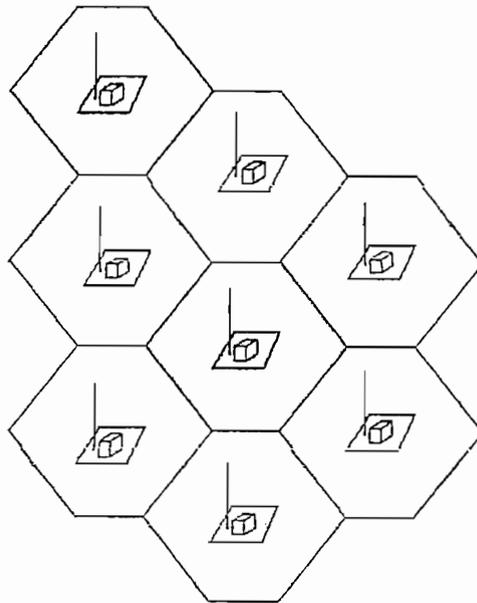


Figura 2.3. Distribución de celdas.

Debido a que los teléfonos celulares y las estaciones base utilizan transmisores de bajo poder, las mismas frecuencias pueden ser reutilizadas en células no adyacentes.

Cada célula tiene una estación base que consta de una torre y un edificio en donde se tiene el equipo de radio, usualmente son edificios muy altos en las ciudades en donde las empresas celulares tienen que alquilar las terrazas para poner el equipo e inclusive tienen que levantar torres.

En muchas ocasiones se debe de poner antenas en cada piso de los hoteles cuando hay un gran número de usuarios que desempeñan labores en aquel piso debido a que solamente por celda o célula se dispone de 59 frecuencias.

Cada célula utiliza un séptimo de los 416 canales duales de voz. Entonces, cada célula tiene más o menos 59 canales disponibles. En otras palabras, con una célula pueden hablar 59 personas al mismo tiempo en tecnología TDMA.

Los teléfonos celulares poseen unos transmisores de bajo poder. Dentro de ellos muchos teléfonos celulares tienen 2 potencias de señal: 0.6 Watts para los teléfonos convencionales que tienen muchas personas y lo pueden llevar a cualquier lado, y 3 Watts que son puestos en estaciones fijas como cabinas o en carros. Para tener un punto de comparación, la mayoría de los radios de onda corta transmiten a 5 Watts como es el caso de los radios de inteligencia militar. La estación base también transmite a bajo poder.

Los transmisores de bajo poder tienen 2 ventajas: El consumo de energía del teléfono, que normalmente opera con baterías, es relativamente bajo. Esto significa que baja potencia requiere baterías pequeñas, y esto hace posible que existan teléfonos cada vez más pequeños que se presentan en el mercado. Y la segunda ventaja es que gracias a la baja potencia de transmisión que los celulares poseen no causa daño a las personas que están utilizando

Las transmisiones de las estaciones base y de los teléfonos no alcanzan una distancia más allá de la célula. Por esto que como se ve en la figura 2.3, en cada celda se pueden utilizar las 59 frecuencias. Las mismas frecuencias pueden ser re-usadas por toda la zona.

La tecnología celular requiere un gran número de estaciones base para ciudades de cualquier tamaño. Una ciudad típica grande puede tener cientos de torres emisoras. Pero debido a que hay tanta gente utilizando teléfonos celulares, los costos se mantienen bajos para el usuario. Cada portador en cada ciudad tiene una oficina central llamada MTSO<sup>7</sup>. Esta oficina maneja todas las conexiones telefónicas y estaciones base de la región.

Cuando se produce una llamada a un teléfono celular, la MTSO recibe la llamada, y trata de encontrarlo, utilizando uno de los canales de control, ya que el teléfono se encuentra siempre escuchando; en cada célula de la región hasta que el teléfono responda. Entonces la estación base y el teléfono decidirán cuál de los 59 canales en el teléfono celular usará. Ahora estará conectado a la estación base y puede empezar a hablar y escuchar.

A medida que se mueva en la celda, la estación base notará que la potencia de la señal disminuye. Entretanto, la estación base de la célula hacia la que se está moviendo (que está escuchando la señal) será capaz de notar que la señal se hace más fuerte. Las dos estaciones base se coordinan a sí mismas a través del MTSO, y en algún punto el teléfono obtiene una señal que indica que cambie de frecuencia; los celulares de hoy en día lo hacen automáticamente. Este cambio hace que el teléfono mute o traslade la señal a otra celda.

En sistemas modernos los teléfonos esperan una señal de identificación del sistema (IDS<sup>8</sup>) del canal de control cuando se encienden. El teléfono también transmite una propuesta de registro y la red mantiene los datos acerca de la ubicación en una base de datos, de esta forma es que la MTSO sabe en que célula se encuentra y en el momento en que recibe la base MTSO una llamada a aquel celular lo puede ubicar con mayor rapidez. A medida que se mueve entre células, el teléfono detecta los cambios en la señal, los registra y compara con los de la nueva célula cuando cambia de canal. Si el teléfono no puede hallar canales

---

<sup>7</sup> MTSO: Operation System Transmission Mobile

<sup>8</sup> IDS: System IDentification

para escuchar se sabe que está fuera de rango y muestra un mensaje de "sin servicio".

La última tendencia son los teléfonos celulares digitales. Utilizan la misma tecnología radial en diferentes bandas de frecuencia por ejemplo, los teléfonos PC's utilizan frecuencias entre los 1.85 y 1.99GHz pero comprimen la voz en unos y ceros. Esta compresión permite que entre 3 y 10 llamadas telefónicas ocupen el espacio de una simple voz análoga. Estos aparatos también ofrecen otros servicios como correo electrónico y agenda.

## 2.2. TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR

Hay tres tecnologías comunes usadas por las redes de teléfonos celulares para transmitir información.

- ✦ FDMA, Acceso múltiple por división de frecuencia.
- ✦ TDMA, Acceso múltiple por división de tiempo.
- ✦ CDMA, Acceso múltiple por división de código.

### 2.2.1. FDMA

Pone cada llamada en una frecuencia separada. Separa el espectro en distintos canales de voz en reparticiones uniformes de anchos de banda. Una manera más clara para entender FDMA es como las estaciones de radio, cada estación de radio envía una señal de frecuencia diferente dentro del ancho de banda disponible. FDMA se usa principalmente para la transmisión analógica, esta tecnología es capaz de llevar información digital, pero no se la considera un eficiente método para transmisión digital, en la figura 2.4 se aprecia en forma gráfica como trabaja FDMA.

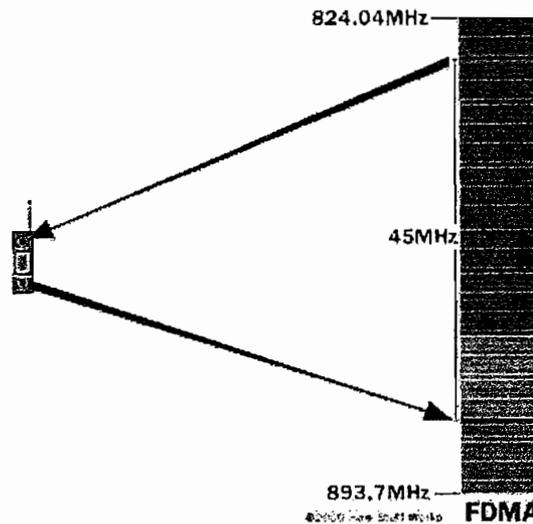


Figura 2.4. Tecnología de transmisión FDMA.

### 2.2.2. TDMA

Asigna una cierta porción de tiempo a cada llamada en una frecuencia designada. Es el método de acceso usado por la Alianza de Industrias Electrónicas y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones por la norma Interina 54 (IS-54) y la norma Interina 136 (IS-136). Al usar TDMA se tiene un ancho de banda de 30KHZ y 6.7 milisegundos que cuidadosamente deben ser introducidos en tres espacios de tiempo.

En TDMA el ancho de banda de los canales de conversación de radio consiguen reducirse en la tercera parte del tiempo; esto es posible porque los datos de la voz están siendo convertidos en información digital que es comprimida y significativamente ocupa menos espacio en la transmisión. TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que usa el mismo número de canales. Los sistemas de TDMA operan en 800-MHz (IS-54) o 1900-MHz (IS-136) en la banda de frecuencia. En la figura 2.5 se aprecia como funciona la tecnología TDMA.

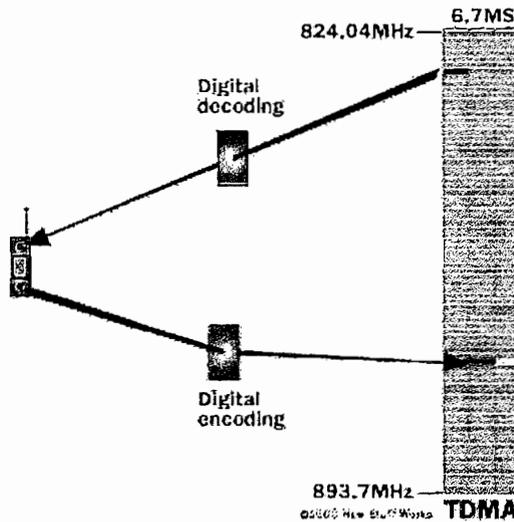


Figura 2.5 Tecnología de transmisión TDMA.

Se usa TDMA también como la tecnología de acceso para el Sistema Global para comunicaciones Móviles (GSM). Sin embargo, GSM implementa TDMA de una manera algo diferente e incompatible de IS-136. Se piensa en GSM y IS-136 como dos sistemas operativos diferentes que trabajan en el mismo procesador, como Windows y Linux. Los sistemas GSM usan encriptación en las llamadas telefónicas. GSM opera en las bandas de 900 y 1800 MHz en Europa y Asia, y en la banda de 1900 MHz (a veces llamado 1.9 GHz) en los Estados Unidos. GSM también es la base para la Red Reforzada Digital Integrada (IDEN, Integrated Digital Enhanced Network), un sistema popular introducido por Motorola y usado por Nextel.

### 2.2.3. CDMA

Da un único código a cada llamada y se extiende por encima de las frecuencias disponibles. Toma un acercamiento completamente diferente de las tecnologías TDMA. CDMA después de digitalizar datos, expande el espectro sobre todo el ancho disponible. Múltiples llamadas son sobrepuestas, una sobre otra en el canal, cada una con una asignación única de código. CDMA es una forma de ensanchamiento del espectro, el cual significa que cada dato es enviado en pequeños pedazos sobre un número de frecuencias discretas disponibles para

usarse en cualquier tiempo en un rango específico. El funcionamiento de esta tecnología se aprecia en la figura 2.6.

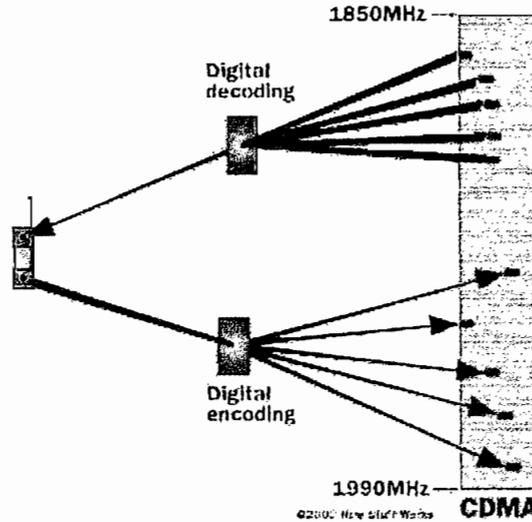


Figura 2.6. Tecnología de transmisión CDMA.

Todos los usuarios transmiten en el mismo ancho de banda del fragmento de espectro. La señal de cada usuario se extiende completamente encima del ancho de banda. En el receptor se usa el mismo código para recuperar la señal, porque los sistemas CDMA necesitan poner un tiempo de marcación exacto en cada señal.

Idealmente, TDMA y CDMA son transparentes una de la otra, pero en la práctica, un alto poder de transmisión en las señales CDMA aumenta la señal de ruido en los receptores TDMA. Un alto poder de transmisión en las señales TDMA puede causar sobrecarga y bloqueo en los receptores CDMA.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA CELULAR.

### 2.3.1. COBERTURA.

La cobertura del sistema se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio. La tecnología más apropiada es aquella que permita una máxima cobertura con un mínimo de estaciones base, manteniendo los

parámetros de calidad exigidos por las necesidades de los usuarios. La tendencia en cuanto a cobertura de la red es permitir al usuario acceso a los servicios en cualquier lugar, ya sea local, regional, nacional e incluso mundial, lo que exige acuerdos de interconexión entre diferentes operadoras para extender el servicio a otras áreas de influencia diferentes a las áreas donde cada red ha sido diseñada.

### **2.3.2. CAPACIDAD.**

Se refiere a la cantidad de usuarios que se pueden atender simultáneamente. Es un factor de elevada relevancia, pues del adecuado dimensionamiento de la capacidad del sistema y según la demanda, depende la calidad del servicio que se preste al usuario. Esta capacidad se puede incrementar mediante el uso de técnicas tales como: la reutilización de frecuencias, la capacidad de adaptación del canal, el control de potencia, saltos de frecuencia, algoritmos de codificación, diversidad de antenas en la estación móvil, etc.

### **2.3.3. DISEÑO DE LAS CELDAS.**

La estructura de las redes celulares se diseña teniendo presente la necesidad de superar los obstáculos y manejar las características propias de la radio-propagación. Los factores que establecen limitaciones fundamentales en el diseño y ejecución de los sistemas inalámbricos orientados a las necesidades personales y empresariales son: disponer de un radio enlace directo para cada suscriptor, predecir las características de la señal en zonas urbanas donde la densidad de suscriptores es alta y edificaciones que tienen gran influencia en la propagación.

Los mecanismos que gobiernan la radio-propagación son complejos y diversos, y generalmente se atribuyen a fenómenos que sufren las ondas electromagnéticas en el transporte, tales como reflexión, difracción, dispersión y en general pérdidas de propagación. Los requerimientos para reducir el efecto de estos fenómenos en las comunicaciones son definidos de diversas maneras dependiendo de la tecnología utilizada.

Según la capacidad y cobertura requeridas en el área de influencia de las redes, el diseño implicará la utilización de celdas de diferentes radios y las antenas de las estaciones base presentarán diferentes alturas y potencias de transmisión. De allí surgen las definiciones de sistemas de macroceldas, microceldas y picoceldas, de las cuales se explica a continuación.

### **2.3.3.1. Las Macrocelas**

Las macroceldas son los modelos de comunicación más comunes para operación celular. El rango de cubrimiento de éstas se encuentra entre 1 y 30 kilómetros, por lo que son utilizadas principalmente para el manejo del tráfico originado por usuarios que se encuentran en movimiento a gran velocidad, disminuyendo de esta forma el número de handoff y aumentando de esta manera la calidad del servicio al reducir la probabilidad de caída de llamadas.

### **2.3.3.2. Las Microceldas**

El uso de microceldas (con rango de cubrimiento entre 100 y 1000 metros) incrementa la capacidad de la red, ya que permite hacer un mayor manejo de tráfico y hace posible la utilización de potencias de transmisión muy bajas. Desde el punto de vista del operador, esto se traduce en ventajas adicionales como una mejor cobertura, bajos costos de la red por suscriptor y mayor eficiencia en la operación del sistema. Los requerimientos claves del sistema microcelular incluyen la coexistencia e interoperabilidad con los sistemas ya instalados, necesitándose un desarrollo mínimo de ingeniería para un mejor diseño.

### **2.3.3.3. Las Picoceldas**

Al reducir mucho más el tamaño de las celdas, se logran las picoceldas (cubrimiento menor a 100 metros). Como se sabe, una reducción en el tamaño de

una celda implica un aumento en la capacidad (manejo de tráfico), por lo que las picoceldas se utilizan para brindar cobertura en las zonas identificadas como de muy alto tráfico, tales como centros de negocios o centros comerciales, donde los usuarios tienen un patrón de comportamiento de baja movilidad y se encuentran en un ambiente cerrado.

#### **2.3.4. MANEJO DEL HANDOFF (MANOS LIBRES)**

El handoff es el proceso de pasar una llamada de un canal de voz en una celda a un nuevo canal en otra celda o en la misma, a medida que el usuario se mueve a través de la red. El manejo de estas transiciones es un factor vital para garantizar la continuidad de las comunicaciones de voz como de imágenes y datos, caso en el que es muy crítica la pérdida de información.

#### **2.3.5. MOVILIDAD**

En la nueva generación de sistemas de telefonía celular digital, se involucra tanto la movilidad personal como la movilidad del terminal. La movilidad personal se refiere a la posibilidad de que el usuario tenga acceso a los servicios en cualquier terminal (alámbrico o inalámbrico) sobre la base de un número único personal y a la capacidad de la red para proveer esos servicios de acuerdo con el perfil de servicio del usuario. Por otro lado, la movilidad del terminal es la capacidad de un terminal inalámbrico de tener acceso a servicios de telecomunicaciones desde diferentes sitios mientras está en movimiento, y también la capacidad de la red para identificar, localizar y seguir ese terminal.

#### **2.3.6. CALIDAD.**

Uno de los parámetros a tener en cuenta para establecer las diferencias entre un sistema u otro, se refiere a la medida de calidad del servicio prestado. Las consideraciones que un usuario debe tener en cuenta a la hora de suscribirse a

un servicio de telefonía móvil tienen que ver con el precio y las características de operación del dispositivo portátil, la disponibilidad de una variedad de servicios, la duración de la batería, la cobertura geográfica y la posibilidad de disfrutar el servicio en áreas diferentes a las que está inscrito, así como una confiable calidad de transmisión de voz y datos. Por otra parte, la calidad es un factor de especial atención desde el punto de vista de los operadores, pues es conveniente lograr la rentabilidad de sus negocios paralelamente a la satisfacción de sus clientes al dimensionar óptimamente las redes con la adecuada relación costo/beneficio, reducción de los costos de operación y mantenimiento, utilización eficiente del espectro radioeléctrico, y disponer de mecanismos que permitan mejorar la operación del sistema de acuerdo con los nuevos avances tecnológicos que surjan.

### **2.3.7. FLEXIBILIDAD Y COMPATIBILIDAD.**

Debido a la interacción con redes de diferente tipo que debe soportar una red con cubrimiento global (tales como Red Digital de Servicios Integrados, Redes Celulares Análogas, Red Telefónica Pública Conmutada, Redes de Datos, Redes Satelitales), ésta debe suministrar las interfaces adecuadas para la interoperabilidad, y poseer elevados niveles de gestión que permitan realizar cambios en la estructura inicial sin causar traumatismos en el funcionamiento

### **2.3.8. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA.**

Los costos de infraestructura se reflejan principalmente en el precio entre las estaciones base, ya que el manejo de una tecnología u otra en las mismas, no son un factor diferenciador. Lo deseable es que el dimensionamiento de la red minimice el número de celdas, la cantidad de equipos en general y sus costos de operación y mantenimiento.

## 2.4. SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL DIGITAL GSM.

Hoy en día el estándar GSM está funcionando con éxito tanto en países Americanos como del resto del mundo. En 1993 existía más de 36 redes GSM en servicio en 22 países. Además el resto del mundo que no utilizaba el sistema GSM estaba considerando la implementación.

Los servicios móviles pueden asociarse más fácilmente a un abonado que a un equipo o a una terminación de línea, proporcionando lo que se conoce como servicios de comunicación personal. Se espera que el desarrollo de redes de comunicación personal con acceso de radio a la red fija afecte a una proporción significativa de abonados en los próximos diez años. De entre las posibles tecnologías que podrían ser utilizadas para soportar tales servicios se ha escogido la GSM, cuyo nombre de operador en el Ecuador es la red Conecel S.A. que trabaja a 850 MHz. con el código de red 470 01 y está puesto en vigencia desde mayo del 2003.

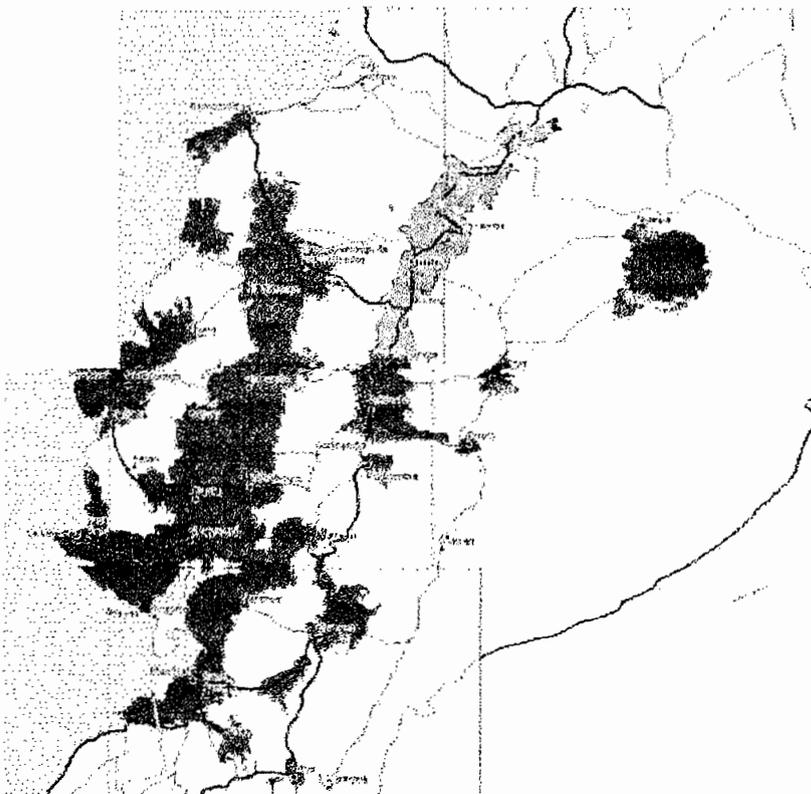


Figura 2.7. Cobertura GSM en el Ecuador

### 2.4.1. SERVICIOS Y FACILIDADES DEL SISTEMA GSM

En principio, todos los servicios disponibles en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) han sido incluidos en el desarrollo del GSM. Pero debido a las restricciones de velocidad de transmisión de datos y tasa de errores, algunos de los servicios han sido desarrollados con restricciones.

#### 2.4.1.1. Agenda Telefónica

A través del teléfono móvil tiene acceso a una agenda telefónica personal. Gracias a la tarjeta SIM puede almacenar noventa nombres y números de teléfono, con la ventaja de poder disponer de ellos en cualquier terminal que la instale.

Además, algunos teléfonos móviles poseen la capacidad de almacenar más números en su propia memoria. Cada modelo de teléfono tiene su propio proceso de grabación de números. Siguiendo el manual de instrucciones del teléfono realizará fácilmente esta operación.

#### 2.4.1.2. Desvío de Llamadas

Este servicio permite desviar a cualquier otro teléfono, por ejemplo al de la casa, al de la oficina o al contestador PORTA, las llamadas dirigidas al teléfono móvil pueden elegir entre cuatro tipos de desvíos:

- ☛ Desvío automático de todas las llamadas.
- ☛ Desvío cuando el teléfono móvil comunica.
- ☛ Desvío cuando el teléfono móvil no contesta.
- ☛ Desvío cuando el teléfono está apagado o fuera de cobertura.

Debe tenerse en cuenta que no es posible desviar una llamada a un teléfono que tenga activado el servicio de restricción de llamadas entrantes. Además, cuando se activa un desvío, el costo de la llamada desde el teléfono móvil hasta el teléfono de destino, correrá por la cuenta excepto si el desvío es al contestador PORTA, en cuyo caso será gratuito.

#### 2.4.1.3. Contestador Automático

Hay ocasiones en que no puede o no desea contestar una llamada. Para estas ocasiones puede utilizar el contestador PORTA: un servicio automático de grabación de mensajes que está a disposición las 24 horas del día. El contestador tiene un estricto sistema de seguridad que garantiza confidencialidad, protegiendo los mensajes mediante un código secreto que el usuario puede cambiar cuando desee.

El contestador está programado para contestar en cualquiera de estos casos:

- ☛ Si tiene el teléfono apagado.
- ☛ Si no contesta después de sonar el teléfono varias veces.
- ☛ Si se encuentra fuera de cobertura.

En estos casos, las llamadas serán desviadas al contestador PORTA, que responderá con el mensaje de bienvenida que el usuario haya elegido.

#### 2.4.1.4. Notificación y recuperación de nuevos mensajes

Por defecto, el contestador PORTA notificará automáticamente que ha recibido nuevos mensajes. Si no llama al contestador para recuperar los mensajes, transcurridos unos minutos recibirá una llamada del contestador indicándole el número de mensajes pendientes de escuchar. Al recibir esta llamada puede optar entre escuchar los mensajes pendientes o simplemente cortar la llamada.

Cuando acceda al contestador primero oirá los mensajes nuevos que tenga, y después pasará al menú principal, donde podrá escuchar mensajes antiguos y cambiar la configuración del contestador.

#### **2.4.1.5. Configuración del contestador:**

Con esta opción del menú del contestador podrá cambiar tanto el mensaje de bienvenida como el código de seguridad para acceder al contestador.

#### **2.4.1.6. Llamada en Espera**

Esta opción permite saber si alguien está llamando mientras el usuario mantiene otra conversación telefónica. El teléfono avisa mediante una señal sonora cuando tenga una llamada en espera. Si en el plazo de doce segundos tras el aviso del teléfono móvil no atiende la llamada en espera, ésta será ignorada.

#### **2.4.1.7. Retención de Llamadas**

Cuando mantiene una conversación a través del teléfono móvil, puede retener dicha llamada y realizar una nueva o atender una llamada en espera.

#### **2.4.1.8. Multiconferencia**

Este servicio permite conversar simultáneamente con varios interlocutores, a los que debe haber llamado previamente, hasta un máximo de seis, incluido aquél que ha iniciado la multiconferencia.

Aunque sólo se puede iniciar una multiconferencia, se tiene la opción de recibir llamadas e incluso participar en otra multiconferencia.

#### 2.4.1.9. Servicio gratuito.

El Control del costo de la llamada es un servicio que permite controlar directamente, a través de la pantalla del teléfono y en tiempo real, el costo de las llamadas realizadas. Permite tres funciones básicas:

- ▀ Conocer el costo exacto de las llamadas realizadas.
- ▀ Fijar un límite de costo, es decir, un crédito máximo que una vez alcanzado impedirá realizar más llamadas.
- ▀ Definir márgenes sobre el costo normal que PORTA factura al cliente, dando flexibilidad para incluir impuestos, márgenes comerciales, coeficientes de recargo.

Es especialmente útil para quien necesite controlar el costo de las llamadas que una tercera persona realiza con el teléfono móvil.

Los números de marcación fija permiten limitar las llamadas realizadas a una lista específica de números contenidos en la tarjeta SIM, de forma que no se pueda llamar a ningún otro teléfono. Esta lista la puede cambiar sólo con el password, con lo que con seguridad queda totalmente garantizada.

#### 2.4.1.10. Restricción de Llamadas

Este servicio de ahorro permite restringir los diversos tipos de llamadas que puede recibir o efectuar desde el teléfono móvil.

A partir de ese momento se dispondrá de un código personal para activar y desactivar las restricciones de llamada utilizando las funcionalidades que ofrece el propio teléfono.

**2.4.1.11. Tipos de restricciones:**

Existen diferentes tipos de llamadas que se puede seleccionar para restringir, en función del origen y destino de las mismas. Estos son los tipos de llamadas que se pueden restringir:

- ☒ Todas las llamadas salientes.
- ☒ Llamadas internacionales salientes.
- ☒ Llamadas internacionales salientes excepto las dirigidas a Ecuador cuando se encuentra en el extranjero.
- ☒ Todas las llamadas entrantes.
- ☒ Llamadas entrantes cuando se encuentra en el extranjero.

**2.4.1.12. Cambio de número de teléfono**

Se pueden cambiar el número de teléfono siempre que se desee.

**2.4.1.13. Confidencialidad**

Puede pedir que el número no sea público en ningún momento, que no aparezca en ningún listado, ni siquiera como cliente del operador PORTA en la Guía PORTA del servicio de información.

**2.4.1.14. Identificación del número llamante**

Este servicio permite visualizar en la pantalla del terminal el número del teléfono que corresponde a la llamada entrante; al mismo tiempo que recibe la llamada. Se trata de un servicio muy útil cuando está haciendo Roaming, dado que el usuario comparte el costo de las llamadas, y permite decidir si acepta esta llamada o no. Si otro cliente PORTA está llamando y tiene contratada la ocultación de la

identidad, este servicio tiene la prioridad sobre la identificación, salvo que el llamado tenga una identidad particular, por ejemplo, la policía.

#### **2.4.1.15. Reserva de números**

Se pueden reservar números de teléfono que no hayan sido asignados previamente, para ser activados en un futuro próximo.

#### **2.4.1.16. Selección del número propio**

Puede seleccionar un número que sea fácil de recordar de forma gratuita, a no ser que se trate de un número de los llamados GOLD, que por ser particularmente atractivo, están sujetos a tarifa. El plan de numeración de PORTA prevé ciertas limitaciones dependiendo del área geográfica, así el primer dígito indica la zona de suscripción del servicio.

#### **2.4.1.17. Números Gold**

Puede elegir un número fácil de recordar, como puede ser el 50 10 50, siempre y cuando no esté ya asignado.

#### **2.4.1.18. Facturación personalizada**

Cuando reciba la factura, puede elegir entre una factura normal o una detallada en la que aparecen todas las llamadas efectuadas. Además, PORTA ofrece una factura en formato Braille para clientes invidentes.

**2.4.1.19. Funciones de Seguridad**

En el sistema GSM la protección de la información se realiza a tres niveles:

Autenticación por el sistema de las tarjetas SIM, para impedir el acceso a usuarios no registrados.

Cifrado de la transmisión para impedir escuchas no autorizadas (voz y datos).

Protección de la identidad del abonado.

**2.4.2. ARQUITECTURA FUNCIONAL E INTERFACES DE UN SISTEMA GSM**

En la figura 2.8 se muestran las principales entidades funcionales e interfaces de un sistema GSM.

El sistema de la estación comprende un controlador y un equipo transmisor-receptor desplegado en el área de cobertura.

La parte del subsistema de red incluye un equipo de conmutación (MSC, Mobile Switching Centre) dedicado al servicio móvil, que enlaza todos los elementos del sistema, a través de líneas dedicadas, con la red pública (RTPC o RDSI).

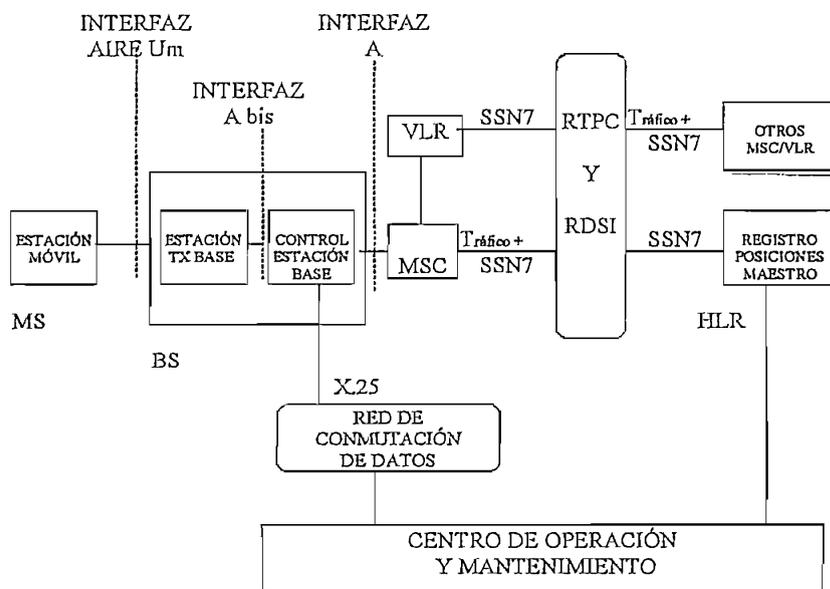


Figura 2.8 Diagrama de bloques de la arquitectura GSM.

### 2.4.3. BASES DE DATOS DE LA RED

Las bases de datos que se utilizan en GSM para la gestión de las funciones de movilidad de abonados y para el control de la llamada son:

La HLR (Home Location Register). Almacena información de los abonados locales tal como: el perfil de servicio de cada abonado y la posición en todo momento.

La VLR (Visiting Location Register). Almacena la identificación de los usuarios que se encuentran de paso por las células que dependen de un MSC.

La EIR (Equipment Identity Register). Almacena los identificadores de los equipos de los abonados. Ello se utiliza para detectar el uso no autorizado de equipos de usuario, impidiéndose el acceso a la red.

La AC (Authentication Center). Almacena la clave y el algoritmo para cifrar la identidad del usuario y para cifrar la información que viaja vía radio

Las especificaciones de GSM definen funciones lógicamente separadas e interfaces para cada una de las bases de datos, permitiendo que cada función se pueda implementar en un componente de red distinto y físicamente separado.

### 2.4.4. PLAN DE NUMERACIÓN

Se asigna un número internacional RDSI bien al usuario, a través de la tarjeta SIM, o bien al terminal móvil. La numeración en cada país debe ser compatible con el panel de numeración nacional correspondiente.

El número consiste en un código de país, un código intra-nacional (que básicamente identifica la red móvil destino) y el número de abonado. Fundamentalmente, el número de abonado define el encaminamiento de la

llamada a través de la RTPC/RDSI hacia la MSC destino. El MSC usa el número de abonado para extraer de la HLR la información de re-encaminamiento apropiada para hacer llegar la llamada a la MSC en la que se encuentra el abonado de paso.

La información de re-encaminamiento viene especificada por el número de viajero (roaming number) que se obtiene de la HLR. Este número es un código temporal asignado por la VLR al usuario visitante y enviado a la HLR y tiene la misma estructura que los número RDSI de la zona en la que se encuentra el usuario.

#### **2.4.5. LA ESTRUCTURA DE PROTOCOLOS**

Usando el modelo OSI, el sistema GSM puede describirse considerando varios "niveles" funcionales en las siguientes entidades e interfaces, en la figura 2.9 se puede apreciar como está realizada la estructura.

- ✚ Transmisión.
- ✚ Gestión de los recursos de radio.
- ✚ Gestión de la movilidad.
- ✚ Control de la llamada.
- ✚ Gestión de los servicios suplementarios.
- ✚ Servicios de mensajes cortos.
- ✚ Gestión de operación y mantenimiento.

Análisis y estudio del manejo remoto de un teléfono celular

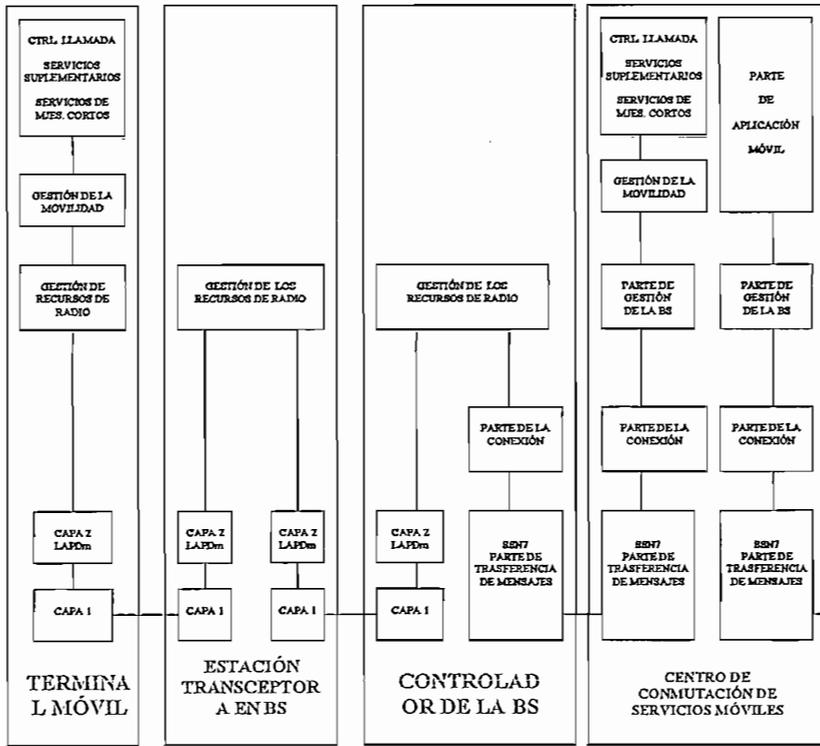


Figura 2.9 Estructura de Protocolos GSM

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL "CELULAR-VEHÍCULO" Y SISTEMA DE ALARMA VEHÍCULO

Para la realización de ésta alarma vehicular en un principio se tomó en cuenta los diferentes componentes electrónicos que existen en el mercado para ir simplificando el circuito y para lograr tener un mayor rendimiento se hizo uso del PIC 16F84A.

Generalmente para realizar una llamada de un celular a otro celular se debe presionar nueve dígitos y al final la tecla de "SEND" que serían diez teclas en total, por ejemplo el 099594188 + (SEND). Con éste procedimiento se dificulta que automáticamente se presionen diez teclas para poder llamar como se observa en la figura 3.1.

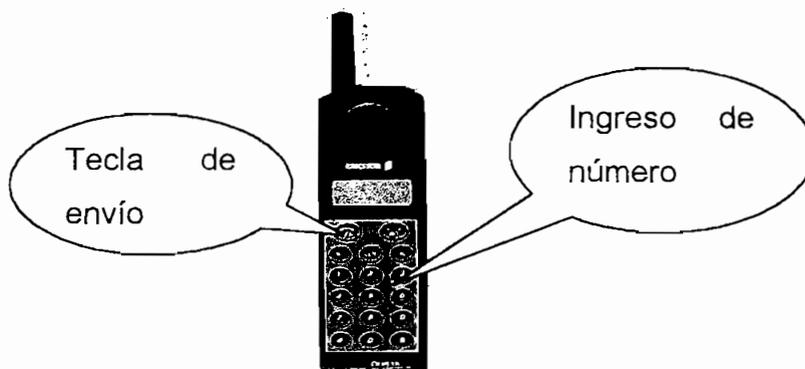


Figura 3.1. Celular con descripción

Con un poco más de conocimientos el cual se enfoca en el capítulo siguiente sobre programación de los celulares el proceso automático de llamadas se reduce a una sola tecla en la cual está grabado el número al que se va a llamar reemplazando así el proceso anterior, como se indica en la figura 3.2.

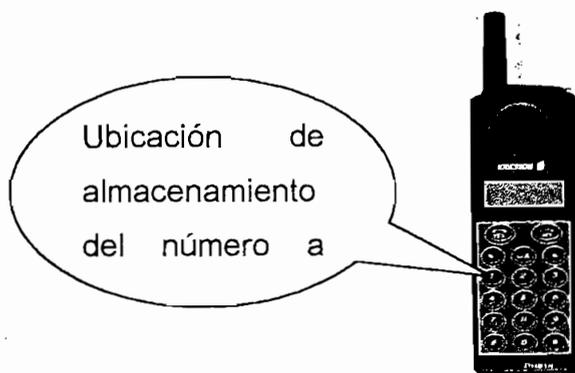


Figura 3.2. Uso del celular con una sola tecla

Ahora lo que interesa es realizar un circuito que pueda hacer este tipo de aplicaciones. Se ha dividido en dos partes para la elaboración de dicho circuito: la etapa en donde el "celular-vehículo" llama al "celular-usuario", figura 3.3.

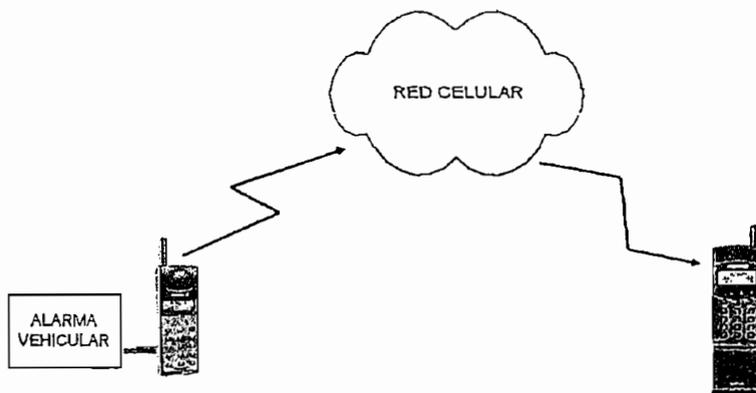


Figura 3.3. El "celular-vehículo" llama al "celular-usuario"

Y la segunda etapa en donde el "celular-usuario" llama al "celular-vehículo", figura 3.4.

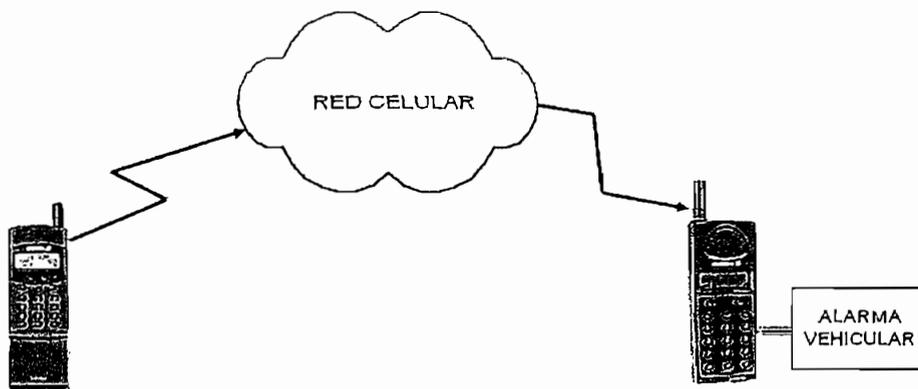


Figura 3.4. El "celular-usuario" llama al "celular-vehículo"

El objetivo de esta alarma, es que el "celular-vehículo" que se encuentra previamente instalado en vehículo llame automáticamente cuando algún sensor sea activado y llame al "celular-usuario" el cual posee el dueño del automotor. Las funciones que debe cumplir el circuito a diseñarse y construirse son:

- ✦ Fuente de respaldo de energía.
- ✦ Circuito de conexión de sensores de movimiento, puertas y switch.
- ✦ Detector de llamada entrante.
- ✦ Circuito de conexión del PIC16F84A.
- ✦ Circuito de establecimiento de llamada, suspensión de paso de combustible y activación de la sirena.
- ✦ Circuito de desconexión remota.
- ✦ Visualización de los estados de la alarma.
- ✦ Programación del PIC 16F84A en el cual realiza:
  - Chequeo de sensores.
  - Activación a estado vigilante automático.
  - Llamado automático al dueño del vehículo.
  - Desconexión del paso de energía o paso de combustible en el caso de activarse la alarma.
  - Activación de una sirena o bocina para ahuyentar a los ladrones.
  - Desconexión del estado vigilante para ingresar al vehículo.
  - Activación y desactivación remota de la alarma.

Cada una de estas etapas se describen posteriormente con mayor detalle así como sus características y funciones.

### **3.1. FUENTE DE RESPALDO DE ENERGÍA**

Se ha tenido en cuenta la posibilidad de que se desconecte la batería del vehículo y quede deshabilitado cualquier sistema que funcione con batería del carro, para lo cual se ha puesto una batería recargable que solamente suministre exclusivamente energía al circuito de la alarma.

Como el circuito necesita de 5VDC (voltaje de corriente directa) se toma de la batería de 12 VDC del vehículo, además se necesita de 8VDC para que el "celular-vehículo" cargue su batería.

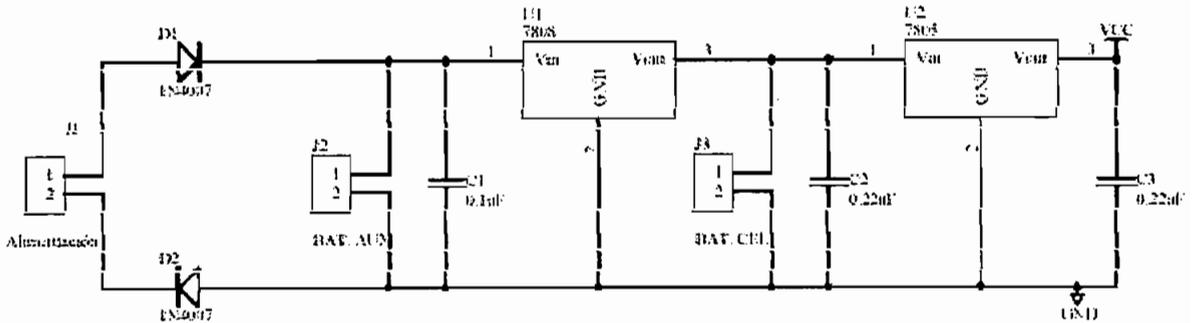


Figura 3.5. Circuito regulador de voltaje

Uno de los problemas que se presentó con la batería fue que al desconectar la batería del vehículo y hacer contacto los polos de los alambres, la alarma quedaba inutilizada por lo que se diseñó un circuito de protección que consiste en diodos 1N4007 que se conecta únicamente cuando se tiene alimentación de la batería del vehículo caso contrario queda abierto evitando que se produzca un corto circuito. Tomando en cuenta las características de los reguladores 7805, 7808 y a las sugerencias del fabricante, se realiza el circuito de la figura 3.5. La salida del CI 7808 se conecta al cargador de batería del "celular-vehículo"; la salida del CI 7805 sirve de alimentación para el resto del circuito.

### 3.2. SENSORES

#### 3.2.1. SENSOR INFRARROJO DE MOVIMIENTO.

En el mercado se encuentra el circuito LX16C que es un sensor infrarrojo de movimiento, que se activa cuando detecta la presencia de un cuerpo que cambia de posición y cuando éste se ausenta, automáticamente se desactiva. Este sensor puede identificar si es de día o noche, el diseño es muy estable y la distancia a la detección de cuerpo es ajustable incluso con el tiempo de funcionamiento.

La operación de este circuito es muy fácil, tiene una perilla (ver figura 3.6) para regular la sensibilidad, si se gira en sentido a las agujas del reloj la sensibilidad aumentara y si se gira en sentido contrario se reducirá; con la segunda perilla (ver figura 3.6) en sentido anti-horario se puede aumentar el tiempo de activación del sensor y en sentido horario se reduce el tiempo de funcionamiento; con la tercera perilla (ver figura 3.6) se ajusta para operar en diferentes tipos de ambientes.

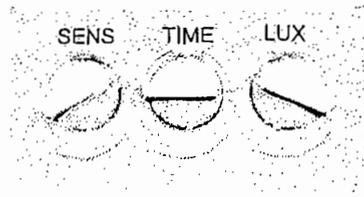
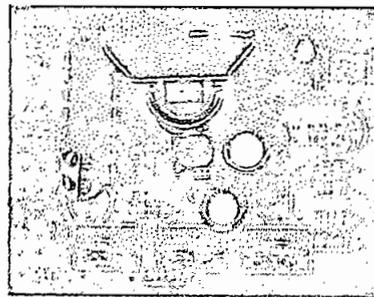


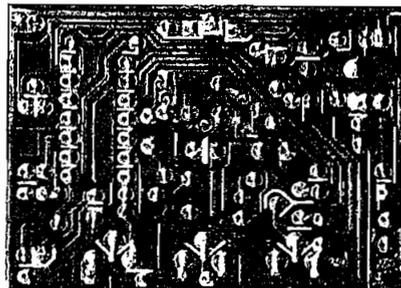
Figura 3.6. Parte inferior del sensor infrarrojo.

En la figura 3.7 se puede observar el circuito LX16C tanto en el reverso como en el anverso.



a) anverso

b)



b) reverso.

Figura 3.7. Sensor de movimiento.

El diagrama del circuito que conforma el sensor de movimiento es el que se muestra en la figura 3.8.

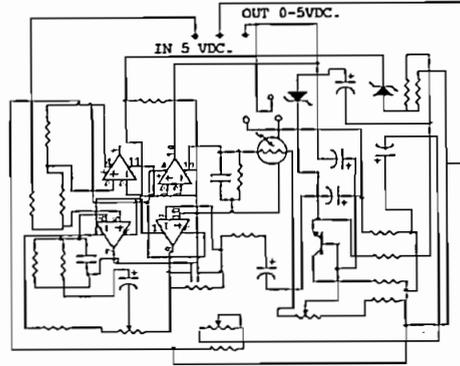


Figura 3.8. Diagrama del sensor de movimiento LX16C.

### 3.2.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR INFRARROJO DE MOVIMIENTO.

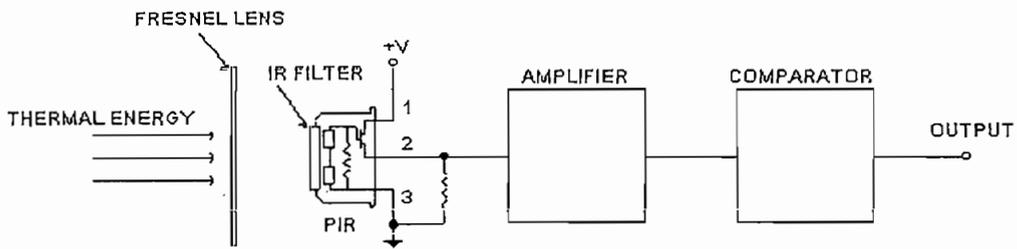


Figura 3.9. Configuración del sensor infrarrojo

En la figura 3.9 se observa el sensor infrarrojo que está compuesto de: plomo, zirconio y titánio, estos materiales tienen la característica de que la carga eléctrica en la superficie es dividida en carga eléctrica positiva y carga eléctrica negativa en la condición normal, (Polarización espontánea). La distribución de la carga eléctrica se desordena cuando los rayos infrarrojos se reflejan en este material y se produce una diferencia de voltaje, ver figura 3.10, caso contrario permanece el voltaje estable.

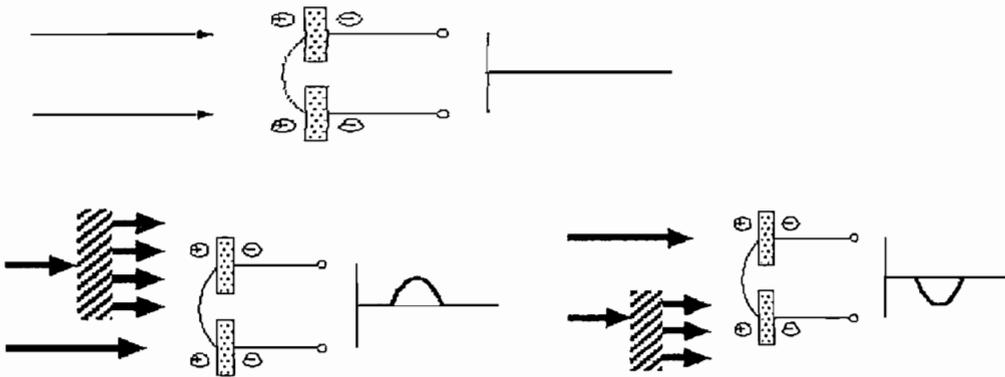


Figura 3.10. Variación de voltaje con la presencia de fuentes de calor

Los sensores de movimiento que se están usando tienen dos detectores cada uno de los cuales proporciona cambio de polaridad opuesta.

La respuesta del sensor infrarrojo de movimiento es afirmativa únicamente si tiene una diferencia de voltaje en los dos detectores; en el caso en que solamente se tenga una diferencia de voltaje en uno de los detectores y el sensor lo interpreta como un error.

### 3.2.2. CONEXIÓN AL SWITCH O INTERRUPTOR

Para evitar que la alarma se active mientras el dueño se encuentra manejando su vehículo, se ha incorporado una conexión al switch: con la cual, si éste se encuentra encendido no se activará la alarma, salvo que se realice una activación remota llamando al "celular-vehículo".



Figura 3.11. Interruptor de encendido y arranque del vehículo.

En la figura 3.11 se observa la llave de encendido que puede girar hacia cuatro posiciones:

- ⚙ **B** Dirección trabada, encendido desconectado.
- ⚙ **I** Dirección destrabada, encendido desconectado.
- ⚙ **II** Encendido conectado
- ⚙ **III** Arranque.

Para que la alarma proceda al estado vigilante el switch debe de estar en la posición **B** o **I**.

### 3.2.3. SENSOR EN PUERTAS.



Figura 3.12. Sensor de apertura de puertas.

También se hace una conexión al sensor de las puertas del vehículo, el sensor de la figura 3.12 es un interruptor normalmente cerrado el cual cambia su estado al cerrar la puerta.

Para que la alarma entre en estado vigilante se debe de cumplir que:

- ⚙ El sensor de movimiento no detecte presencia.
- ⚙ El interruptor de encendido se encuentre desconectado.
- ⚙ Las puertas del vehículo se encuentren cerradas

### 3.3. CIRCUITO DETECTOR DE LLAMADA ENTRANTE.

Tokehim en su libro Principios Digitales da una pauta para diseñar un multivibrador monoestable con el temporizador 555, como se observa en la figura 3.13.

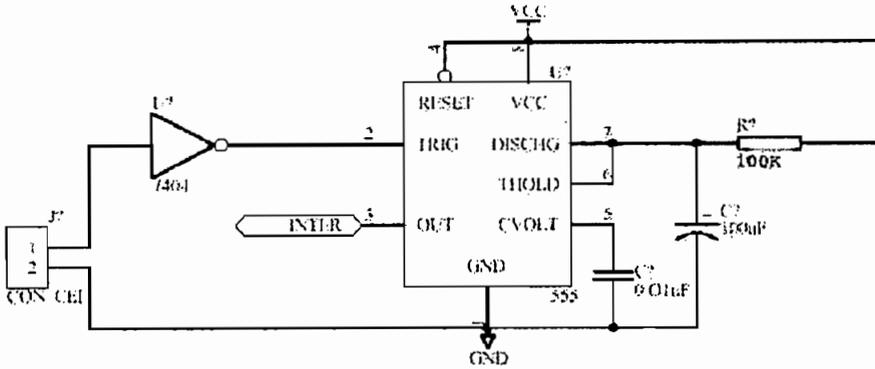


Figura 3.13. Temporizador CI 555 conectado como MV monoestable.

El temporizador adaptable CI 555 se muestra conectado como MV monoestable. Un corto pulso negativo de entrada produce un mayor pulso positivo de salida. La duración  $t$  del pulso de salida se calcula utilizando la fórmula.

$$t = 1.1 R_A C$$

Donde  $R_A$  es igual al valor del resistor en ohmios,  $C$  es igual al valor del capacitor en faradios, y  $t$  es igual al tiempo en segundos. Al calcular la duración del pulso de salida  $t$  del multivibrador mostrado en la figura 3.13 tenemos.

$$t = 1.1 (100k_{\Omega})(100\mu F)$$

$$t = 11 \text{ segundos}$$

La duración  $t$  del pulso de salida para el MV monoestable de la figura 3.13 es 11 segundos, además es no redispensible, esto significa que cuando la salida del monoestable está en el nivel alto, desatenderá cualquier pulso de entrada. Con la implementación de este se circuito evitan activaciones y desactivaciones consecutivas por las timbradas de las llamadas entrantes a través del pitido del

"celular-vehículo", y así se garantiza que por cada llamada se cumpla la activación o desactivación de la alarma dependiendo el caso.

### 3.4. CIRCUITO DE CONEXIÓN DEL PIC 16F84A.

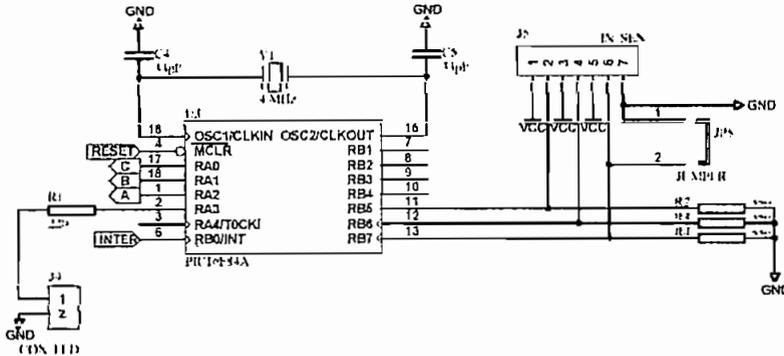
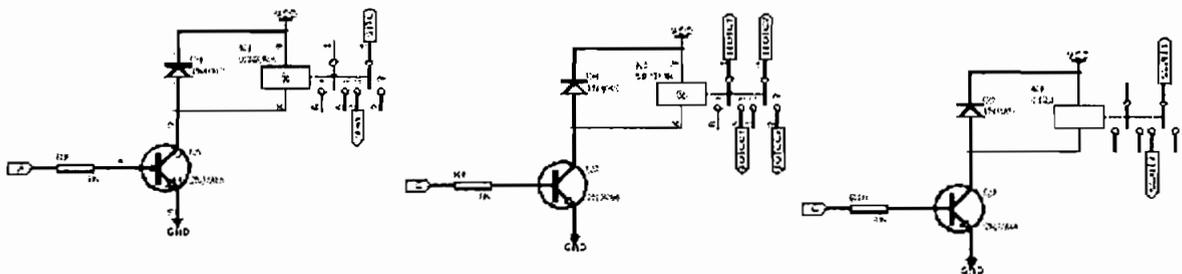


Figura 3.14. Diagrama de conexión del PIC 16F84A.

Para la utilización del PIC16F84A, por medio de software se configuran las entradas y las salidas lo cual se indicará más adelante en el programa. Las conexiones de las entradas están en los pines 11, 12 y 13; y las salidas en los pines 1, 17 y 18 como se observa en la figura 3.14. En los anexos se puede encontrar mayor información del PIC.

### 3.5. CIRCUITO DE ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA, SUSPENSIÓN DEL PASO DE COMBUSTIBLE Y ACTIVACIÓN DE LA SIRENA.



a) sirena

b) suspensión de combustible.

c) celular

Figura 3.15. Conexión de relé

Para la activación de la sirena se utiliza un relay del cual se están tomando los contactos del común con el normalmente abierto como se indica en la figura 3.15 a); en el momento de la activación de la alarma, éste funcionará por 60 segundos y volverá a su estado normal, salvo que se desactive la alarma.

Para la suspensión de combustible se realiza la conexión en los contactos del común con el normalmente cerrado como se aprecia en la figura 3.15 b); en el momento de la activación de la alarma se activa el relay y permanecerá en este estado hasta que se desactive la alarma.

Para establecer la comunicación con el "celular-usuario" se hace el uso de un tercer relay en el cual se están tomando los contactos del común con el normalmente abierto como se aprecia en la figura 3.15 c); en el momento de la activación de la alarma, éste funcionará por 2 segundos, tiempo necesario para que el "celular-vehículo" pueda comunicarse. La conexión en el celular se hace en los contactos de la tecla SEND o YES, como se aprecia en la figura 3.16.

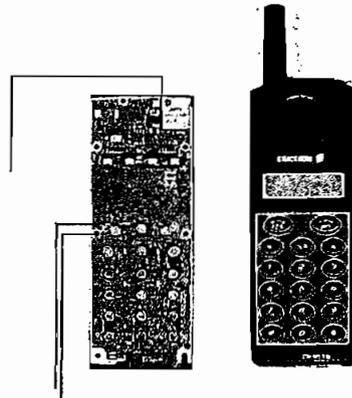


Figura 3.16. Conexión interna del "celular-vehículo".

### 3.6 CIRCUITO DE DESCONEXIÓN REMOTA

Para la activación o desactivación de la alarma, sea ésta en estado vigilante o no, se realiza una conexión equivalente a la realizada con la de establecimiento de

comunicación; esta conexión se realiza al timbrado del celular. Como en la figura 3.16 con los cables de color rojo.

Toda la implementación del hardware se indica en la figura 3.17.

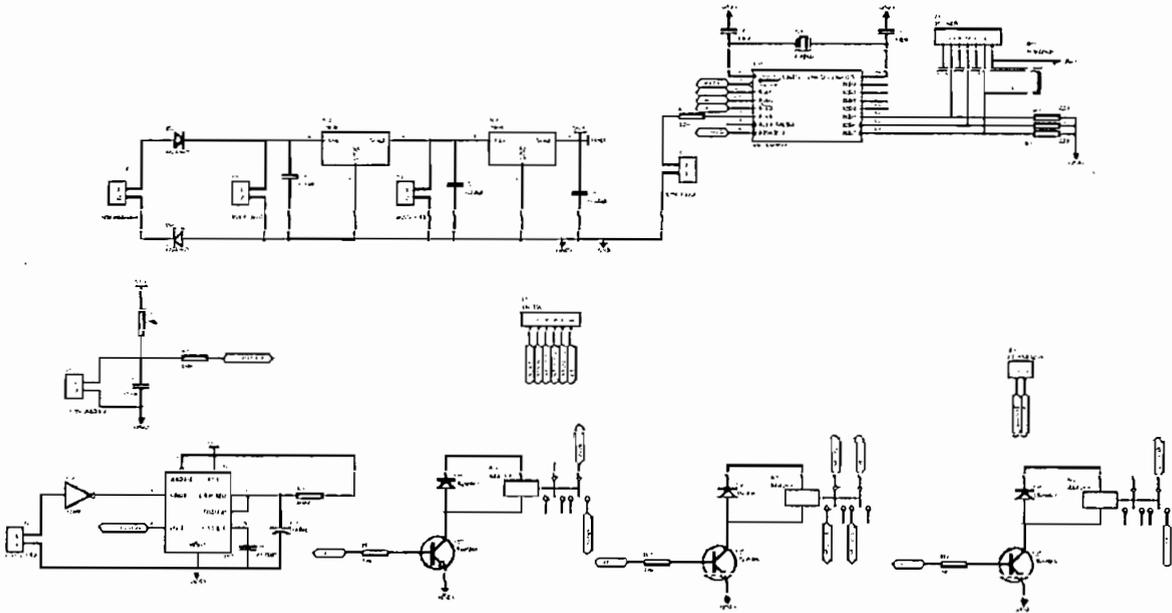


Figura 3.17. Diagrama esquemático del hardware.

En la figura 3.18 se observa la placa en donde se ubica los elementos y las conexiones.

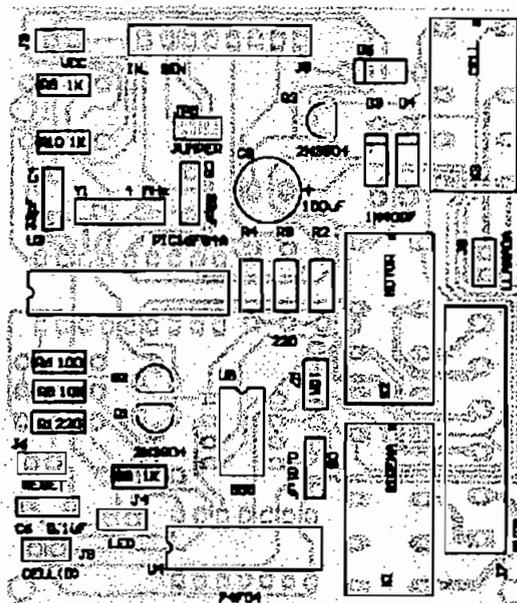


Figura 3.18. Distribución de elementos y diagrama de las pistas.

### 3.6.1. SUSPENSIÓN DEL SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

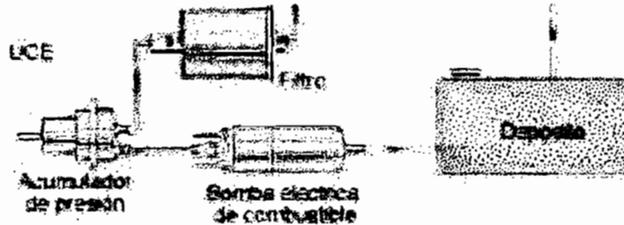


Figura 3.19. Diagrama de conexión de la bomba eléctrica de combustible

En la figura 3.19 se observa un sistema perfeccionado de suministro de combustible que combina el sistema normal con una unidad de control electrónica de combustible (UCE). La diferencia principal entre el sistema de suministro normal de gasolina y el eléctrico es que en éste último se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla de gasolina y oxígeno por medio de un campo electromagnético que se pone en marcha mediante una señal eléctrica variable procedente de la unidad de control. Los circuitos eléctricos de esta unidad reciben y procesan las señales eléctricas que transmiten los sensores, este sensor puede ser controlado con el sistema de alarma que se está diseñando debido a que la bomba electrónica de combustible funciona con 5VDC.

Generalmente los vehículos que son a inyección de gasolina ya poseen esta bomba de suministro de combustible; para aquellos vehículos que no tienen se les puede instalar ya que el costo en el mercado es 22 dólares americanos.

## 3.7. VISUALIZACIÓN DE LOS DIFERENTES ESTADOS DE LA ALARMA.

Para saber si el circuito está funcionando se ha dispuesto de un led para verificar los diferentes estados de la alarma (ver figura 3.20)



Led de color rojo

Figura 3.20. Led indicador del estado de la alarma

Se ha instalado un led para verificar su funcionamiento, así:

LED	UBICACIÓN	FUNCIONAMIENTO
Rojo.	Salida del microcontrolador PIC16F84A por el pin 2 (RA3)	<p>Cuando el led esta produciendo una frecuencia de 1 segundo, es decir originando un parpadeo, la alarma no se encuentra en estado de vigilancia y se puede encender el vehículo.</p> <p>Cuando el led deja de parpadear y permanece iluminado indica que se encuentra en estado vigilante o el vehículo se encuentra bloqueado y no se puede encender el vehículo.</p>

Tabla 3.1. Interpretación de estado del led.

### 3.8. PROGRAMACIÓN DEL PIC16F84A.

La elección del PIC16F84A se basó en la necesidad de contar con un microcontrolador que tenga un número de entradas y salidas requeridas para el propósito del funcionamiento del hardware, una suficiente capacidad de memoria y que sea fácil de programar y utilizar.

En esta sección se desarrollará el software que permita poner en alerta al dueño del vehículo el cual puede también activar o desactivar la alarma remotamente incluso cuando el vehículo se encuentre desplazándose.

En la figura 3.21 se muestra el diagrama de flujo operativo, que indica como se procede a ejecutar la llamada al usuario. Como se puede apreciar, esta alarma vehicular está diseñada para operar cuando el vehículo se encuentra apagado y después de cierto tiempo de que el dueño ha abandonado el automotor.

El sensor de movimiento se encuentra funcionando todo el tiempo pero no se efectúa la llamada sino hasta cuando el vehículo ha sido apagado y hayan transcurrido los 5 segundos; se ha tomado como referencia éste tiempo que es desde que el usuario abandona el vehículo y la alarma entra en el estado vigilante.

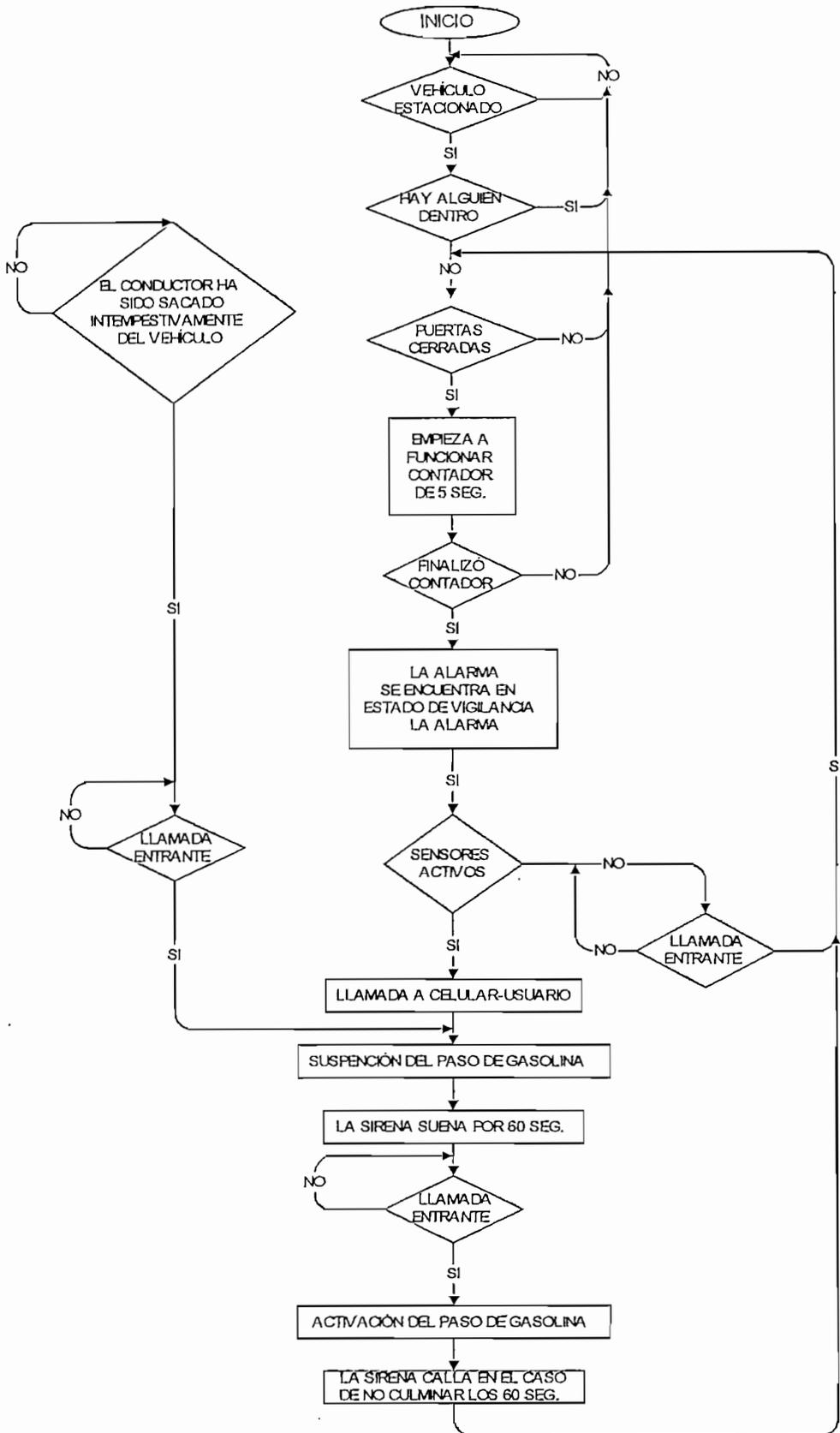


Figura 3.21. Diagrama de flujo para ejecutar la llamada cuando el "celular-vehículo" llama al "celular-usuario".

Se presenta el programa fuente con su lenguaje mnemónico, los comandos y los comentarios del programa.

```
LIST P=16F84A
```

```
RADIX HEX
```

```
#INCLUDE <P16F84A.INC>
```

```

; PINES DE UBICACIÓN DE LOS SENSORES EN EL PUERTO B
SWS EQU 0X07 ; UBICACIÓN DEL SENOR DEL SWITCH
PTP EQU 0X06 ; UBICACIÓN DEL SENSOR DE PUERTAS
MVN EQU 0X05 ; UBICACIÓN DEL SENSOR DE MOVIMIENTO
TIMBRE EQU 0X00 ; UBICACIÓN DEL TIMBRE DEL CELULAR.
; LOCALIZACIÓN DE SALIDAS
SIRENA EQU 0X02 ; SALIDA PARA LA SIRENA
MOTOR EQU 0X01 ; SALIDA PARA BLOQUE DEL MOTOR.
CELULAR EQU 0X00 ; SALIDA PARA EFECTUAR LA LLAMADA
LEDROJO EQU 0X03 ; SALIDA PARA LED ROJO

BASET EQU 0X0C ; REGISTRO AUXILIAR PARA GENERAR BASE
; DE TIEMPO 0.5 SEGUNDOS
ESTALRM EQU 0X0D ; BANDERAS DE ESTADO DE LA ALARMA
TEMP5 EQU 0X0E ; REGISTRO QUE GENERA 5 SEGUNDOS
TEMP60 EQU 0X0F ; REGISTRO QUE GENERA 60 SEGUNDOS
TEMP2 EQU 0X10 ; REGISTRO QUE GENERA 2 SEGUNDOS
AUX EQU 0X11 ; REGISTRO QUE GUARDA DATOS
; TEMPORALMENTE
RG3 EQU 0X12 ; REGISTRO AUXILIAR
ESTADO EQU 0X13 ; REGISTRO QUE ALMACENA EL REGISTRO
; DEL ESTADO DE LA ALARMA

ORG 0 ; DIRECCIÓN VECTOR RESET
GOTOBGN ; SALTA A INICIO DE PROGRAMA
ORG 4 ; DIRECCIÓN DEL INTERRUPTOS
GOTOINTER ; SALTA AL INICIO DEL VECTOR DE
```

; INTERRUPCIONES

; INICIO DE CONFIGURACIONES

BGN

BSF STATUS,RP0 ; SELECCIONO BANCO 1

CLRF TRISA ; SETEO CONFIGURACIÓN DEL PUERTO A  
; COMO SALIDAS (O L)MOVLW 0X0FF ; VALOR DE CONFIGURACIÓN COMO  
; ENTRADAS (1 L)

MOVWF TRISB ; CONFIGURACIÓN DEL PORTB,

MOVLW B'11000111' ; RESISTENCIAS PULL UP DESACTIVADAS,

MOVWF OPTION\_REG ; INTERRUPCIÓN POR RB0 :  
; POR FLANCO POSITIVO, TIMER0 CON  
; PRESCALAMIENTO DE 256

BCF STATUS,RP0 ; SELECCIÓN BANCO 0

CLRF PORTA ; LIMPIO SALIDAS DEL PUERTO A

CLRF ESTALRM ; LIMPIO BANDERAS DE ESTADO DE ALARMA

MOVLW 0X08 ; CONTADOR PARA GENERAR TIEMPO DE

MOVWF BASET ; 0.5 SEGUNDOS

MOVLW 0X04 ; CONTADOR GENERA TIEMPO 2 SEG.

MOVWF TEMP2

MOVLW 0X0A ; CONTADOR GENERA TIEMPO 5 SEG.

MOVWF TEMP5

MOVLW D'120' ; CONTADOR GENERA TIEMPO 60 SEG.

MOVWF TEMP60

MOVLW B'10010000' ; HABILITACIÓN DE INTERRUPCIÓN  
; EXTERNA TMR0 Y DEL PORTB, HABILITA  
; INTERRUPCIONES

MOVWF INTCON

CLRF TMR0 ; RESETEO CUENTA TIMER 0

; LAZO PRINCIPAL

**MASTER**

BCF INTCON,TOIE ; DESACTIVA INTERRUPCIÓN DEL TIMER0

CLRF PORTA ; LIMPIA ESTADO DE ALARMA

```

BCF  INTCON,TOIF          ; LIMPIA BANDERA DE INTERRUPCIÓN DEL
                           ; TIMERO
CLRF TMR0                 ; LIMPIA CONTADOR TIMERO
BCF  ESTALRM,0            ; RESETEA BANDERAS DE CONDICIÓN DE
                           ; ALARMA
BCF  ESTALRM,1

; GENERACIÓN DE PARPADEO DE LED INDICADOR DE ESTADO ALARMA
; GENERO RETARDO DE 0,5 SEGUNDOS
MOVLW  0X07
MOVWF  RG3
ALAROFF
DECFSZ  RG3,1
GOTOALAROFF
BSF  PORTA,LEDROJO
MOVLW  0X07
MOVWF  RG3
ALAROFF1
DECFSZ  RG3,1
GOTOALAROFF1
      ; FIN DE LA GENERACIÓN DEL PARPADEO
CALL TESTC                ; LLAMADA A SUBROUTINA QUE GENERA
                           ; VERIFICAION DE ESTADO DE LOS SENSORES
BTFSS  STATUS,Z           ; Z = 1 SENSORES INACTIVOS, Z = 0
                           ; SENSORES ACTIVOS
GOTOCONDREM                ; SALTA VERIFICACION DE ENCENDIDO
REMOTAMENTE
GOTOESPERA5S                ; SALTA ESPERA DE 5 SEGUNDOS ANTES DE
INGRESAR A ESTADO VIGILANTE
CONDREM                ; VERIFICACION DE ENCEDIDIO REMOTO
BTFSS  ESTALRM,2           ; BANDERA ACTIVACION REMOTA ON
                           ; (1L)/OFF(OL)
GOTOMASTER                ; SALTA INICIO A LAZO PRINCIPAL

```

```
BSF  ESTALRM,1          ; VERIFICACION DE ESTADO ALARMA
                          ; ACTIVADA POR SENSORES ON (1L)/OFF(0L)
GOTOACTALRM            ; SALTA ACTIVAR ALARMA
                          ; INICIO CICLO ESTADO ALARMA ESPERA 5 SEG PARA ALARMAR
```

**ESPERA5S**

```
BTFSS  INTCON,T0IF
GOTOESPERA5S
BCF  INTCON,T0IF
DECFSZ  BASET,1
GOTOESPERA5S
MOVLW  0X08
MOVWF  BASET
DECFSZ  TEMP5,1
GOTOESPERA5S
MOVLW  0X0A
MOVWF  TEMP5
                          ; FIN CICLO ESTADO DE ESPERA DE 5 SEGUNDOS
CALL  TESTC              ; VERIFICACION DE SENSORES ANTES DE
                          ; INGRESAR A ESTADO VIGILANTE
BTFSS  STATUS,Z
GOTOMASTER              ; SALTA INICIO A LAZO PRINCIPAL

; SI SE PRODUJO ALARMADO CORRECTO (SENSORES INACTIVOS)
; GENERACION DE TONO EN SIRENA DE AVISO DE ALARMA ENCENDIDA
(ESTADO VIGILANTE)
ONALRM
BSF  PORTA,SIRENA
MOVLW  0X0A
MOVWF  RG3
SIRALRT
GOTOSIRALRT
BCF  PORTA,SIRENA
MOVLW  0X0A
```

```
MOVWF    RG3
```

### SIRALRT1

```
DECFSZ  RG3,1
```

```
GOTOSIRALRT1
```

```
BSF  PORTA,SIRENA
```

```
MOVLW  0X0A
```

```
MOVWF  RG3
```

### SIRALRT2

```
DECFSZ  RG3,1
```

```
GOTOSIRALRT2
```

```
BCF  PORTA,SIRENA
```

```
    ; FIN DE LA GENERACIÓN DE TONOS
```

```
BSF  PORTA,LEDROJO    ; ENCIENDE SEÑAL DE ESTADO DE ALARMA
```

```
    |    ; ENCENDIDA
```

```
BSF  ESTALRM,0    ; BANDERA DE ALARMA EN ON
```

### VERALRM

```
BTFSS  ESTALRM,0    ; VERIFICA SE ESTADO ALARMA EN ESTADO
    ;VIGILANTE SI/NO
```

```
GOTOMASTER
```

```
CALL TESTC    ; VERIFICA ESTADO SENSORES
```

```
BTFSC  STATUS,Z
```

```
GOTOVERALRM    ; SALTA A VER ESTADO ALARMA EN ESTADO
    ; VIGILANTE
```

```
BSF  ESTALRM,1    ; BANDERA ALARMA ACTIVADA
```

```
CLRF  TMR0    ; LIMPIO TIMER 0
```

```
BCF  INTCON,TOIF
```

```
BSF  INTCON,TOIE    ; HABILITO TIMER 0
```

```
BSF  PORTA,SIRENA    ; ENCIENDO SIRENA
```

```
BSF  PORTA,CELULAR    ; SEÑAL CELULAR
```

```
BSF  PORTA,MOTOR    ; SEÑAL MOTOR
```

```
ACTALRM    ; LAZO DE ALARMA ACTIVADA (MEDIANTE
SENSORES)
```

```
BTFSS  ESTALRM,1
```

GOTOMASTER

GOTOACTALRM

; SUBROUTINA QUE VERIFICA ESTADO DE SENSORES

; DEVUELVE:

; Z=1 SENSORES INACTIVOS

; Z=0 SENSORES ACTIVOS

TESTC

MOVF PORTB,0 ; BANCO 0

ANDLW B'11100000'

MOVWF AUX

MOVFAUX,1

RETURN

;FIN SUBROUTINA

; SERVICIO DE INTERRUPCIONES

INTER

MOVWF ESTACC ; GUARDA VALOR REGISTRO W

MOVFSTATUS,0 ;RECUPERO REGISTRO STATUS DEL PIC

MOVWF ESTADO ; ALMACENO EL VALOR DE STATUS

BTFSS INTCON,T0IF ; VERIFICO INTERRUPCION ACTIVADA POR  
; TIMER O POR RB0

GOTORB0INT ; SALTA A INTERRUPCION DE RB0

;INTERRUPCION POR DESBORDAMIENTO DE TMR0

BCF INTCON,T0IF

DECFSZ BASET,1 ; CONDICION FIN TIEMPO DE 20MS

GOTOELMBT ; SALE INTERRUPCION

MOVLW 0X08

MOVWF BASET

DECFSZ TEMP2,1 ; CONDICION FIN TIEMPO 2S

GOTOT60S

MOVLW 0X04

MOVWF TEMP2

BCF PORTA,CELULAR ; LIMPIO BANDERARA CELULAR DE ALARMA  
; ENCENDIDA

; CONDICION FIN DE TIEMPO 60S

### T60S

```

DECFSZ   TEMP60,1
GOTOELMBT
MOVLW    D'120'
MOVWF    TEMP60
BCF      PORTA,SIRENA      ; LIMPIA SIRENA DESPUES DE
                           ; TRANSCURRIR 60S
GOTOELMBT                  ; SALE INTERRUPCION
RB0INT    ; INTERRPCION POR RB0
BTFSS     INTCON,INTF      ; VERIFICA INTERRUPCION POR POR RB0
GOTOELMBT                  ; SALE INTERRUPCION
BCF      INTCON,INTF
           ; VERIFICO ESTADO DE ALARMA
           ; DESACTIVACION ESTADO VIGILANTE
           ; REGISTRO ESTALRM = XXXXXXXX1
BTFSS     ESTALRM,0
GOTODESACT
BTFSC     ESTALRM,1
GOTODESACT
BCF      ESTALRM,0
BCF      ESTALRM,2
BCF      INTCON,T0IE
BCF      INTCON,INTF
GOTOELMBT
           ; DESACTIVACION ALARMA
           ; REGISTRO ESTALRM = XXXXXXXX11
DESACT
BTFSS     ESTALRM,1
GOTOACTREM
BCF      ESTALRM,1
BCF      ESTALRM,2
BCF      INTCON,T0IE

```

BCF INTCON,INTF

GOTOELMBT

; ALARMA EN ON REMOTAMENTE

; REGISTRO ESTALRM = XXXXXX00

**ACTREM**

BTFSC ESTALRM,0

GOTOELMBT

BSF ESTALRM,0

BSF ESTALRM,2

CLRF TMR0

BCF INTCON,TOIF

BSF INTCON,TOIE

BSF PORTA,SIRENA

BSF PORTA,MOTOR

BCF INTCON,INTF

ELMBT

; RECUPERACION DE REGISTROS ANTES DE INGRESAR A INTERRUPCION

MOVFESTADO,0

MOVWF STATUS

MOVFESTACC,0

FIN

RETFIE

### 3.9. PRUEBAS Y RESULTADOS.

Los datos presentados en la tabla 3.3 son tomados en un circuito de pruebas, en el que se simuló la duración de la batería de respaldo, los cuales arrojan los siguientes resultados.

<b>CON BATERÍA PRINCIPAL</b>					
	VOLTAJE DE SALIDA [V]			CORRIENTE [mA]	
				SIN ACTIVAR ALARMA	ACTIVADO ALARMA
	FUENTE	7808	7805		
	12,3	8	5	84	92

<b>SOLO BATERÍA AUXILIAR</b>					
HORAS TRANSCURRIDAS	VOLTAJE DE SALIDA [V]			CORRIENTE [mA]	
				SIN ACTIVAR ALARMA	ACTIVADO ALARMA
	FUENTE	7808	7805		
0	12,0	8	5	58	66,1
1	11,6	8	5	58	66,1
2	11,3	8	5	58	66,1
3	10,9	8	5	58	66,1
4	10,5	8	5	58	66,1
5	10,1	8	5	58	66,1
6	9,8	8	5	58	66,1
7	9,4	8	5	58	66,1
8	9,0	8	5	58	66,1
9	8,6	8	5	58	66,1
10	8,3	8	5	58	66,1
11	7,9	8	5	58	66,1
12	7,5	0	5	58	66,1
13	7,1	0	5	58	66,1
14	6,8	0	5	58	66,1
15	6,4	0	5	58	66,1
16	6,0	0	5	58	66,1
17	5,6	0	5	58	66,1
18	5,3	0	5	58	66,1

Tabla 3.3. Datos obtenidos de la batería de respaldo

Como se puede observar el tiempo de duración de la batería es de 18 horas; esto garantiza que si se produce un intento de robo se tenga suficiente tiempo para que la alarma funcione correctamente.

Se han realizado pruebas de campo para verificar el funcionamiento de la alarma vehicular, en la tabla 3.4 se indica los resultados obtenidos después de varias pruebas de operación. El vehículo que se utilizó fue un Chevrolet Corsa.

Quito.

FECHA: Viernes 5 de Septiembre/2003

LUGAR	NIVEL DE SEÑAL DE RECEPCIÓN [dBm]	HORA DE ACTIVACIÓN	TIEMPO DE RESPUESTA [segundos]	DISTANCIA AL VEHICULO [metros]
AV. 6 DE DICIEMBRE Y AV. EL INCA	-75	10:10	6,0	80
	-78	10:15	6,0	80
	-76	10:20	7,3	80
Parqueadorero San Blas	-85	13:13	8,0	50
	-87	13:22	22,0	50
	-87	13:36	6,0	50

Quito.

FECHA: Sábado 6 de septiembre/2003

LUGAR	NIVEL DE SEÑAL DE RECEPCIÓN [dBm]	HORA DE ACTIVACIÓN	TIEMPO DE RESPUESTA [seg]	DISTANCIA AL VEHICULO [m]
AV. 6 DE DICIEMBRE Y AV. EL INCA	-78	09:00	6,0	100
	-75	09:15	5,6	100
	-76	09:35	7,3	100
AV. AMAZONAS Y CORDERO	-81	11:12	8,2	60
	-83	11:20	6,0	60
	-79	11:30	6,3	60
AV. AMERICA Y MARIANA DE JESUS	-84	12:00	9,2	80
	-86	12:10	6,1	80
	-85	12:20	6,5	80
CORAZON Y CAZITAGUA	-75	17:00	10,0	80
	-76	17:10	6,0	80
	-75	17:20	6,3	80

Tulcán.

FECHA: Domingo 12 de Octubre/2003

LUGAR	NIVEL DE SEÑAL DE RECEPCIÓN [dBm]	HORA DE ACTIVACIÓN	TIEMPO DE RESPUESTA [seg]	DISTANCIA AL VEHICULO [m]
SECTOR DEL TERMINAL DE TULCAN	-80	15:20	7,4	120
	-81	15:25	6,0	120
	-80	15:35	6,0	120
PARQUE AYORA	-79	10:16	6,0	90
	-80	10:24	6,5	90
	-80	10:30	6,0	90

Tabla 3.4 Datos de respuesta de comunicación.

Como se aprecia en la tabla 3.4 la respuesta de la comunicación es inmediata; en la segunda prueba cuando el vehículo se lo estaciona en el parqueadero de San Blas el tiempo de respuesta aumentó, se asume que este tiempo aumentó debido a que en ese instante la red se encontró saturada y con la programación del teléfono en reintento de llamada se llegó a establecer la comunicación; no se obtuvo ningún resultado de no conexión.

## CAPITULO IV

### 4. COMUNICACIÓN ENTRE EL "CELULAR-VEHÍCULO" Y "CELULAR-USUARIO"

#### 4.1. DESCRIPCIÓN INTERNA DE UN TELÉFONO CELULAR.

El teléfono celular es uno de los aparatos más complejos, los teléfonos digitales modernos pueden procesar millones de cálculos por segundo en el orden de comprimir y descomprimir caudales de voz, en éste capítulo se verá como transmiten y reciben centenares de canales FM. Si se toma un teléfono celular se puede observar que estos contienen las siguientes partes:

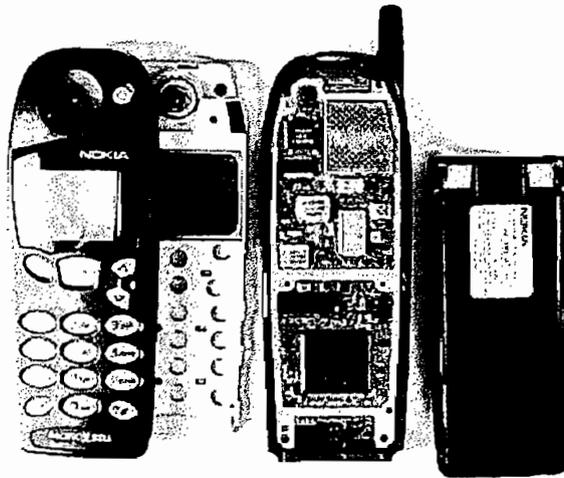


Figura 4.1. Componentes de un teléfono celular.

- ⚡ Un micrófono microscópico.
- ⚡ Un altavoz
- ⚡ Un LCD (Pantalla de cristal líquida)
- ⚡ Un teclado
- ⚡ Una batería
- ⚡ Una antena
- ⚡ Un complejo circuito electrónico

El circuito electrónico es el corazón del sistema. En la figura 4.2 se aprecia un circuito típico del teléfono Ericsson.

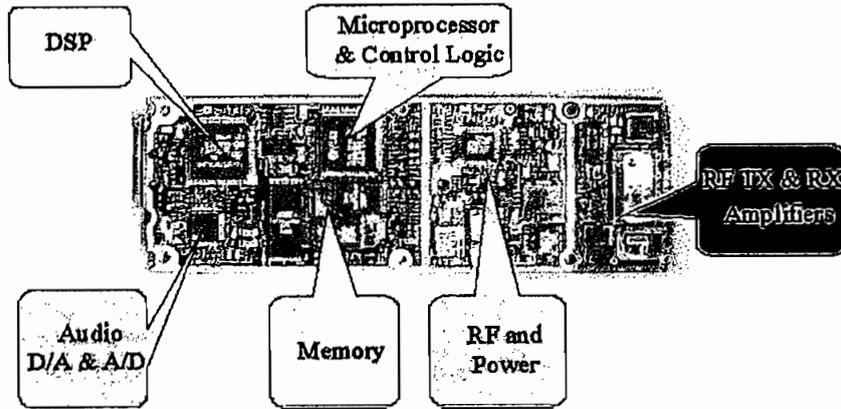


Figura 4.2. Descripción interna del teléfono celular Ericsson

En la figura 4.2 empezando desde la izquierda se ve un chip convertidor de señales Analógicas a Digitales y señales Digitales a Analógicas. El DSP es un Procesador Digital de señales que es altamente diseñado para realizar cálculos de la manipulación de señales a velocidad alta, el DSP trabaja a una velocidad promedio de 40 MIPS (Millones de Instrucciones por segundo) y maneja toda la compresión y descompresión de señales.

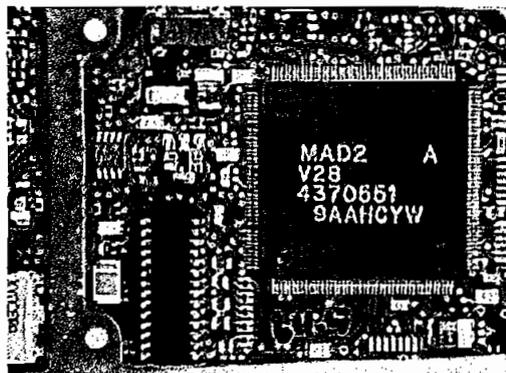


Figura 4.3. El microprocesador.

El microprocesador que se ve en la figura 4.3 y la memoria están encargados de manejar las tareas del teclado y la pantalla, ocupándose de los comandos y

control de señales con la estación base y también de coordinar el resto de funciones en el circuito.

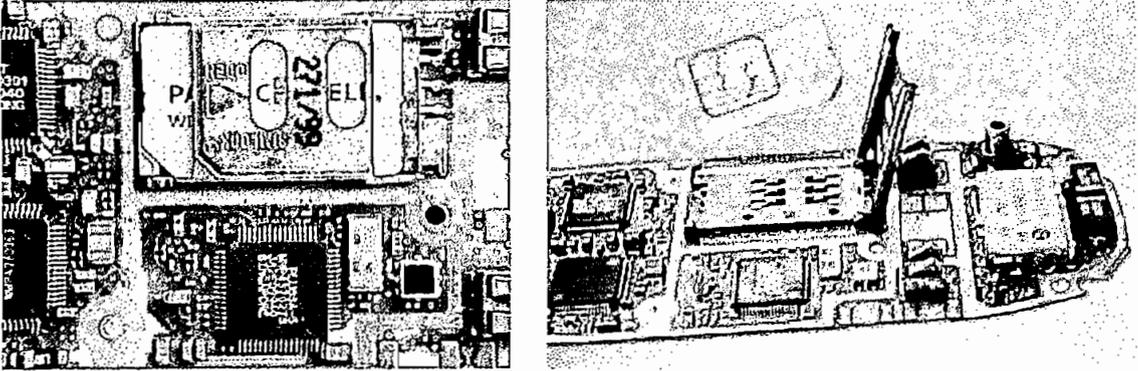


Figura 4.4. Chip de memoria.

Los chips de Memoria Solo Lectura ROM y el chip de la memoria volátil también manejan el sistema operativo y los rasgos personales de cada teléfono celular como por ejemplo la capacidad de almacenamiento de la guía de teléfono. En la figura 4.4 se toma como ejemplo una tarjeta celular de la tecnología GSM en la cual se puede extraer el chip de memoria.

La radio frecuencia RF y la sección de alimentación, manejan el suministro de energía, la recarga y también controla los centenares de canales FM.

Finalmente el amplificador RF maneja las señales de entrada y salida de la antena.



Figura 4.4. La pantalla y los contactos del teclado.

La pantalla ha crecido considerablemente en tamaño así como las características de cada teléfono celular. Lo que más se ofrece en un teléfono celular es la construcción de un directorio telefónico; también se proporciona juegos y una calculadora. En muchos teléfonos se incorpora algún tipo PDA<sup>9</sup> o buscadores en la Web.

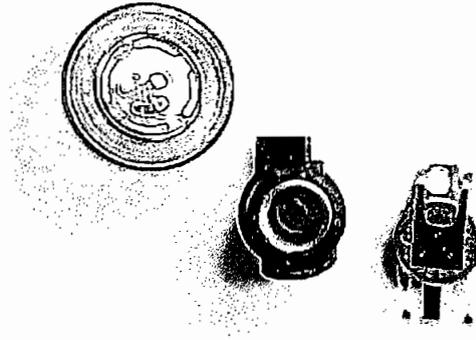


Figura 4.5. Altavoz, micrófono y batería de respaldo.

La tecnología ha avanzado tanto que por medio del altavoz y el micrófono que son tan pequeños logran captar y reproducir sonidos. Como se observa en la figura 4.5 el altavoz es semejante al tamaño de una moneda de 10 centavos y el micrófono no es más largo que la batería que se encuentra junto. La batería es usada por el teléfono celular por el chip interno del reloj.

## 4.2. PROCESAMIENTO DE LLAMADAS

Una llamada telefónica sobre una red celular requiere del uso de dos canales de voz full duplex simultáneamente, uno se llama canal de usuario y el otro, el canal de control. La estación base transmite y recibe, y se llama canal de control directo y canal de voz directo, la unidad móvil transmite y recibe canales de control y canales de voz diversos.

---

<sup>9</sup> PDA: Assistant Digital Personal.

---

La conclusión de una llamada dentro de un sistema de radio celular es muy similar a la de telefonía pública conmutada. Cuando una unidad móvil se enciende, realiza una serie de procedimientos de arranque y después prueba la intensidad de la señal recibida en todos los canales de usuario prescritos. La unidad automáticamente se sintoniza al canal con la intensidad de la señal de recepción más fuerte y se sincroniza para controlar la información transmitida por el controlador de sitio de celda. La unidad móvil interpreta la información y continúa monitoreando el/los canal(es) de control. La unidad móvil automáticamente rastrea periódicamente para asegurarse que está utilizando el mejor canal de control.

Dentro del sistema celular, las llamadas se pueden realizar entre una línea compartida y un teléfono móvil o entre dos teléfonos móviles.

#### **4.2.1. LLAMADAS DE MÓVIL A MÓVIL.**

Las llamadas entre dos unidades, también son posibles en el sistema de radio celular. Para originar una llamada a otra unidad móvil, el que llama introduce el número marcado en la memoria de la unidad, por medio del teclado en el dispositivo del teléfono y después oprime la tecla enviar (SEND). El conmutador recibe el número de identificación del que llama y el número marcado y después determina si la unidad llamada está libre para recibir una llamada. El conmutador envía un comando de voceo a todos los controladores de sitio de celda y el que es llamado (el canal puede estar en cualquier parte del área de servicio) recibe un aviso de llamada entrante. Después de un voceo positivo del que fue llamado, el conmutador asigna a cada uno, un canal de usuario desocupado y les instruye que se sintonicen al canal respectivo. Entonces el teléfono del que se está llamando suena. Cuando el sistema recibe una noticia de que el que fue llamado ha contestado el teléfono, el conmutador termina el tono de llamada progresiva y la conversación puede comenzar entre las dos unidades.

Si un suscriptor móvil desea iniciar una llamada y los canales de usuario están ocupados, el conmutador envía un comando de reintento instruyendo al suscriptor que vuelva a intentar la llamada por medio de una celda vecina. Si el sistema no puede distribuir un canal de usuario por medio de la celda vecina, el conmutador transmite un mensaje de intercepción a la unidad móvil que esta llamando por medio del canal de control. Cada vez que esta llamando a un suscriptor móvil que está ocupado, el que llama recibe una señal de ocupado. Además, si el número que se está marcando no es válido, el sistema envía un mensaje grabado por medio del canal de control o proporciona un aviso de que la llamada no puede procesarse.

### **4.3. CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL DE FLUJOS (ENTREGAS)**

Una de las características importantes en un sistema celular es la capacidad de transferir llamadas de celda a celda, dentro de la red celular que ya están en proceso a otra celda conforme las unidades móviles se mueven, por medio de un controlador de sitio de celdas. Este proceso de transferencia se llama control de flujo o entregas. Las computadoras en las estaciones del controlador del sitio de celda transfieren llamadas de celda a celda con un mínimo de interrupción y ninguna degradación en la calidad de la transmisión. El algoritmo de decisiones de control de flujo se basa en las variaciones de la intensidad de la señal. Cuando una llamada está en progreso, el centro de conmutación monitorea la intensidad de la señal recibida de cada canal de usuario. Si el nivel de la señal de un canal ocupado cae debajo de un nivel de umbral predeterminado, para un intervalo de tiempo dado, el conmutador realiza un control de flujo, si existe un canal vacante. La operación de control de flujo re-enruta la llamada por un sitio de celda nuevo.

El proceso de control de flujo requiere de aproximadamente 200 milisegundos. Los parámetros de control de flujo permiten la transferencia optimizada basada en una carga de tráfico del sitio de celda y el terreno que lo rodea. El bloqueo ocurre cuando el nivel de la señal cae a menos del nivel útil y no existen canales

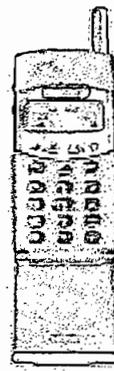
utilizables de intercambio. Para ayudar a evitar el bloqueo o la pérdida de una llamada, durante el proceso de control de flujo, el sistema emplea un esquema de balanceo de cargas que libera los canales para el control de flujo y establece prioridades de control de flujo. Los programadores en el sitio del conmutador central actualizan continuamente el algoritmo de conmutación para enmendar al sistema hasta acomodar las cargas de tráfico variantes.

#### 4.4. PROGRAMACIÓN DE LOS CELULARES.

Para la realización de esta alarma es necesario tener dos celulares, uno que se lo ubicará en el vehículo y que se lo ha llamado "celular-vehículo" que para éste propósito se ha empleado el teléfono celular Ericsson DH618; el segundo celular, el cual lo usará el usuario se lo ha llamado "celular-usuario" y es el celular Ericsson LX-588.



a) DH618



b) LX588

Figura 4.6. Teléfonos Ericsson

En este caso los dos teléfonos son del fabricante Ericsson los cuales tienen la misma configuración general pero algunas características internas diferentes; a continuación se presenta las funciones de cada uno de los modelos y se denotará las diferencias en alguno de los casos. Para el fin de la presente comunicación los dos teléfonos son abonados al sistema de PORTA celular y se han asignado los siguientes números:

---

Ericsson DH618	094206724	"celular-vehículo"
Ericsson LX588	099594188	"celular-usuario"

#### 4.4.1. MENÚ DE LOS TELÉFONOS ERICSSON.

##### 1. Memoria.

1. Almacenamiento de memoria.- Permite grabar un número telefónico y el nombre o número.
2. Recuperación de memoria.- Permite recuperar un número telefónico usando el nombre grabado con el número, o bien usando el número de posición de memoria.
3. Almacenamiento temporal de memoria.- Permite grabar un número en la memoria temporal. Esta puede tener hasta 5 números.
4. Recuperación temporal de memoria.- Permite recuperar un número en la memoria temporal. Esta memoria puede contener hasta cinco números.
5. Último número.- Permite recuperar un número grabado en la memoria temporal.
6. Memoria usada.- Indica el porcentaje de la memoria utilizada.

##### 2. Servicios.

1. Mensajes no leídos.- Indica los mensajes que llegaron y que no han sido leídos anteriormente.
2. Texto antiguo.- Son mensajes que se han leído y no se han borrado.
3. Borrar todo.- Permite borrar todos los textos que se ha recibido.
4. Correo de voz.- Permite oír nuestros mensajes.

##### 3. Opciones del sistema.

1. Selección del sistema.- Sirve para poder escoger el tipo de sistema al cual se quiere conectar.
2. Número telefónico.- Indica el número de número asignado.
3. Información sistema.- Permite saber los estados de *sistema digital*.
4. Privacidad.- Permite al usuario si desea recibir o no las llamadas.

#### 4. Configuración general.

1. Bloqueo de teclado.- El teclado se puede bloquear para que las teclas no respondan al presión. Esta característica es útil cuando es posible que las teclas se opriman en forma accidental.
2. Iluminación de teclado.- Ilumina la pantalla y el teclado, se puede programar para que se apague o encienda automáticamente siempre que se produzca actividad en el teléfono.
3. Contraste.- Para facilitar la lectura de los caracteres.
4. Saludos.- Cada vez que se enciende el teléfono aparece un saludo de bienvenida en la pantalla el cual lo ingresa el propio usuario.
5. Idioma.- Es posible seleccionar que el texto en pantalla aparezca en uno de los tres idiomas (inglés, francés o español).
6. Reiniciar menú.- Permite volver rápidamente cargar los parámetros del sistema a la configuración del fabricante.

#### 5. Configuración de llamadas.

1. Marcación súper rápida.- Se puede llamar a un número grabando en las posiciones de memoria 1 al 9 manteniendo presionado la tecla numérica.
2. Marcar rápido.- Se puede llamar a un número grabado en una posición que ocupa dos dígitos en la posición de memoria y luego presionar SEND.
3. Opciones de respuesta.- Permite seleccionar si responde a las llamadas presionando Yes o cualquier tecla, excepto No.
4. Contador de tiempo.- Muestra la duración de la llamada en tiempo aire.
5. Aviso de minuto.- El teléfono emite un pitido aproximadamente 10 segundos antes de que se complete cada minuto.
6. Código de área automático.- Es posible grabar un código de área que se añadirá de manera automática al número.

7. Prefijo automático.- Permite grabar un código hasta 11 dígitos que se añadirá de manera automática al número.
8. Reintento automático.- Cuando se encuentra habilitado, repite un intento de llamada cada 15 segundos durante un máximo de tres minutos si la llamada no puede ser enviada.
9. Marcación de tonos.- Cuando esta habilitada la función de tonos permite que el teléfono envíe tonos DTMF durante una llamada
10. Tono de acceso.- Cuando esta habilitada, la función indica la conexión a un sistema celular emitiendo tres tonos rápidos.

## 6. Sonidos.

1. Modo silencioso.- Al seleccionar no se emitirá ningún sonido.
2. Tono de mensaje.- Al habilitar da un tono cuando se recibe un mensaje de texto.
3. Sonido de teclado.- Permite seleccionar el tipo de sonido cuando se presione una tecla.
4. Volumen del teclado.- Permite ajustar el nivel de volumen de los sonidos de las teclas.
5. Volumen de audio.- Permite ajustar el volumen del audífono.
6. Volumen del altavoz.- Permite ajustar el volumen del parlante del manos libres.
7. Sonido de timbre.- Permite seleccionar el tipo de tono para el pulso de llamada. A medida que se desplaza se emiten los tonos.
8. Tono de timbre.- Permite ajustar el tono de timbre en bajo, medio, alto o mixto.
9. Volumen del timbre.- Permite ajustar el nivel del volumen del timbre en bajo, mediano, alto, creciente, apagado.

## 7. Datos sobre llamadas.

1. Registro de llamadas recibidas.- Muestra un registro de las últimas 10 llamadas.
2. Última vez.- Indica la duración de la última llamada.

3. Tiempo transcurrido.- Indica el tiempo total transcurrido.
4. Total de llamadas.- Muestra en pantalla el total de llamadas realizadas.
5. Tiempo total aire.- Muestra el tiempo total aproximado de uso.

#### 8. Bloqueos.

1. Bloqueo automático. El teléfono queda bloqueado automáticamente cada vez que se encienda, siempre que se haya programado esta opción
2. Marcación.- se usa para restringir las llamadas efectuadas.
3. Tarjeta de llamadas.- Se permite o restringe las llamadas con tarjeta.
4. Llamadas entrantes.- Se permite o restringe el ingreso de llamadas.
5. Código de seguridad.- Permite cambiar el código de seguridad de cuatro dígitos.

El siguiente punto es para cuando el teléfono funciona con tarjeta de llamadas internacionales.

#### 9. Tarjetas de llamadas.

1. Selección de tarjetas.
2. Configuración de la tarjeta 1.
3. Configuración de la tarjeta 2.

### 4.4.2. PROGRAMACIÓN DEL "CELULAR-VEHÍCULO"

Para poder programar el "celular-vehículo" es decir el celular Ericsson DH618 se hace uso del menú anteriormente detallado. Para las opciones donde pide ingresar el código por defecto es 0000 pero en el caso de que se cambie se puede averiguarlo digitando 923885 y la tecla de menú, aquí nos indicará todos los parámetros almacenados en el teléfono y desplazándose ocho ventanas se llega a LOCK CODE que es el código de seguridad.

PROCESO	PROGRAMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Encendido del equipo.	ON/NO/OFF	Tener presionado la tecla hasta que nos de el mensaje de bienvenida.
Almacenamiento en memoria	Menú: 1 memoria, 1 Almacenamiento memoria.	Ingresar el nombre y el número del celular al que se llamará y verificar si se almacenará en 001 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">                         Nomb. USUARIO                          Nro 099594188                          RELLAMAR: 001                     </div>
Iluminación de teclado	Menú: 4 Configuración general, 2 luz posterior	Deshabilitar. Esto nos ayudará a ahorrar energía.
Configurar llamada con un solo toque	Menú: 5 Configuración llamada, 1 marcación súper rápida.	Habilitar. Esto permite llamar al número grabado en la posición de la techa simplemente presionando por un momento.
Opción para contestar	Menú: 5 Configuración llamada, 3 Opción de contestar	Seleccionar cualquier tecla. Nos servirá cuando se presente el caso de llamar al "celular-vehículo"
Demarcación automática.	Menú: 5 Configuración llamada, 8 Remarcación automática.	Habilitar. Permite un intento de llamada y nos sirve cuando no se puede efectuar una llamada.
Marcación permitida	Menú: 8 Bloqueos, 2 Marcación.	Seleccionar "memoria únicamente". Evita que se generen llamadas no deseadas.

Recepción de llamadas	Menú: 8 Bloqueos, 4 Llamadas entrantes	Permitir. Nos permite llamar a éste celular.
-----------------------	--	---

El resto de la programación es opcional y no afectará el procedimiento de llamadas. Una vez realizada esta programación se debe hacer una llamada de prueba con la opción de llamado súper rápido, en el caso de que no se efectúe la llamada o se este llamando a otro número, debe verificarse si está grabado correctamente el número y la ubicación de memoria.

#### 4.4.3. PROGRAMACIÓN DEL “CELULAR-USUARIO”

La programación del teléfono “celular-usuario” depende de la persona que utilizará pero los pasos que se ejecutarán relevantemente son los siguientes:

PROCESO	PROGRAMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Encendido del equipo.	ON/NO/OFF	Tener presionado la tecla hasta que nos de el mensaje de bienvenida.
Almacenamiento en memoria	Menú: 1 memoria, 1 Almacenamiento memoria.	Ingresar el nombre y el número del celular al que se llamará.  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">                     Nomb. CARRO                      Nro 099683549                      RELLAMAR: 052                 </div>
Configurar llamada con un solo toque	Menú: 5 Configuración llamada, 1 marcación súper rápida.	Habilitar. Esto permite llamar al número grabado en la posición de la techa simplemente presionando por un momento.

Recepción de llamadas	Menú: 8 Bloqueos, 4 Llamadas entrantes	Permitir. Nos permite llamar a éste celular.
-----------------------	--	---

El resto de la programación se la deja al usuario para hacer el mejor uso; siempre y cuando no afecte la recepción de llamadas especialmente del "celular-vehículo".

**4.4.4. COMUNICACIÓN ENTRE CELULARES.**

Como se dijo en el capítulo III, el objetivo es hacer un dispositivo que ejecute una llamada en el momento en que se active un sensor. Es decir que la comunicación que se hace, se realiza como una llamada normal; el "celular-vehículo" por medio de la programación efectúa una llamada que entra a la red de cobertura celular, la cual identifica quien está llamando y a quien está llamando, enrutando la conexión hacia donde se encuentre el "celular-usuario" e informa que lo están llamando por medio de pitidos o vibraciones dependiendo de cómo se lo programe al "celular-usuario".

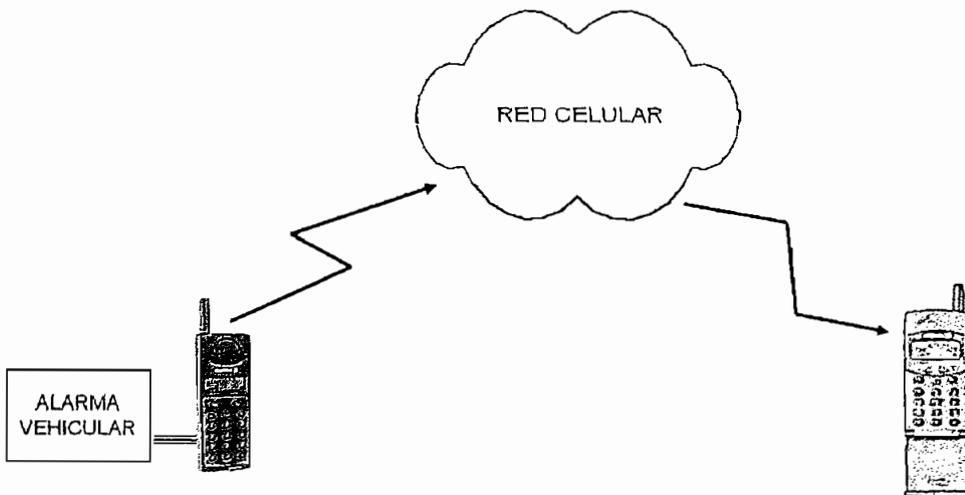


Figura 4.7. El "celular-vehículo" llama al "celular-usuario"

El usuario tiene un tiempo prudencial para abandonar el vehículo que se lo ha normalizado a 60 segundos, después de éste tiempo cada vez que se desee ingresar al vehículo el "celular-vehículo" efectuará la llamada. Se ha dispuesto así

---

con el fin de que el usuario esté seguro de que la alarma está funcionando correctamente, caso contrario deberá revisarse el sistema de alarma.

## CAPITULO V

### 5.1. CONCLUSIONES.

- ✦ Por medio de esta alarma se logra hacer conocer inmediatamente al dueño del vehículo que su automotor se encuentra siendo robado o que sus accesorios internos están siendo sustraídos, esto se realiza gracias a una comunicación entre teléfonos celulares.
- ✦ Para las personas que ya poseen un sistema de seguridad vehicular esta alarma puede ser tomada como una alternativa primaria proporcionando una mayor seguridad.
- ✦ Con la implementación de estos circuitos no se requiere invertir en equipos o programación en las estaciones de monitoreo, ya que lo que se esta realizando es una transmisión de un teléfono celular a otro teléfono celular.
- ✦ Los sistemas de alarmas tradicionales pueden servir de respaldo cuando se esté viajando por el país y en la pantalla de los celulares aparezca fuera de servicio.
- ✦ Debido a que se esta usando un celular en el vehículo y en el caso de que el automotor lo hayan remolcado (no se activó el sensor ni la alarma) y se lo llevaron a un lugar desconocido es posible saber en que celda de cobertura se encuentra por los datos que constantemente el celular está emitiendo a las estaciones de monitoreo.
- ✦ En el caso de que el vehículo se lo hayan robado sin que llegue a saber el usuario y se encuentre en una celda celular bastante amplia, por medio de equipo portátil de transmisión se realizaría una triangulación y se ubicaría el vehículo.

- ✦ No es un sistema complejo de manejar para el usuario, debido a que simplemente el propósito de esta alarma es contestar una llamada.
- ✦ En el Ecuador actualmente se está implementando nuevas redes celulares, las cuales proporcionan seguridad e inviolabilidad lo cual hace un sistema seguro y confiable.
- ✦ Se dispone de una batería interna exclusiva para el funcionamiento de la alarma la cual tiene un tiempo de duración de 18 horas y otra batería propia del celular la cual dura 48 horas, el sistema está diseñado de tal forma de que cuando se descargue la batería de la alarma, la alarma se active y se efectúe una llamada.
- ✦ Se está dando a conocer un sistema de seguridad confiable de menor costo y que sea el usuario el que disponga de su funcionamiento sin necesidad de estar pagando cuotas mensuales a proveedores de sistemas de seguridad, es decir sin una empresa prestadora.
- ✦ La telefonía celular es una realidad que no se puede evitar. En la medida en que los celulares brindan una herramienta eficaz para tener una mejor calidad de vida, se observa como este tipo de tecnología poco a poco será parte de nuestra vida cotidiana. Razón por la cual esta alarma se implementa con los celulares.
- ✦ Una de las limitaciones es la cobertura, debido a que el equipo utiliza las redes celulares como medio de comunicación. Si el vehículo se encuentra en una zona donde la cobertura celular no llega o donde la señal no es lo suficientemente fuerte como para que la comunicación se establezca, el sistema de seguimiento no funcionará. Si estando en una zona sin cobertura celular el vehículo es asaltado o tiene algún evento el propietario del mismo (o el usuario del sistema de seguimiento) no se enterará de lo que sucede dado que no hay forma de establecer la comunicación telefónica.

- 4. La alarma vehicular no solamente se la puede emplear para prevenir el robo de un automotor, sino también que con una pequeña adaptación en lo referente a suministro de energía, se la puede emplear en residencias u oficinas teniendo un alto grado de confiabilidad de este sistema.
- 5. Con lo referente a los equipos satelitales, estos equipos pueden localizar cualquier sistema que este equipado con un sistema GPS pero el costo de mantenimiento es relativamente alto, con este sistema lo que se pretende hacer es que se tenga un precio accesible a todo el público.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

- ✦ Obviamente como el usuario esta disponiendo de un teléfono, recibe la comunicación de que el vehículo se lo roban, se recomienda que verifique si la activación de la alarman es verídica; si éste es el caso el usuario debe llamar a la policía mediante las llamadas de emergencia y así se da mayor seguridad a si mismo.
  
- ✦ En el Ecuador se dispone actualmente de tres empresas celulares (PORTA BELLSSOUTH y ALEGRO) las cuales brindan sus servicios. Para una mayor eficiencia en la transmisión de celulares, se recomienda que los dos celulares, tanto el “celular-vehículo” como el “celular-usuario” estén activados en la misma operadora.
  
- ✦ Cuando los abonados están teniendo un servicio de prepago deberán acercarse a los centros de atención al cliente y pedir un sistema DUO el cual permite ingresar una tarjeta en el “celular-usuario” y el saldo se distribuye a los dos celulares: tanto al “celular-usuario” como al “celular-vehículo”; así se evita que cada vez que se termine una tarjeta o el tiempo de activación caduque teniéndose que estar sacando el “celular-vehículo” e ingresando una tarjeta.

## BIBLIOGRAFÍA

- SISTEMAS OPERATIVOS DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Andrew S. Tanenbaum

Prentice Hall, 1988

- INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS OPERATIVOS

Harvey M. Deitel

Addison-Wesley Iberoamericana, 1984

- SISTEMAS OPERATIVOS MODERNOS

Andrew S. Tanenbaum

Prentice Hall, 1991

- OPERATING SYSTEMS CONCEPTS

Peterson y Silberschats

Operating System Elements

Calingaert

- IMPLEMENTACIÓN

Andrew S. Tanenbaum

Prentice Hall

- SISTEMAS OPERATIVOS DISTRIBUIDOS

Andrew S. Tanenbaum

Prentice Hall, 1995

- REDES Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

José L. Huidrobo M.

QBI, 1999

<http://www.monografias.com/especiales/comunicamov/i-comunicamov.html>

<http://www.fortunecity.com/?sid=fcfooterhosting>

<http://www.ericsson.com/>

[http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html)

<http://www.geocities.com/SunsetStrip/Amphitheatre/5064/cfc.html>

<http://www.suxel.com.mex/index.html>

<http://www.howstuffworks.com/index.html>

**ANEXOS**



MICROCHIP

# PIC16F84A

## 18-pin *Enhanced* Flash/EEPROM 8-Bit Microcontroller

### Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F84A
- Extended voltage range device available (PIC16LF84A)

### High Performance RISC CPU Features:

- Only 35 single word instructions to learn
- All instructions single cycle except for program branches which are two-cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- 1024 words of program memory
- 68 bytes of data RAM
- 64 bytes of data EEPROM
- 14-bit wide instruction words
- 8-bit wide data bytes
- 15 special function hardware registers
- Eight-level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Four interrupt sources:
  - External RB0/INT pin
  - TMR0 timer overflow
  - PORTB<7:4> interrupt on change
  - Data EEPROM write complete

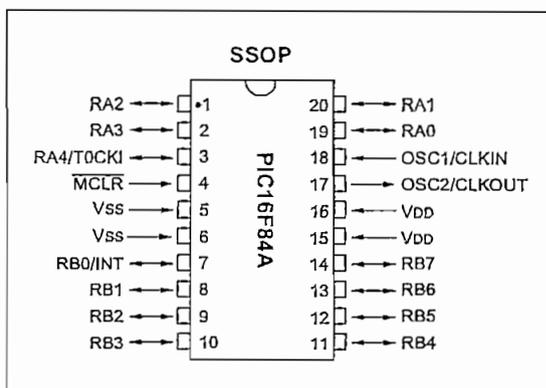
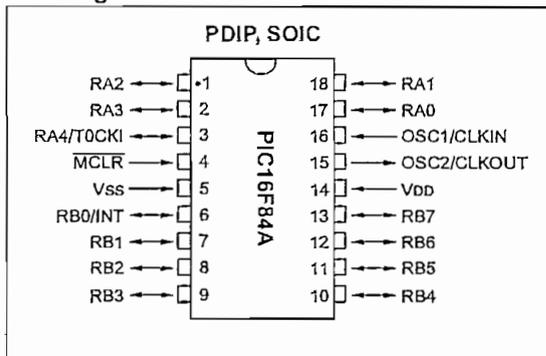
### Peripheral Features:

- 13 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
  - 25 mA sink max. per pin
  - 25 mA source max. per pin
- TMR0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler

### Special Microcontroller Features:

- 1000 erase/write cycles *Enhanced* Flash program memory
- 1,000,000 typical erase/write cycles EEPROM data memory
- EEPROM Data Retention > 40 years
- In-Circuit Serial Programming (ICSP™) - via two pins
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT), Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options

### Pin Diagrams



### CMOS *Enhanced* Flash/EEPROM Technology:

- Low-power, high-speed technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range:
  - Commercial: 2.0V to 5.5V
  - Industrial: 2.0V to 5.5V
- Low power consumption:
  - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 15  $\mu$ A typical @ 2V, 32 kHz
  - < 0.5  $\mu$ A typical standby current @ 2V

## 1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device-specific information for the operation of the PIC16F84A device. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023), which may be downloaded from the Microchip website. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

The PIC16F84A belongs to the mid-range family of the PICmicro™ microcontroller devices. A block diagram of the device is shown in Figure 1-1.

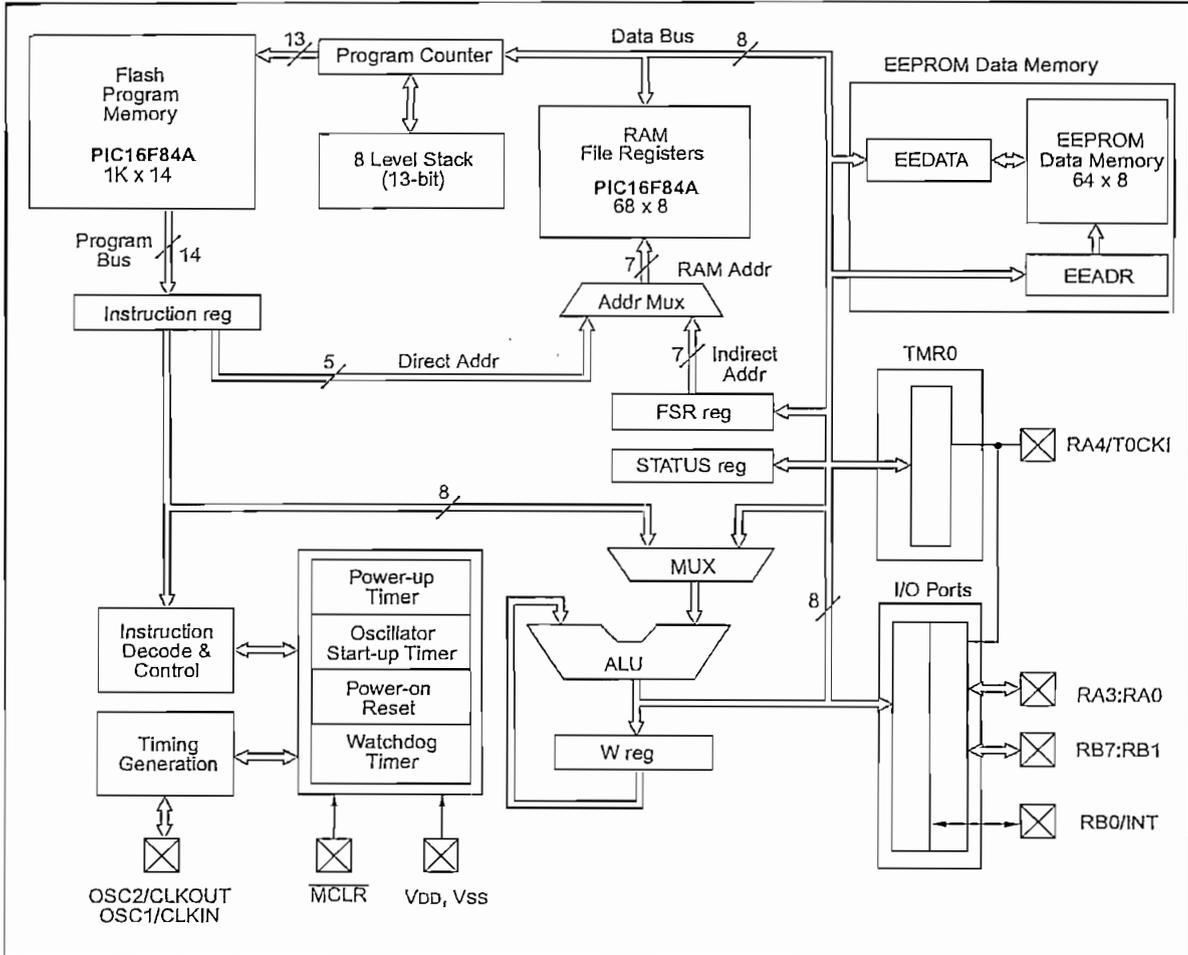
The program memory contains 1K words, which translates to 1024 instructions, since each 14-bit program memory word is the same width as each device instruction. The data memory (RAM) contains 68 bytes. Data EEPROM is 64 bytes.

There are also 13 I/O pins that are user-configured on a pin-to-pin basis. Some pins are multiplexed with other device functions. These functions include:

- External interrupt
- Change on PORTB interrupt
- Timer0 clock input

Table 1-1 details the pinout of the device with descriptions and details for each pin.

FIGURE 1-1: PIC16F84A BLOCK DIAGRAM



# PIC16F84A

TABLE 1-1 PIC16F84A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP No.	SOIC No.	SSOP No.	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	16	16	18	I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	15	15	19	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR	4	4	4	I/P	ST	Master clear (reset) input/programming voltage input. This pin is an active low reset to the device.
RA0	17	17	19	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port.  Can also be selected to be the clock input to the TMR0 timer/counter. Output is open drain type.
RA1	18	18	20	I/O	TTL	
RA2	1	1	1	I/O	TTL	
RA3	2	2	2	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	3	3	3	I/O	ST	
RB0/INT	6	6	7	I/O	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.  RB0/INT can also be selected as an external interrupt pin.  Interrupt on change pin. Interrupt on change pin. Interrupt on change pin. Serial programming clock. Interrupt on change pin. Serial programming data.
RB1	7	7	8	I/O	TTL	
RB2	8	8	9	I/O	TTL	
RB3	9	9	10	I/O	TTL	
RB4	10	10	11	I/O	TTL	
RB5	11	11	12	I/O	TTL	
RB6	12	12	13	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RB7	13	13	14	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
Vss	5	5	5,6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	14	14	15,16	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input      O = output      I/O = Input/Output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 Note 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.  
 Note 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F84A

TABLE 1-1 PIC16F84A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP No.	SOIC No.	SSOP No.	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	16	16	18	I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	15	15	19	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR	4	4	4	I/P	ST	Master clear (reset) input/programming voltage input. This pin is an active low reset to the device.
RA0	17	17	19	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port.  Can also be selected to be the clock input to the TMR0 timer/counter. Output is open drain type.
RA1	18	18	20	I/O	TTL	
RA2	1	1	1	I/O	TTL	
RA3	2	2	2	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	3	3	3	I/O	ST	
RB0/INT	6	6	7	I/O	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.  RB0/INT can also be selected as an external interrupt pin.  Interrupt on change pin. Interrupt on change pin. Interrupt on change pin. Serial programming clock. Interrupt on change pin. Serial programming data.
RB1	7	7	8	I/O	TTL	
RB2	8	8	9	I/O	TTL	
RB3	9	9	10	I/O	TTL	
RB4	10	10	11	I/O	TTL	
RB5	11	11	12	I/O	TTL	
RB6	12	12	13	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RB7	13	13	14	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
Vss	5	5	5,6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	14	14	15,16	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input    O = output    I/O = Input/Output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL input    ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

## 2.0 MEMORY ORGANIZATION

There are two memory blocks in the PIC16F84A. These are the program memory and the data memory. Each block has its own bus, so that access to each block can occur during the same oscillator cycle.

The data memory can further be broken down into the general purpose RAM and the Special Function Registers (SFRs). The operation of the SFRs that control the "core" are described here. The SFRs used to control the peripheral modules are described in the section discussing each individual peripheral module.

The data memory area also contains the data EEPROM memory. This memory is not directly mapped into the data memory, but is indirectly mapped. That is, an indirect address pointer specifies the address of the data EEPROM memory to read/write. The 64 bytes of data EEPROM memory have the address range 0h-3Fh. More details on the EEPROM memory can be found in Section 5.0.

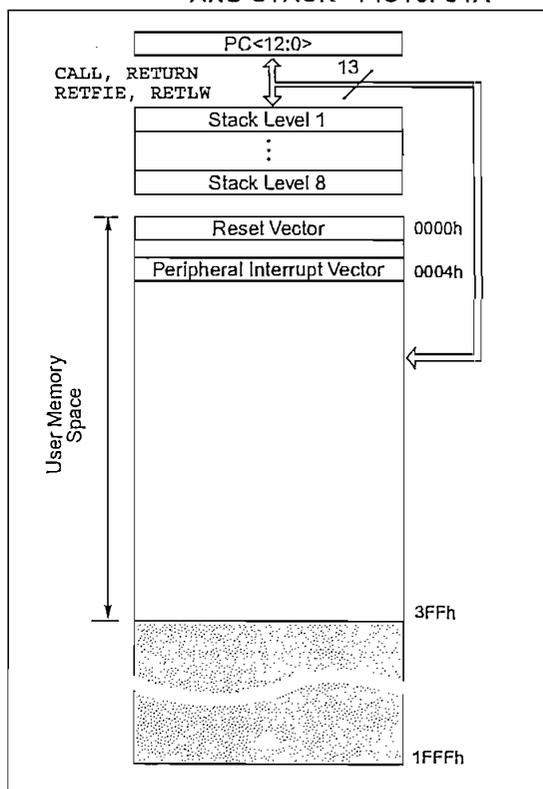
Additional information on device memory may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023).

### 2.1 Program Memory Organization

The PIC16FXX has a 13-bit program counter capable of addressing an 8K x 14 program memory space. For the PIC16F84A, the first 1K x 14 (0000h-03FFh) are physically implemented (Figure 2-1). Accessing a location above the physically implemented address will cause a wraparound. For example, for locations 20h, 420h, 820h, C20h, 1020h, 1420h, 1820h, and 1C20h will be the same instruction.

The reset vector is at 0000h and the interrupt vector is at 0004h.

FIGURE 2-1: PROGRAM MEMORY MAP AND STACK - PIC16F84A



# PIC16F84A

## 2.2 Data Memory Organization

The data memory is partitioned into two areas. The first is the Special Function Registers (SFR) area, while the second is the General Purpose Registers (GPR) area. The SFRs control the operation of the device.

Portions of data memory are banked. This is for both the SFR area and the GPR area. The GPR area is banked to allow greater than 116 bytes of general purpose RAM. The banked areas of the SFR are for the registers that control the peripheral functions. Banking requires the use of control bits for bank selection. These control bits are located in the STATUS Register. Figure 2-1 shows the data memory map organization.

Instructions *MOVWF* and *MOVF* can move values from the W register to any location in the register file ("F"), and vice-versa.

The entire data memory can be accessed either directly using the absolute address of each register file or indirectly through the File Select Register (FSR) (Section 2.4). Indirect addressing uses the present value of the RP0 bit for access into the banked areas of data memory.

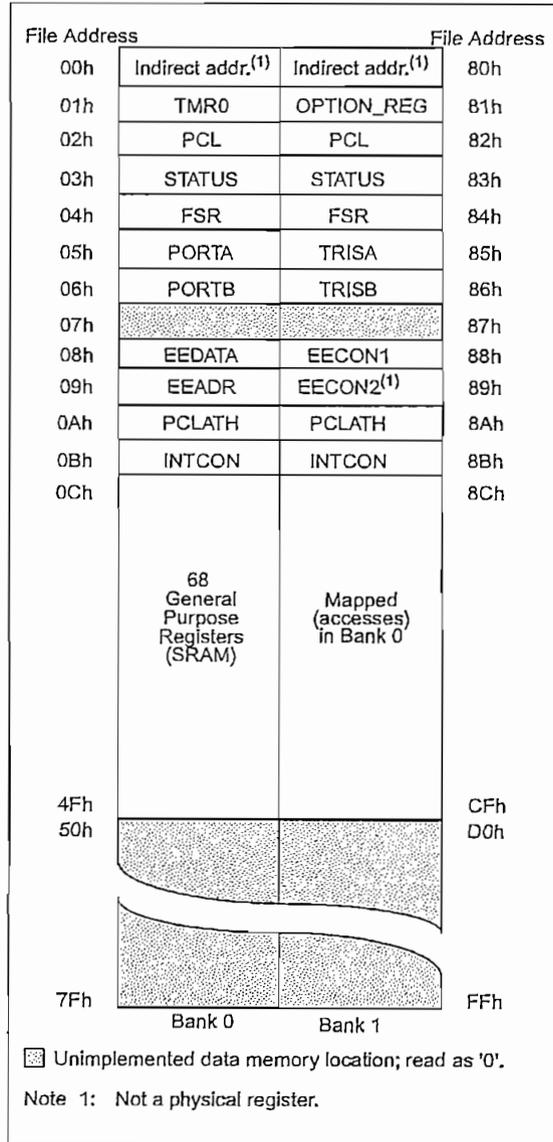
Data memory is partitioned into two banks which contain the general purpose registers and the special function registers. Bank 0 is selected by clearing the RP0 bit (STATUS<5>). Setting the RP0 bit selects Bank 1. Each Bank extends up to 7Fh (128 bytes). The first twelve locations of each Bank are reserved for the Special Function Registers. The remainder are General Purpose Registers implemented as static RAM.

### 2.2.1 GENERAL PURPOSE REGISTER FILE

Each General Purpose Register (GPR) is 8 bits wide and is accessed either directly or indirectly through the FSR (Section 2.4).

The GPR addresses in bank 1 are mapped to addresses in bank 0. As an example, addressing location 0Ch or 8Ch will access the same GPR.

**FIGURE 2-1: REGISTER FILE MAP - PIC16F84A**



## 2.2.2 SPECIAL FUNCTION REGISTERS

The Special Function Registers (Figure 2-1 and Table 2-1) are used by the CPU and Peripheral functions to control the device operation. These registers are static RAM.

The special function registers can be classified into two sets, core and peripheral. Those associated with the core functions are described in this section. Those related to the operation of the peripheral features are described in the section for that specific feature.

**TABLE 2-1 REGISTER FILE SUMMARY**

Addr	Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Value on Power-on Reset	Value on all other resets (Note3)		
<b>Bank 0</b>													
00h	INDF	Uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								----	----		
01h	TMR0	8-bit real-time clock/counter								xxxx	xxxx	uuuu	uuuu
02h	PCL	Low order 8 bits of the Program Counter (PC)								0000	0000	0000	0000
03h	STATUS <sup>(2)</sup>	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001	1xxx	000q	quuu
04h	FSR	Indirect data memory address pointer 0								xxxx	xxxx	uuuu	uuuu
05h	PORTA <sup>(4)</sup>	—	—	—	RA4/T0CKI	RA3	RA2	RA1	RA0	--x	xxxx	--u	uuuu
06h	PORTB <sup>(5)</sup>	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0/INT	xxxx	xxxx	uuuu	uuuu
07h		Unimplemented location, read as '0'								xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
08h	EEDATA	EEPROM data register								xxxx	xxxx	uuuu	uuuu
09h	EEADR	EEPROM address register								xxxx	xxxx	uuuu	uuuu
0Ah	PCLATH	—	—	—	Write buffer for upper 5 bits of the PC <sup>(1)</sup>					---	0000	---	0000
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000	000x	0000	000u
<b>Bank 1</b>													
80h	INDF	Uses contents of FSR to address data memory (not a physical register)								----	----	----	----
81h	OPTION_REG	$\overline{RBPU}$	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111	1111	1111	1111
82h	PCL	Low order 8 bits of Program Counter (PC)								0000	0000	0000	0000
83h	STATUS <sup>(2)</sup>	IRP	RP1	RP0	$\overline{TO}$	$\overline{PD}$	Z	DC	C	0001	1xxx	000q	quuu
84h	FSR	Indirect data memory address pointer 0								xxxx	xxxx	uuuu	uuuu
85h	TRISA	—	—	—	PORTA data direction register					---	1111	---	1111
86h	TRISB	PORTB data direction register								1111	1111	1111	1111
87h		Unimplemented location, read as '0'								xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
88h	EECON1	—	—	—	EEIF	WRERR	WREN	WR	RD	---	x000	---	q000
89h	EECON2	EEPROM control register 2 (not a physical register)								----	----	----	----
0Ah	PCLATH	—	—	—	Write buffer for upper 5 bits of the PC <sup>(1)</sup>					---	0000	---	0000
0Bh	INTCON	GIE	EEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF	0000	000x	0000	000u

Legend: x = unknown, u = unchanged, - = unimplemented read as '0', q = value depends on condition.

Note 1: The upper byte of the program counter is not directly accessible. PCLATH is a slave register for PC<12:8>. The contents of PCLATH can be transferred to the upper byte of the program counter, but the contents of PC<12:8> is never transferred to PCLATH.

- 2: The  $\overline{TO}$  and  $\overline{PD}$  status bits in the STATUS register are not affected by a  $\overline{MCLR}$  reset.
- 3: Other (non power-up) resets include: external reset through  $\overline{MCLR}$  and the Watchdog Timer Reset.
- 4: On any device reset, these pins are configured as inputs.
- 5: This is the value that will be in the port output latch.

# PIC16F84A

## 2.2.2.1 STATUS REGISTER

The STATUS register contains the arithmetic status of the ALU, the RESET status and the bank select bit for data memory.

As with any register, the STATUS register can be the destination for any instruction. If the STATUS register is the destination for an instruction that affects the Z, DC or C bits, then the write to these three bits is disabled. These bits are set or cleared according to device logic. Furthermore, the  $\overline{TO}$  and  $\overline{PD}$  bits are not writable. Therefore, the result of an instruction with the STATUS register as destination may be different than intended.

For example, `CLRF STATUS` will clear the upper-three bits and set the Z bit. This leaves the STATUS register as `000u u1uu` (where u = unchanged).

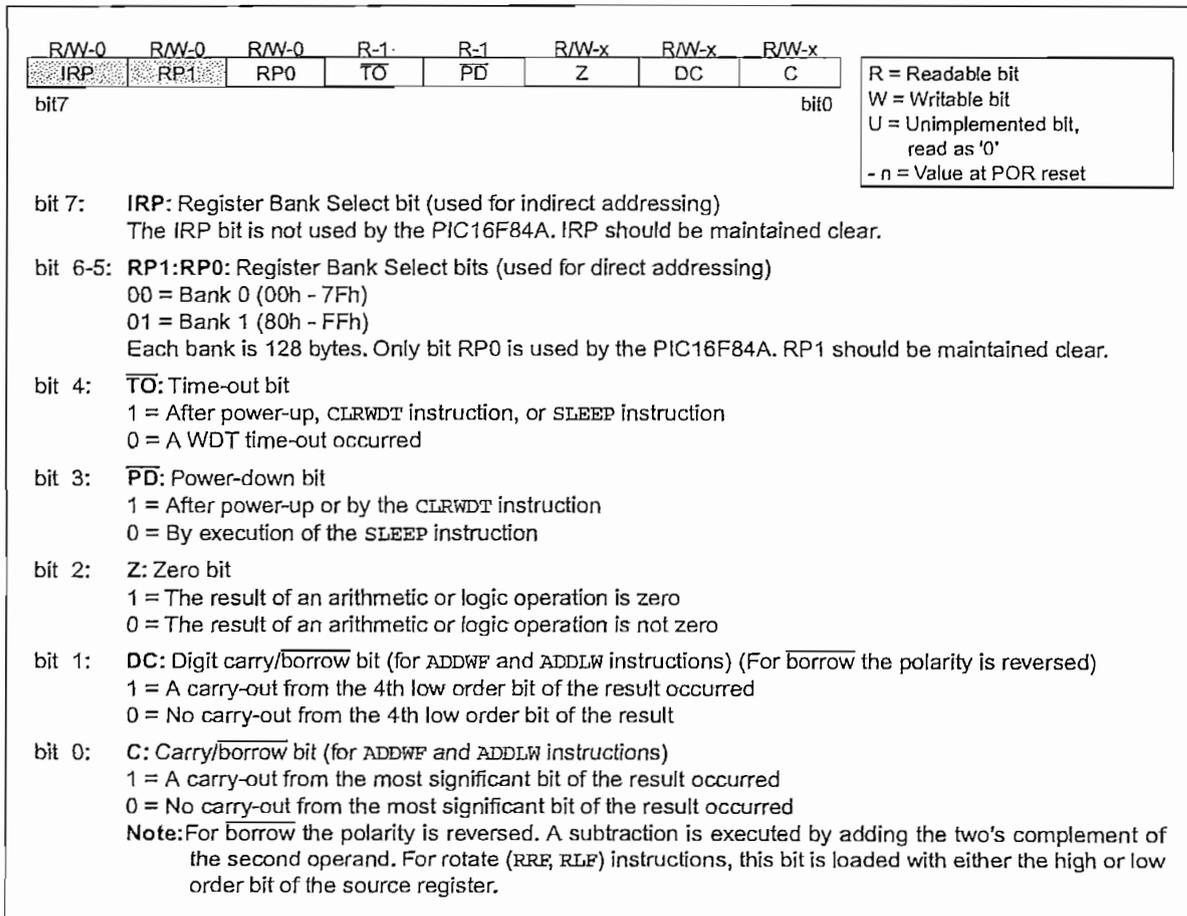
Only the `BCF`, `BSF`, `SWAPF` and `MOVWF` instructions should be used to alter the STATUS register (Table 7-2) because these instructions do not affect any status bit.

**Note 1:** The IRP and RP1 bits (STATUS<7:6>) are not used by the PIC16F84A and should be programmed as cleared. Use of these bits as general purpose R/W bits is NOT recommended, since this may affect upward compatibility with future products.

**Note 2:** The C and DC bits operate as a borrow and digit-borrow out bit, respectively, in subtraction. See the `SUBLW` and `SUBWF` instructions for examples.

**Note 3:** When the STATUS register is the destination for an instruction that affects the Z, DC or C bits, then the write to these three bits is disabled. The specified bit(s) will be updated according to device logic.

FIGURE 2-1: STATUS REGISTER (ADDRESS 03h, 83h)



## 2.2.2.2 OPTION\_REG REGISTER

The OPTION\_REG register is a readable and writable register which contains various control bits to configure the TMR0/WDT prescaler, the external INT interrupt, TMR0, and the weak pull-ups on PORTB.

**Note:** When the prescaler is assigned to the WDT (PSA = '1'), TMR0 has a 1:1 prescaler assignment.

**FIGURE 2-1: OPTION\_REG REGISTER (ADDRESS 81h)**

	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
bit7	<b>RBP<math>\bar{U}</math></b>	<b>INTEDG</b>	<b>T0CS</b>	<b>T0SE</b>	<b>PSA</b>	<b>PS2</b>	<b>PS1</b>	<b>PS0</b>
								bit0

R = Readable bit  
 W = Writable bit  
 U = Unimplemented bit, read as '0'  
 - n = Value at POR reset

bit 7: **RBP $\bar{U}$** : PORTB Pull-up Enable bit  
 1 = PORTB pull-ups are disabled  
 0 = PORTB pull-ups are enabled (by individual port latch values)

bit 6: **INTEDG**: Interrupt Edge Select bit  
 1 = Interrupt on rising edge of RB0/INT pin  
 0 = Interrupt on falling edge of RB0/INT pin

bit 5: **T0CS**: TMR0 Clock Source Select bit  
 1 = Transition on RA4/T0CKI pin  
 0 = Internal instruction cycle clock (CLKOUT)

bit 4: **T0SE**: TMR0 Source Edge Select bit  
 1 = Increment on high-to-low transition on RA4/T0CKI pin  
 0 = Increment on low-to-high transition on RA4/T0CKI pin

bit 3: **PSA**: Prescaler Assignment bit  
 1 = Prescaler assigned to the WDT  
 0 = Prescaler assigned to TMR0

bit 2-0: **PS2:PS0**: Prescaler Rate Select bits

Bit Value	TMR0 Rate	WDT Rate
000	1:2	1:1
001	1:4	1:2
010	1:8	1:4
011	1:16	1:8
100	1:32	1:16
101	1:64	1:32
110	1:128	1:64
111	1:256	1:128

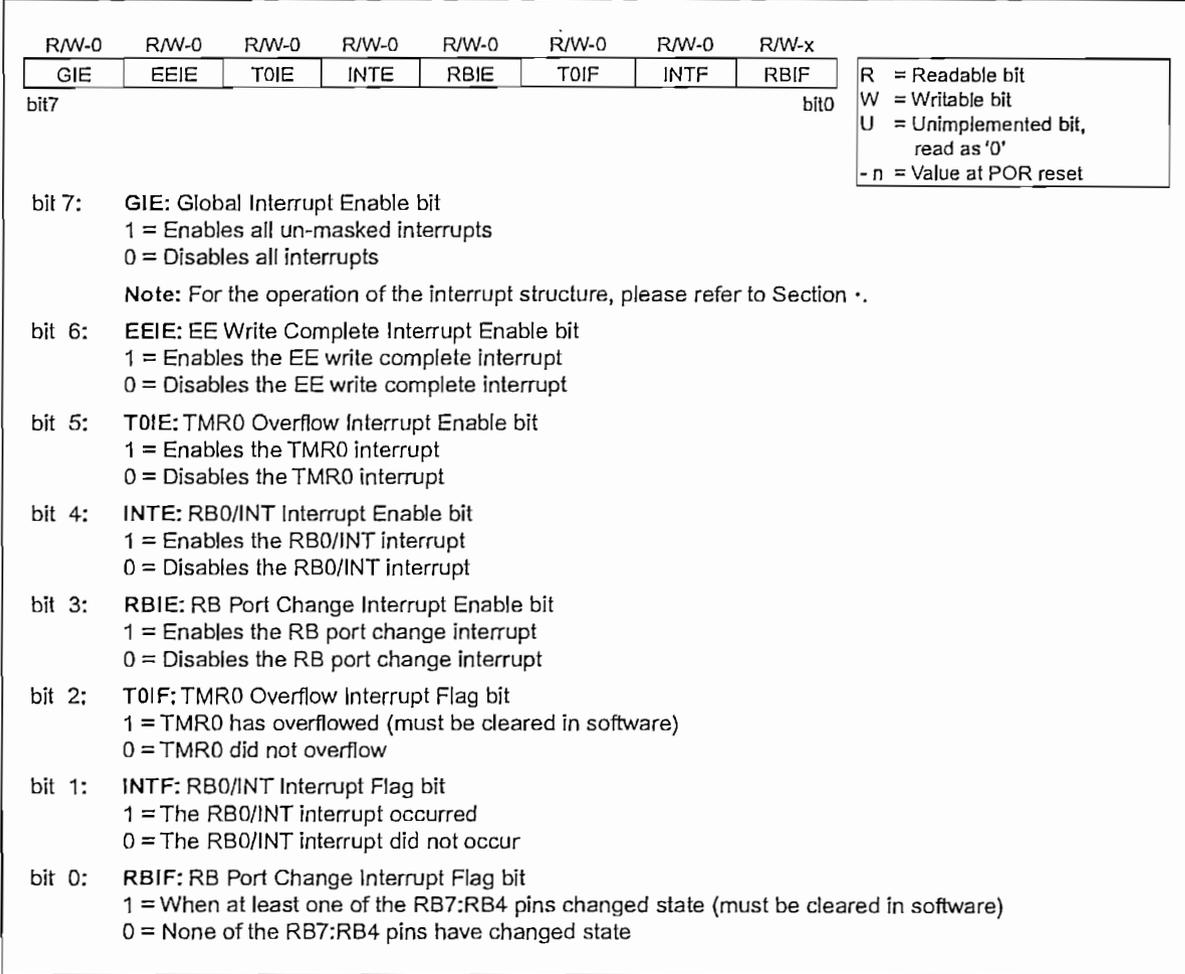
# PIC16F84A

## 2.2.2.3 INTCON REGISTER

The INTCON register is a readable and writable register which contains the various enable bits for all interrupt sources.

**Note:** Interrupt flag bits get set when an interrupt condition occurs regardless of the state of its corresponding enable bit or the global enable bit, GIE (INTCON<7>).

FIGURE 2-1: INTCON REGISTER (ADDRESS 0Bh, 8Bh)



## DM7404 Hex Inverting Gates

### General Description

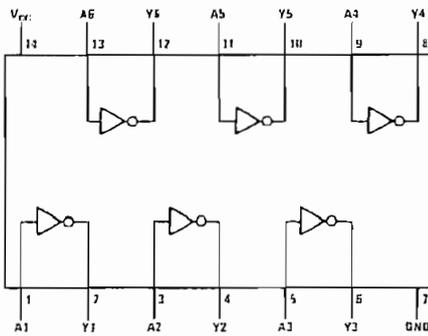
This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function.

### Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM7404M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
DM7404N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

### Connection Diagram



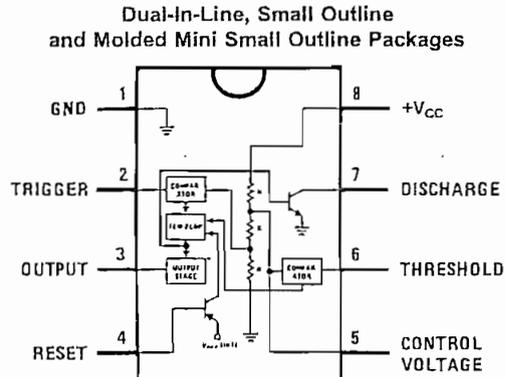
### Function Table

$$Y = \bar{A}$$

Inputs	Output
A	Y
L	H
H	L

H = HIGH Logic Level  
L = LOW Logic Level

## Connection Diagram



## Ordering Information

Package	Part Number	Package Marking	Media Transport	NSC Drawing
8-Pin SOIC	LM555CM	LM555CM	Rails	M08A
	LM555CMX	LM555CM	2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LM555CMM	Z55	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LM555CMMX	Z55	3.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MDIP	LM555CN	LM555CN	Rails	N08E

**Absolute Maximum Ratings** (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 3)	
LM555CM, LM555CN	1180 mW
LM555CMM	613 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

**Soldering Information**

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 Seconds)	260°C
Small Outline Packages (SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 Seconds)	215°C
Infrared (15 Seconds)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

**Electrical Characteristics** (Notes 1, 2)

( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V}$  to  $+15\text{V}$ , unless otherwise specified)

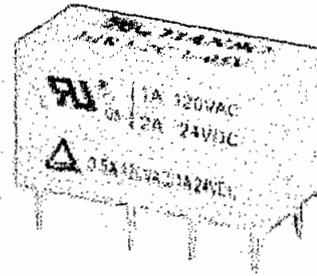
Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	$V_{CC} = 5\text{V}$ , $R_L = \infty$ $V_{CC} = 15\text{V}$ , $R_L = \infty$ (Low State) (Note 4)		3 10	6 15	mA
Timing Error, Monostable Initial Accuracy	$R_A = 1\text{k}$ to $100\text{k}\Omega$ , $C = 0.1\mu\text{F}$ , (Note 5)		1		%
Drift with Temperature			50		ppm/°C
Accuracy over Temperature Drift with Supply			1.5 0.1		% %/V
Timing Error, Astable Initial Accuracy	$R_A, R_B = 1\text{k}$ to $100\text{k}\Omega$ , $C = 0.1\mu\text{F}$ , (Note 5)		2.25		%
Drift with Temperature			150		ppm/°C
Accuracy over Temperature Drift with Supply			3.0 0.30		% %/V
Threshold Voltage			0.667		$\times V_{CC}$
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$		5 1.67		V V
Trigger Current			0.5	0.9	$\mu\text{A}$
Reset Voltage		0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 6)		0.1	0.25	$\mu\text{A}$
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$	9 2.6	10 3.33	11 4	V
Pin 7 Leakage Output High			1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 7)					
Output Low	$V_{CC} = 15\text{V}$ , $I_7 = 15\text{mA}$		180		mV
Output Low	$V_{CC} = 4.5\text{V}$ , $I_7 = 4.5\text{mA}$		80	200	mV

**HJR1-2C**

**SPECIFICATION**

FILE NUMBER: P-08KA401A

DATE: 2001/11/02



**Features**

- DPDT configuration
- High sensitivity
- DIP standard terminals
- Sealed version

**CONTACT DATA**

Contact Form	2C	
Contact Material	Ag+Au	AgNi+Au
Contact Ratings	0.5A 120VAC/1A 24VDC	1A 120VAC/2A 24VDC
Max Switching Voltage	240VAC/60VDC	
Max Switching Current	1A	2A
Max Switching Power	60VA/30W	120VA/60W
Contact Resistance	100m Ω Max	at 6VDC 1A
Life Expectancy Electrical	100,000	Operations(at30Operations/minute)
Machanical	10,000,000	Operations

**GENERAL DATA**

Insulation Resistance	100M Ω Min at 500VDC	
Dielectric Strength Between Open Contacts	500/750VAC (for one minute/sec)	
Between Contacts and coil	1000/1250VAC (for one minute/sec)	
Operate Time	6ms	
Release Time	4ms	
Temperature Range	-30°C to+70 °C	
Shock Resistance	Operating Extremes	10G
	Damage Limits	50G
Vibration Resistance	10-55Hz,1.5mm	
Humidity	40-85%	
Weight	Approx.5g	
Safety Standard	UL:E173485 cUL. TUV:R9859574	



■ COIL DATA

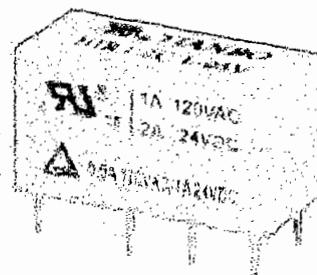
Nominal Voltage (VDC)	Coil Resistance at 20±10%(Ω)			Max Operate Voltage VDC	Min Release Voltage VDC	Max Applicable Voltage VDC
	0.2W	0.36W	0.45W			
3	45	25	20	2.25	0.3	3.9
5	125	70	56	3.75	0.5	6.5
6	180	100	80	4.5	0.6	7.8
9	405	220	180	6.75	0.9	11.7
12	720	400	320	9	1.2	15.6
24	2800	1600	1280	18	2.4	31.2
48		6400±15%	5100±15%	36	4.8	62.4

HJR1-2C

SPECIFICATION

FILE NUMBER: P-08KA401A

DATE: 2001/11/02



■ Features

DPDT configuration

High sensitivity

DIP standard terminals

Sealed version

■ CONTACT DATA

Contact Form	2C	
Contact Material	Ag+Au	
Contact Ratings	0.5A 120VAC	1A 24VDC
Max Switching Voltage	240VAC/60VDC	
Max Switching Current	2A	
Max Switching Power	240VA/60W	
Contact Resistance	100m Ω Max	at 6VDC 1A
Life Expectancy Electrical	100,000	Operations(at 30 Operations/minute)
Mechanical	10,000,000	Operations