

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN  
DE INFORMACIÓN PARA ALARMAS DE VEHÍCULOS EN LAS  
BANDAS DE LAS OPERADORAS CELULARES.**

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

**AUTORAS:**

**CONSTANTE ÁLVAREZ ROSALBA RAQUEL  
GUERRÓN CASAMEN AMPARO ELIZABETH**

**DIRECTOR: ING. CARLOS FLORES**

**QUITO, DICIEMBRE 2007**

## DECLARACIÓN

Nosotras, Constante Álvarez Rosalba Raquel y Guerrón Casamen Amparo Elizabeth declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

-----

Rosalba Constante

-----

Amparo Guerrón

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por las señoritas: Constante Álvarez Rosalba Raquel y Guerrón Casamen Amparo Elizabeth, bajo mi supervisión.

-----

Ing. Carlos Flores  
DIRECTOR DEL PROYECTO

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la oportunidad de un nuevo día y de ver nuestros sueños realizados.

A cada uno de nuestros padres que nos enseñaron a dar nuestro mejor esfuerzo para alcanzar nuestras metas, gracias por su confianza y apoyo incondicional durante todos estos años.

Nuestra gratitud al Ing. Carlos Flores por su valioso aporte en la culminación del último peldaño de nuestra carrera, un verdadero ejemplo a seguir como persona y profesional.

Al Ing. Fernando Vásquez por su predisposición a contestar cada una de nuestras inquietudes y ayudarnos a resolver nuestros primeros problemas.

Gracias a David por darnos las pautas necesarias para comenzar esta tarea, fue nuestra luz al inicio del camino. A Luís por brindarnos su tiempo y ayudarnos a superar el primer obstáculo que debimos enfrentar. A Klever por su disposición a darnos una mano sin importar la hora ni el tiempo.

Por último a todos nuestros amigos y familiares que estuvieron a nuestro lado, sin ellos el camino habría sido aún más difícil.

Muchas gracias a todos, los llevamos en el corazón.

Amparito y Rosalba

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño para nuestros padres quienes nos dieron la vida y han estado a nuestro lado en todo momento ayudándonos y brindándonos todo su amor.

Para nuestros hermanos, compañeros de travesuras y grandes aventuras, con ellos aprendimos lecciones que nos ayudan cada día.

Para todos aquellos que compartieron con nosotras las aulas, amigos y compañeros, en especial para los que no llegaron a la meta tan anhelada.

Para todos ustedes nuestro esfuerzo y trabajo plasmado en este proyecto.

Amparito y Rosalba

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	1
INTRODUCCIÓN .....	6
RESUMEN .....	7
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	9
1.1. SISTEMA ELÉCTRICO DEL AUTOMÓVIL.....	9
1.1.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO .....	9
1.1.1.1. Batería o Acumulador .....	10
1.1.1.2. Motor de arranque .....	11
1.1.1.3. Alternador .....	12
1.1.1.4. Regulador .....	13
1.1.1.5. Sistema de encendido .....	13
1.1.1.6. Conmutadores .....	15
1.1.1.7. Luces .....	15
1.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD VEHICULAR .....	17
1.2.1. PARTES DE UNA ALARMA VEHICULAR .....	17
1.2.1.1. Sensores .....	18
1.2.1.2. Sirena .....	22
1.2.1.3. Una batería auxiliar .....	23
1.2.1.4. La unidad de control .....	23
1.2.1.5. El transmisor .....	23
1.3. TELEFONÍA CELULAR.....	24
1.3.1. LAS GENERACIONES DE LA TELEFONÍA INALÁMBRICA .....	26
1.3.1.1. Generación Cero (0G) .....	26
1.3.1.2. Primera generación (1G) .....	26
1.3.1.3. Segunda generación (2G) .....	28
1.3.1.4. Generación 2.5 G .....	29
1.3.1.5. Tercera generación (3G) .....	31
1.3.2. FUNCIONAMIENTO DE LA TELEFONÍA CELULAR .....	33
1.3.3. TELEFONÍA CELULAR EN EL ECUADOR.....	40
1.3.3.1. Movistar .....	41

1.3.3.2. Porta .....	41
1.3.3.3. Alegre.....	42
1.4. MICROCONTROLADORES .....	43
1.4.1. RECURSOS COMUNES DE LOS MICROCONTROLADORES .....	44
1.4.1.1. Arquitectura básica .....	44
1.4.1.2. El procesador o CPU .....	45
1.4.1.3. Memoria .....	46
1.4.1.4. Líneas de Entrada/Salida .....	46
1.4.1.5. Reloj principal .....	47
1.4.2. RECURSOS ESPECIALES .....	48
1.4.2.1. Temporizadores o "Timers" .....	49
1.4.2.2. Perro guardián o "Watchdog" .....	49
1.4.2.3. Protección ante fallo de alimentación o "Brownout" .....	49
1.4.2.4. Estado de reposo ó de bajo consumo .....	50
1.4.2.5. Conversor A/D (CAD) .....	50
1.4.2.6. Conversor D/A (CDA) .....	50
1.4.2.7. Comparador analógico .....	51
1.4.2.8. Modulador de anchura de impulsos o PWM .....	51
1.4.2.9. Puertos de comunicación .....	51
1.4.3. MICROCONTROLADOR 16F628 .....	52
1.4.3.1. Aspecto Externo .....	53
1.4.3.2. Organización de memoria .....	53
1.4.3.3. Puertos de Entrada/Salida .....	54
1.4.3.4. El reloj .....	55
1.4.3.5. Reinicialización o reset .....	56
1.4.3.6. Interrupciones .....	56
1.4.3.7. Puertos de comunicación .....	57
1.5. INTERFACES .....	57
1.6. COMUNICACIÓN SERIAL.....	58
1.6.1. MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	59
1.6.1.1. Simplex .....	59
1.6.1.2. Half-duplex .....	59
1.6.1.3. Full-duplex .....	59

1.6.1.4. Full/full-duplex .....	60
1.6.2. TRANSMISIÓN SINCRÓNICA .....	60
1.6.3. TRANSMISIÓN ASINCRÓNICA .....	60
1.6.3.1. Velocidad de transmisión (baud rate) .....	61
1.6.3.2. Bits de datos .....	61
1.6.3.3. Bits de parada .....	62
1.6.3.4. Paridad .....	62
1.7. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	63
1.7.1. NIVELES DE RUIDO .....	64
1.7.1.1. Lp .....	64
1.7.1.2. Leq, T .....	65
1.7.1.3. SEL o Nivel de exposición de sonido .....	65
1.7.1.4. LAmx .....	65
1.7.1.5. LKeq, T .....	66
1.7.1.6. LDN o Nivel equivalente Día-Noche .....	66
1.7.2. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD .....	66
1.7.2.1. Malestar .....	67
1.7.2.2. Interferencia con la comunicación .....	68
1.7.2.3. Pérdida de atención, concentración y rendimiento .....	68
1.7.2.4. Trastornos del sueño .....	69
1.7.2.5. Daños al oído .....	70
1.7.2.6. El estrés, sus manifestaciones y consecuencias .....	71
1.7.3. GRUPOS ESPECIALMENTE VULNERABLES .....	72
1.7.4. NORMATIVA SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA .....	72
CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN PARA ALARMAS DE VEHÍCULOS.....	75
2.1. ALARMA VEHICULAR .....	75
2.2. TERMINAL DE TRANSMISIÓN (Tx) – RECEPCIÓN (Rx) .....	75
2.2.1. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL TERMINAL (Tx-Rx) .....	76
2.2.1.1. Tecnología GSM .....	76
2.2.1.2. Capacidad de Recibir y Enviar Mensajes.....	76
2.2.1.3. Puerto de Comunicación de Datos .....	76
2.2.1.4. Protocolo de Comunicación .....	77



2.2.2. TELÉFONO CELULAR SONY ERICSSON T290a.....	78
2.2.2.1. Menú del teléfono .....	78
2.2.2.2. Descripción interna del teléfono celular .....	81
2.2.2.3. Batería .....	83
2.2.2.4. Puerto de comunicaciones.....	85
2.3. EL TERMINAL DE RECEPCIÓN (Rx) -TRANSMISIÓN (Tx) .....	87
2.4. PROTOCOLO DE COMUNICACIONES .....	88
2.4.1. COMANDOS AT.....	88
2.4.1.1. Propósito de los comandos AT .....	88
2.4.1.2. Modos de operación del MODEM integrado .....	89
2.4.1.3. Ejecutando comandos AT .....	90
2.4.1.4. Códigos de Resultado y Error .....	92
2.5. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN PARA ALARMAS VEHICULARES (STIPAV).....	94
2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO .....	94
2.5.1.1. Circuito de alimentación.....	95
2.5.1.2. Conexión del microcontrolador .....	95
2.5.1.3. Señal de interrupción .....	95
2.5.1.4. Interfaz entre el microcontrolador y el teléfono .....	97
2.5.1.5. Puerto de Conexión para el Teléfono .....	98
2.5.1.6. Bloqueo de la bomba de gasolina.....	98
2.5.1.7. Carga de la batería .....	99
2.5.2. DESARROLLO DEL SOFTWARE .....	99
2.5.2.1. Lenguaje de programación .....	102
2.5.2.2. Comandos AT utilizados en el programa .....	109
2.5.2.3. Programa .....	110
2.5.3. CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO.....	119
2.5.3.1. Procedimiento .....	119
CAPÍTULO III: PRUEBAS Y RESULTADOS.....	123
3.1. UTILIZANDO COMANDOS AT .....	123
3.2. FUNCIONAMIENTO DEL STIPAV .....	124
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	128
4.1. CONCLUSIONES .....	128

4.1 RECOMENDACIONES .....	129
BIBLIOGRAFÍA .....	130
ANEXOS .....	133

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el robo de vehículos se ha convertido en un gran negocio del crimen organizado para alcanzar enormes beneficios. Mientras que la industria de seguridad para automóviles ha avanzado en términos de conveniencia, los ladrones de automóviles también han mejorado en sus métodos para robar.

Nuestro país no es inmune al problema del robo de vehículos, muchos conductores han sufrido robos en el interior de su automóvil, destrozos o sustracción del mismo, por lo que millones de personas han invertido en sistemas de alarma.

Entre los últimos adelantos tecnológicos aplicados a la seguridad del automóvil, destacan la localización del vehículo por satélite utilizando la red de telefonía móvil o las alarmas silenciosas que advierten a la policía del robo. El único inconveniente de estos fabulosos sistemas es el precio de su instalación y el pago de una cuota mensual permanente por lo que no todos los usuarios de los vehículos están en condiciones de acceder a tal servicio.

Existe una variedad de sistemas de seguridad vehicular, la mayoría de estos cuentan con sensores sumamente sensibles produciendo muchas veces que estos se activen de forma accidental.

Cuando el sistema es activado, se bloquea algún dispositivo del vehículo y acciona una sirena con la finalidad de ahuyentar a cualquier intruso, sin embargo los sonidos emitidos por la sirena en la gran mayoría de estos son similares y no se tiene la certeza que la alarma de su vehículo fue la que se activó, además en muchas ocasiones esta suena por tiempo indefinido y con un fuerte nivel de sonido, originando problemas ambientales y auditivos.

## **RESUMEN**

En la actualidad no se puede confiar únicamente en un sistema de alarma vehicular, debido a que este no brinda al propietario la seguridad de saber que su vehículo es el que se encuentra en peligro o que en presencia de los transeúntes es abierto y saqueado, es por ello que se buscó una alternativa encaminada a la utilización de un sistema conjunto entre la telefonía celular y el sistema de alarma vehicular.

En el presente proyecto se ha desarrollado un Sistema de Transmisión de Información Para Alarmas de Vehículos al que se lo ha llamado STIPAV y se lo describe de forma general en cada uno de los siguientes capítulos.

En el capítulo I: Se detalla los temas comprendidos para el desarrollo del sistema de transmisión de información para alarmas vehiculares.

En el capítulo II: Se describe los dispositivos a los que estará acoplado el sistema, las etapas que conforman el mismo con sus respectivos diagramas, además se encuentra el programa para el microcontrolador con su diagrama de flujo y las instrucciones requeridas para el funcionamiento de acuerdo a las necesidades, también se muestra los pasos utilizados para el diseño y construcción del circuito impreso.

En el capítulo III: Se mencionan las pruebas realizadas con el protocolo de comunicación y se describe el funcionamiento del software y hardware para cada una de las aplicaciones que se ha dado al sistema.

En el capítulo IV: Se presenta las conclusiones que se han obtenido durante el proceso de elaboración y las recomendaciones necesarias para que el sistema funcione correctamente.

En la sección de anexos se puede encontrar el datasheet del microcontrolador así como el de las compuertas lógicas usadas. También se localizan algunas fotografías del sistema tomadas durante su elaboración además de un manual de usuario que facilitará la comprensión del funcionamiento del sistema y su conexión.

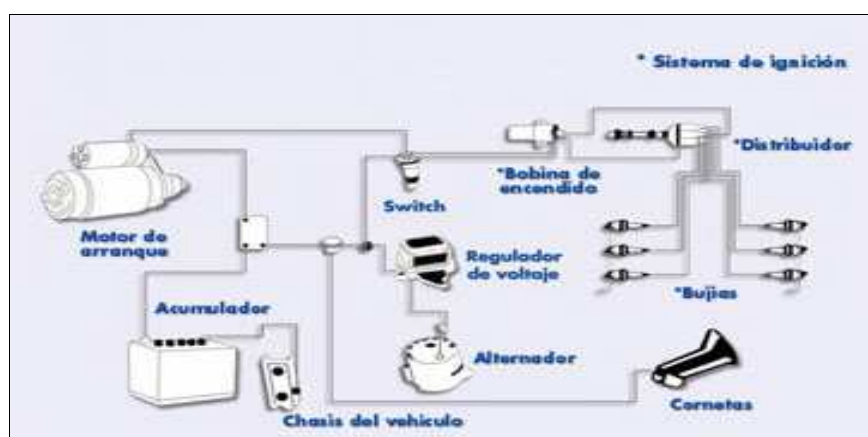
## CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1.1. SISTEMA ELÉCTRICO DEL AUTOMÓVIL<sup>1</sup>

Debajo del capó de todo automóvil moderno se encuentra una interesante central eléctrica, cuya energía producida almacena (bajo la forma química) y suministra en baja tensión  $12V_{DC}$  y en impulsos de alta tensión, pudiendo alcanzar esta hasta los 35.000 voltios. Esta central eléctrica provee el medio de encendido y puesta en marcha del motor, regula automáticamente la tensión en el sistema y suministra la energía requerida por los faros, radio, calefacción y otros accesorios eléctricos y electrónicos. Sin esta fuente de energía eléctrica no hubiera sido posible el moderno automóvil.

#### 1.1.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO<sup>1</sup>

En la *Figura 1.1*, se presenta de manera sencilla como está constituido el sistema eléctrico del automóvil y a continuación se describe cual es el papel de cada uno de sus elementos en el funcionamiento de este.



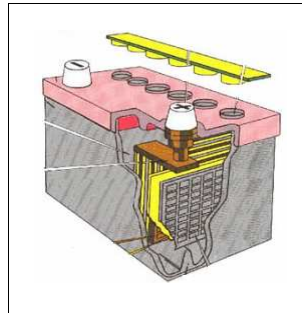
*Sistema eléctrico del automóvil<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> CROUSE, William, Equipo eléctrico del automóvil, Editorial Boixareu, Págs. 1-5.

<sup>2</sup> [www.autobaterias.com.mx/6.htm](http://www.autobaterias.com.mx/6.htm)

### 1.1.1.1. Batería o Acumulador <sup>1</sup>

La batería *Figura 1.2*, se puede considerar como el corazón del sistema eléctrico, almacena electricidad en forma de energía química y se descarga suministrando esta energía a cada sistema eléctrico o dispositivo cuando es necesario.



**Batería** <sup>3</sup>

Cuando alguno de los órganos consumidores de energía eléctrica, tales como el motor de arranque, faros, radio, quedan conectados a la batería tiene lugar determinadas acciones químicas en el seno de la misma que producen un flujo de corriente. La cuantía de la corriente (intensidad) que puede dar la batería es limitada. Si no recibiese corriente de alguna fuente exterior, tal como el alternador del automóvil (recargándola), pronto se agotarían y no podría seguir suministrando corriente.

La batería generalmente está compuesta por seis vasos que contienen:

- Una serie de placas positivas intercaladas con otra serie de placas negativas.
- Aislantes separadores de las placas.
- Un electrolito que cubre las placas positivas y negativas.

Cada vaso genera  $2V_{DC}$  de tensión, estos están conectados en serie para generar una tensión de  $12V_{DC}$ . De las placas positivas sale un borne positivo hacia el

---

<sup>1</sup> CROUSE, William, Equipo eléctrico del automóvil, Editorial Boixareu, Págs. 1-5.

<sup>3</sup> [http://mecanicavirtual.iespana.es/curso\\_motor.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/curso_motor.htm)

circuito exterior y de las placas negativas un borne negativo el cual se conecta a la masa o parte metálica del vehículo.

La batería necesita acumular electricidad para garantizar el arranque inicial del motor y el funcionamiento de los distintos circuitos si el motor está apagado o gira despacio. La batería también contribuye a la estabilización de la tensión en el sistema.

### **1.1.1.2. Motor de arranque <sup>1</sup>**

El motor de arranque es un motor especial de corriente continua, que funciona según los mismos principios que el motor de un aspirador o de un ventilador eléctrico. Cuando se cierra el interruptor de puesta en marcha queda conectado el motor de arranque a la batería y al recibir la corriente de esta arrastra en su movimiento de rotación al cigüeñal del motor del automóvil (arranque del motor).

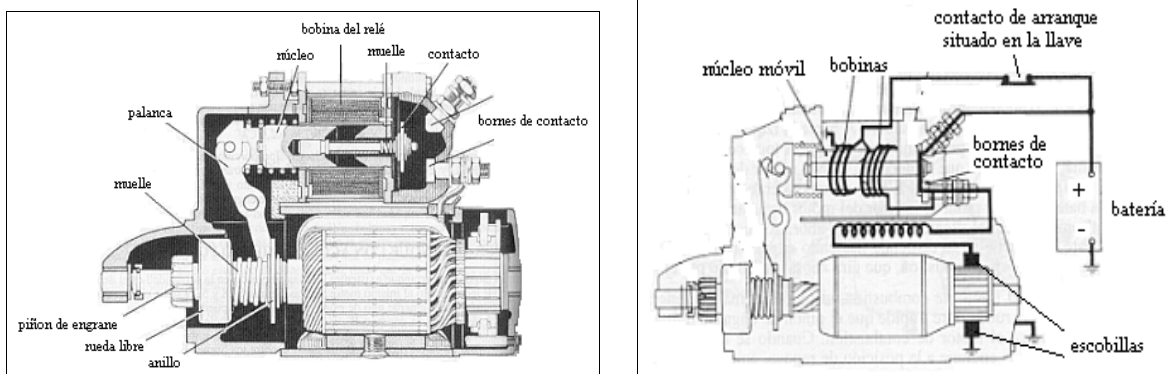
El motor de puesta en marcha difiere de la mayoría de los motores eléctricos en que está proyectado sólo para servicio intermitente con gran sobrecarga.

En la *Figura 1.3*, vemos la parte eléctrica del motor de arranque, se observa las dos bobinas eléctricas que forman el relé de arranque, el bobinado inductor y las escobillas, así como el circuito eléctrico exterior que siempre acompaña al motor de arranque.

---

<sup>1</sup> CROUSE, William, Equipo eléctrico del automóvil, Editorial Boixareu, Págs. 1-5.



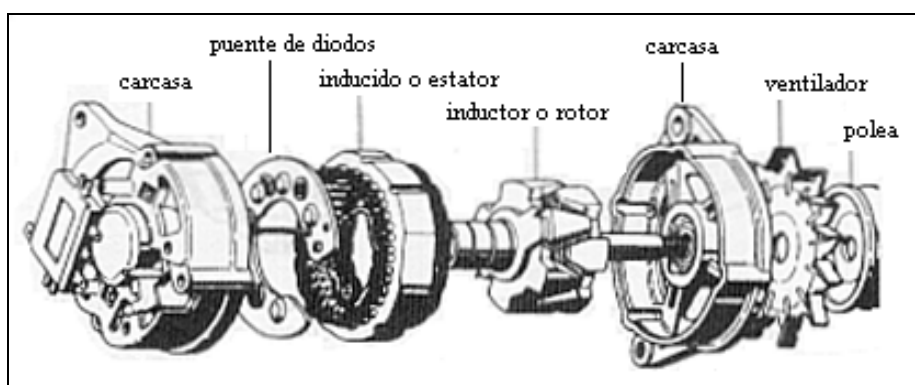


**Pares de motor de arranque<sup>3</sup>**

### 1.1.1.3. Alternador<sup>1</sup>

El alternador *Figura 1.4*, es el órgano que transforma la energía mecánica suministrada por el motor del automóvil en energía eléctrica.

La misión de los alternadores es la de reponer a la batería la corriente gastada en el arranque (recargar la batería). Suministra también corriente para los demás elementos eléctricos del vehículo cuando el motor alcanza una velocidad de funcionamiento suficiente. El alternador usualmente está montado junto al bloque del motor y accionado por la correa del ventilador del mismo.



**El Alternador<sup>3</sup>**

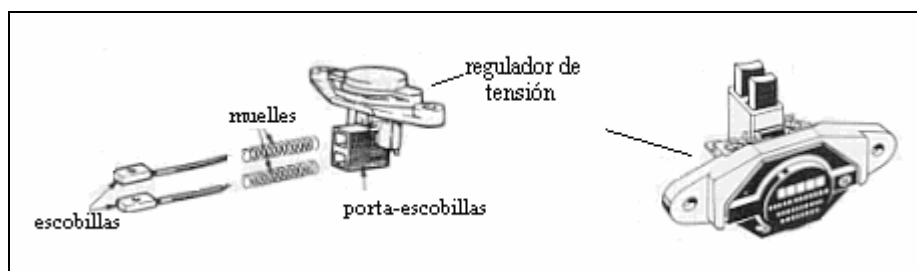
<sup>1</sup> CROUSE, William, Equipo eléctrico del automóvil, Editorial Boixareu, Págs. 1-5.

<sup>3</sup> [http://mecanicavirtual.iespana.es/curso\\_motor.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/curso_motor.htm)

#### 1.1.1.4. Regulador <sup>1</sup>

Para evitar los deterioros y perjuicios que un exceso de voltaje suministrado por un alternador desprovisto de regulación podría ocasionar en la batería y demás órganos eléctricos, los automóviles modernos poseen un regulador *Figura 1.5*, que controla la tensión producida por el alternador, la mantiene siempre por debajo de un determinado límite considerado como de seguridad.

Con el voltaje mantenido constante gracias al regulador, el alternador sólo produce la intensidad de corriente que el sistema eléctrico requiere en todo momento. Así, cuando la batería está en bajas condiciones de carga o cuando son muchos los aparatos eléctricos en servicio, es mayor la corriente suministrada por el alternador, la cual desciende, cuando se recarga la batería o quedan fuera de servicio algunos aparatos.



**Regulador de voltaje <sup>3</sup>**

#### 1.1.1.5. Sistema de encendido <sup>1</sup>

El sistema de encendido *Figura 1.6*, desempeña una misión muy importante en el funcionamiento del automóvil al producir impulsos de alta tensión, hasta de 35.000 voltios, haciéndolos llegar a los cilindros del motor.

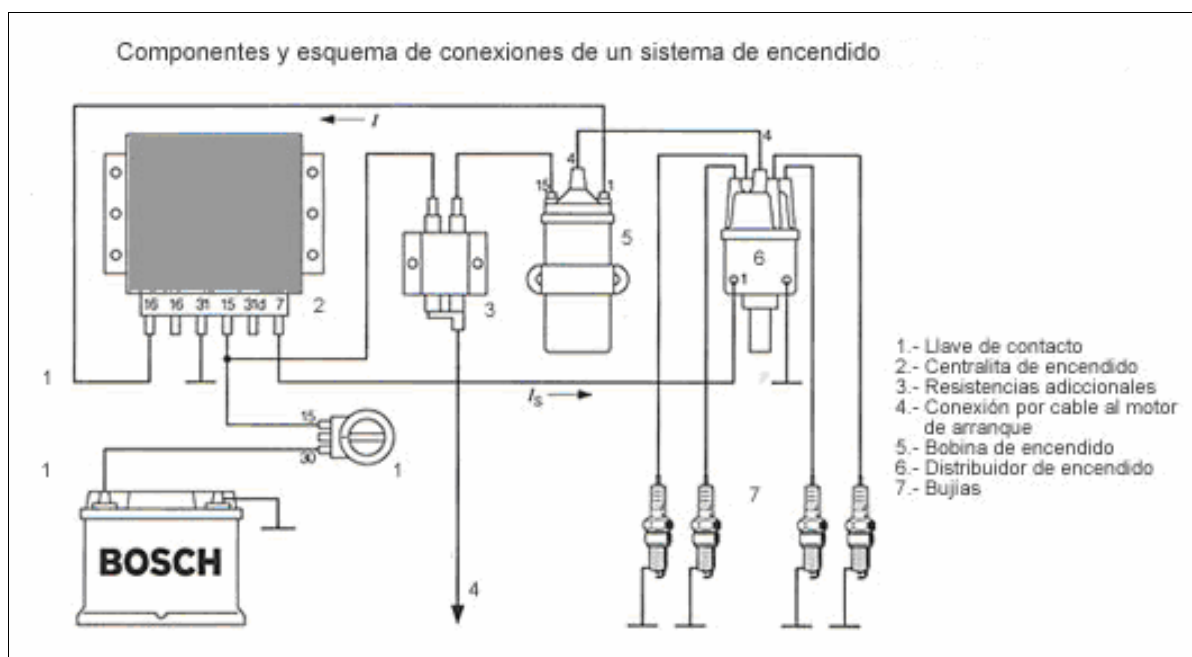
<sup>1</sup> CROUSE, William, Equipo eléctrico del automóvil, Editorial Boixareu, Págs. 1-5.

<sup>3</sup> [http://mecanicavirtual.iespana.es/curso\\_motor.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/curso_motor.htm)

El motor funciona y desarrolla potencia en virtud de innumerables explosiones que se originan en el interior de sus cilindros, en cada uno de los cuales es aspirada y comprimida una mezcla de aire y gasolina previamente vaporizada.

En un instante preciso del periodo de compresión, el sistema de encendido envía un impulso de alta tensión a cada una de las bujías de los cilindros. Este impulso produce una chispa de elevado vapor térmico que inflama (encendido) la mezcla de gasolina y aire.

Tiene lugar una explosión, creándose una gran presión. El pistón del cilindro es impulsado por la presión y su movimiento transmitido por medio del cigüeñal y órganos de transmisión a las ruedas del automóvil, haciéndolas girar y obteniéndose así el movimiento del automóvil.



**Sistema de encendido eléctrico.<sup>3</sup>**

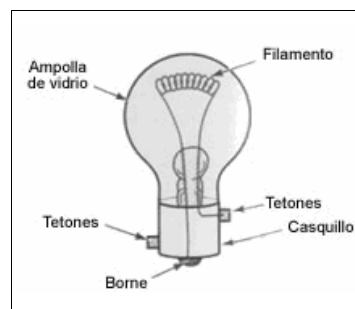
<sup>3</sup> [http://mecanicavirtual.iespana.es/curso\\_motor.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/curso_motor.htm)

### 1.1.1.6. Conmutadores<sup>1</sup>

El sistema eléctrico lleva incorporado diferentes tipos de conmutadores, cuya función es establecer las conexiones entre los distintos elementos eléctricos y el suministro de energía eléctrica (alternador y/o batería) de forma que todos ellos sean alimentados eléctricamente.

### 1.1.1.7. Luces<sup>4</sup>

Las lámparas utilizadas en el automóvil *Figura 1.8*, están constituidas por un filamento de tungsteno o wolframio que se une a dos terminales soporte; el filamento y parte de los terminales se alojan en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío y se ha llenado con algún gas inerte (argón, neón, nitrógeno, etc.); los terminales aislados e inmersos en material cerámico se sacan a un casquillo, éste constituye el soporte de la lámpara y lleva los elementos de sujeción (tetones, rosca, hendiduras, etc.) por donde se sujeta al portalámparas.

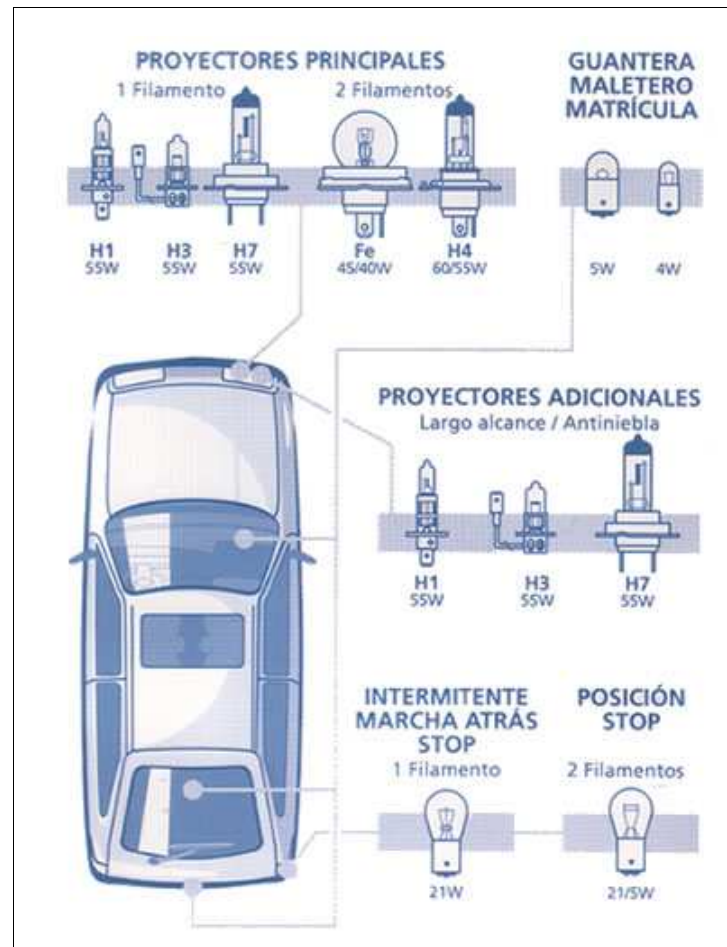


**Lámpara de incandescencia<sup>4</sup>**

Cuando por el filamento pasa la corriente eléctrica éste se pone incandescente a elevada temperatura (2000 a 3000°C) desprendiendo gran cantidad de Luz y calor por lo que se las conoce como lámparas de incandescencia *Figura 1.7*, en el automóvil se emplean varios tipos aunque todos están normalizados y según el empleo reciben el nombre, pudiendo ser para: faros, pilotos, interiores y testigos.

<sup>1</sup> CROUSE, William, Equipo eléctrico del automóvil, Editorial Boixareu, Págs. 1-5.

<sup>4</sup> [www.rolcar.com.mx/.../Electricidad.htm](http://www.rolcar.com.mx/.../Electricidad.htm)



**Lámparas utilizadas en el automóvil<sup>4</sup>**

Las lámparas de alumbrado se clasifican de acuerdo con su casquillo, su potencia y la tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla (cristal) depende fundamentalmente de la potencia de la lámpara. En los automóviles actuales, la tensión de funcionamiento de las lámparas es de 12 V<sub>DC</sub> prácticamente en exclusiva.

<sup>4</sup> [www.rolcar.com.mx/.../Electricidad.htm](http://www.rolcar.com.mx/.../Electricidad.htm)

## 1.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD VEHICULAR <sup>5</sup>



**Sistema de alarma vehicular <sup>6</sup>**

Un alarmer vehicular *Figura 1.9*, es un dispositivo electrónico instalado en un vehículo con el propósito de detectar alguna actividad inusual dentro o alrededor del automóvil y después atraer la atención en espera de disuadir al supuesto ladrón. Las alarmas vehiculares trabajan emitiendo sonido en grandes proporciones (generalmente una sirena, un klaxon, una advertencia verbal o una combinación de estos) cuando están accionados o cuando se efectúa una abertura del circuito.

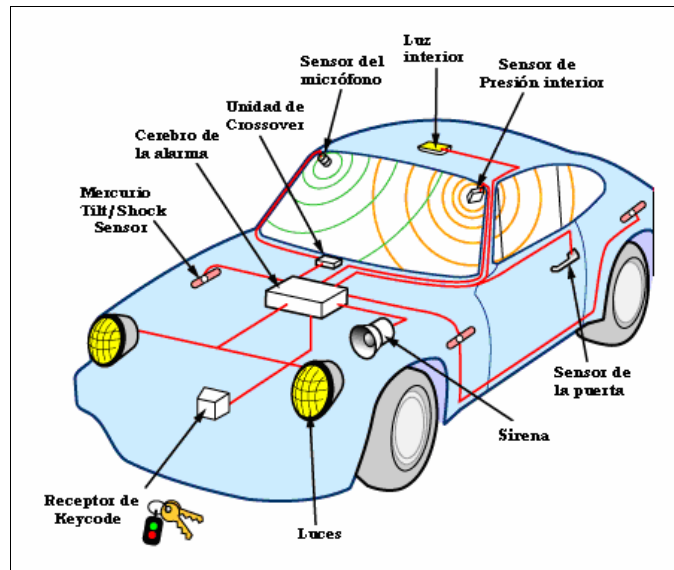
### 1.2.1. PARTES DE UNA ALARMA VEHICULAR <sup>6</sup>

El concepto básico de una alarma es que una sirena está conectada con algunos sensores y si alguien intenta abrir la puerta los sensores transmite la señal a la sirena y la sirena comienza a sonar. Pero hoy con la tecnología moderna, las alarmas son más sofisticadas. En *la Figura 1.10*, se puede apreciar los componentes de una alarma vehicular.

---

<sup>5</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Car\\_alarm](http://en.wikipedia.org/wiki/Car_alarm)

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>



*Elementos de un sistema vehicular*<sup>6</sup>

Los sistemas de seguridad cuentan principalmente con sensores de diferentes tipos, una batería auxiliar, una sirena y una unidad de control de computadora.

#### 1.2.1.1. Sensores<sup>6</sup>

La mayoría de los sistemas de alarma vehicular están constituidos por sensores para la detección de intrusos. Entre los sensores utilizados tenemos: sensores de puertas, sensores de choques, sensores de ventanas, sensores de la presión y sensores de movimiento e inclinación.

**Sensores de la puerta:** este sensor es el más simple en una alarma vehicular, el sistema se activa cuando cualquiera de las puertas del automóvil, incluyendo el capó, se abren.

La mayoría de los sistemas de alarma vehicular utilizan el mecanismo de la conmutación que se construye en las puertas. Cuando se cierra la puerta, esta presiona un pulsante NC (Normalmente Cerrado) que abre el circuito, cuando se

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>

abre la puerta, el pulsante normalmente cerrado que estaba abierto se cierra, enviando electricidad a las luces interiores.



*Interruptor manual del sistema de alarma* <sup>6</sup>

Los sensores de la puerta son altamente eficaces, pero ofrecen la protección bastante limitada, existen otras maneras de robar un automóvil (como romper una ventana) y los ladrones no necesitan realmente introducirse en el automóvil para robarlo (pueden remolcar el vehículo).

**Sensores de choque:** los sistemas de alarmas avanzados dependen sobre todo de los sensores de choque para disuadir a ladrones. La idea de un sensor de choque es bastante simple, si alguien golpea, empuja o mueve el automóvil el sensor envía una señal a la unidad de control, la misma que dependiendo de la severidad del choque activa una señal sonora de la sirena.

Hay diversas maneras de construir un sensor de choque, un sensor simple es un contacto de metal largo, flexible colocado sobre otro contacto de metal, cuando se unen, la corriente fluye entre ellos. Una sacudida considerable hará que el contacto flexible se sacuda de modo que toque el contacto de la parte inferior, cerrando el circuito brevemente.

**Sensores de la ventana:** muchos ladrones pueden robar un vehículo rompiendo una ventana mientras que las puertas del automóvil no fueron tocadas, el sensor de la ventana se utiliza para prevenir este tipo de hurtos.

---

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>



El tipo más básico de sensor que puede detectar la ruptura de un cristal es un micrófono conectado con la unidad de control de computadora. Los micrófonos miden variaciones en la fluctuación de la presión atmosférica y convierten este patrón en una corriente eléctrica que fluctúa.

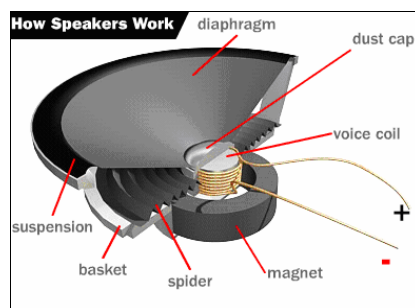
Romper el cristal tiene su propia frecuencia, el micrófono convierte esto a una corriente eléctrica de esa frecuencia particular que envía a la unidad de control.

**Sensores de presión:** una manera simple para que un sistema de alarma detecte a un intruso es supervisar niveles de la presión atmosférica, aunque no hay diferencia de presión entre el interior y el exterior, el acto de abrir una puerta o de forzar una ventana produce variaciones de aire en el interior del automóvil creando un breve cambio en la presión.

Se puede detectar fluctuaciones en la presión de aire con un altavoz *Figura 1.12*, el mismo que consta de dos partes importantes:

- Un cono ancho movable.
- Un electroimán rodeado por un imán natural unido al cono.

Cuando se escucha música, una corriente eléctrica fluye hacia adelante y hacia atrás cruzando el electroimán, esto empuja y tira el cono unido formando fluctuaciones de la presión atmosférica en el aire circundante. Se escucha estas fluctuaciones como sonido.



**Mecanismo básico de un altavoz**<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>

Este mismo sistema puede trabajar de forma contraria, que es lo que sucede en un detector básico de la presión.

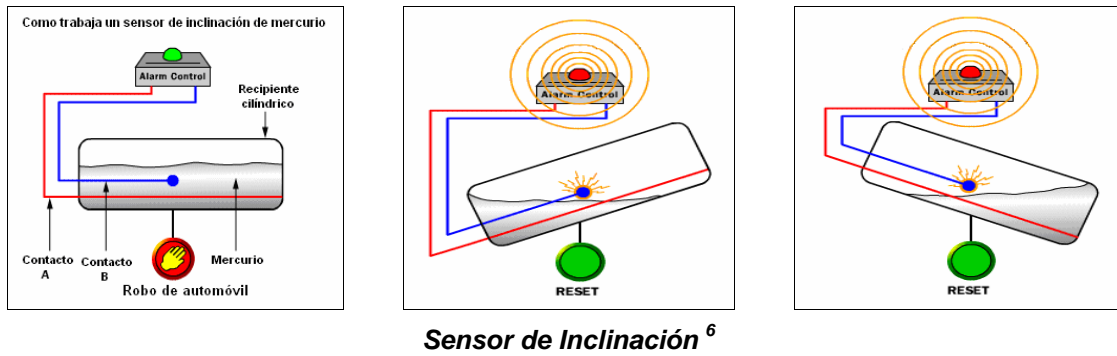
Las fluctuaciones de la presión mueven el cono hacia adelante y hacia atrás que empuja y tira del electroimán unido. Cuando la unidad de control de computadora detecta fluctuaciones significativas de este dispositivo sabe que algo ha causado un aumento rápido de la presión dentro del automóvil. Esto sugiere que alguien ha abierto una puerta o una ventana o ha hecho un ruido muy fuerte.

**Sensores de movimiento e inclinación:** muchos ladrones de automóviles buscan partes específicas de ellos y para conseguirlas no necesitan abrir una puerta o una ventana, simplemente se limitan a remolcar el vehículo.

Algunos sistemas de alarma incluyen los exploradores del perímetro, estos son dispositivos que supervisan lo que sucede alrededor del automóvil. El explorador más común del perímetro es un sistema básico de radar, consiste en un radiotransmisor y un receptor, el transmisor envía señales de radio y el receptor supervisa las reflexiones de la señal que se devuelven. De acuerdo con esta información, el dispositivo de radar puede determinar la proximidad de cualquier objeto circundante.

Para evitar que el automóvil sea remolcado, el sistema de alarma tiene “detectores de inclinación”. El diseño básico de un detector de inclinación es una serie de interruptores de mercurio *Figura 1.13*, el cual se compone de dos alambres eléctricos y de una esfera, colocados en el interior de un cilindro con mercurio.

Cuando el cilindro se inclina de una forma, el mercurio cambia de posición de modo que entre en contacto con uno de los alambres, esto cierra el circuito que funciona a través del interruptor de mercurio. Cuando el cilindro se inclina de otra manera, el mercurio se aleja del segundo alambre abriendo el circuito.



### 1.2.1.2. Sirena<sup>6</sup>

Un sistema de alarma debe activar una respuesta para disuadir a los ladrones de robar el automóvil. En la mayoría de los sistemas al recibir una señal por parte de los sensores, la unidad de control activa una sirena *Figura 1.14*, y destellan las luces del vehículo, también puede ser bloqueado el encendido, cortada la fuente de gasolina al motor o inhabilitado el automóvil por otros medios.



**Una mini sirena oculta dentro de un vehículo**<sup>6</sup>

La sirena producirá una variedad de sonidos atrayendo la atención del ladrón, muchos intrusos huirán de la escena tan pronto como suene la sirena. Algunos sistemas de alarma, se puede programar un patrón distintivo de los sonidos de la sirena para así poder diferenciarlas. Otros sistemas activan un mensaje registrado también cuando alguien camina cerca del automóvil.

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>

El propósito principal de esto es hacer saber a los intrusos que se tiene un sistema de alarma avanzado antes de que intenten cualquier cosa. Muy probablemente, un ladrón experto en automóviles no hará caso totalmente de estas advertencias, pero para un ladrón aficionado puede ser un fuerte impedimento.

#### **1.2.1.3. Una batería auxiliar <sup>6</sup>**

La unidad de control y la alarma se pueden conectar con la batería principal del automóvil, pero generalmente tienen una fuente de energía de reserva. Esta batería oculta sorprenderá cuando alguien corte la fuente de la alimentación principal.

Desde cortar la energía es señal de un posible intruso, por lo que la unidad de control activará la alarma.

#### **1.2.1.4. La unidad de control <sup>6</sup>**

El “cerebro” del sistema es una computadora pequeña que supervisa todos los sensores instalados en el automóvil, activa los dispositivos de la alarma tales como luces, sirena y bloquea algún mecanismo del vehículo.

Los sistemas de seguridad se diferencian principalmente por el tipo de sensores que utilizan y cómo se conectan los diversos dispositivos con la unidad de control.

#### **1.2.1.5. El transmisor <sup>6</sup>**

La mayoría de los sistemas de alarma vehicular vienen con un transmisor portable *Figura 1.15*. Con este dispositivo se puede enviar instrucciones a la unidad de

---

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>

control para operar el sistema de alarma remotamente, utiliza la modulación de pulso para enviar mensajes específicos.

El propósito principal del transmisor es activar y desactivar el sistema de la alarma una vez alejado del automóvil y cerrado las puertas. Se puede armar el sistema con presionar un botón, de igual manera se lo puede desarmar. En la mayoría de los sistemas destellan las luces y se escucha ligeramente el sonido de la sirena cuando se arma y desarma la alarma del automóvil.



*Transmisor del sistema de seguridad* <sup>6</sup>

### 1.3. TELEFONÍA CELULAR

#### Introducción <sup>7</sup>

La telefonía celular ha tenido mucho auge y desarrollo en los últimos años. Desde sus inicios a finales de los 70 ha revolucionado enormemente las actividades que se realiza a diario.

Los teléfonos celulares se mantuvieron fuera del alcance de la mayoría de los consumidores debido a los altos costos involucrados, pero hoy en día se han

---

<sup>6</sup> <http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>

<sup>7</sup> <http://www.monografias.com/trabajos14/celularhist/celularhist.shtml>

convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios, las hace sentir más seguras y más productivas.

A pesar de que la telefonía celular fue concebida estrictamente para las comunicaciones de voz, la tecnología celular de hoy es capaz de brindar otro tipo de servicios, como datos, audio y video con algunas limitaciones.

## **Reseña histórica <sup>7</sup>**

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

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

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

---

<sup>7</sup> <http://www.monografias.com/trabajos14/celularhist/celularhist.shtml>

### **1.3.1. LAS GENERACIONES DE LA TELEFONÍA INALÁMBRICA<sup>8</sup>**

#### **1.3.1.1. Generación Cero (0G)<sup>8</sup>**

0G representa a la telefonía móvil previa a la era celular. Estos teléfonos móviles eran usualmente colocados en autos o camiones, aunque modelos en portafolios también eran realizados. Por lo general, el transmisor (Transmisor-Receptor) era montado en la parte trasera del vehículo y unido al resto del equipo (el dial y el tubo) colocado cerca del asiento del conductor.

Eran vendidos a través de WCCs (Empresas Telefónicas alámbricas), RCCs (Empresas Radio Telefónicas), y proveedores de servicios de radio doble vía. El mercado estaba compuesto principalmente por constructores, celebridades, etc.

Esta tecnología, conocida como Autoradiopuhelin (ARP), fue lanzada en 1971 en Finlandia, ahora conocido como el país con la primera red comercial de telefonía móvil.

#### **1.3.1.2. Primera generación (1G)<sup>8</sup>**

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y proliferó durante los años 80. Introdujo los teléfonos "celulares", basados en las redes celulares con múltiples estaciones de base relativamente cercanas unas de otras, y protocolos para el "traspaso" entre las celdas cuando el teléfono se movía de una celda a otra.

La transferencia analógica y estrictamente para voz son características distintivas de la generación. Con calidad de enlaces muy reducida, la velocidad de conexión no era mayor a (2400 bauds). En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad (Basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access), lo que limitaba en forma notable la cantidad

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

de usuarios que el servicio podía ofrecer en forma simultánea ya que los protocolos de asignación de canal estáticos padecen de esta limitación.

Con respecto a la seguridad, las medidas preventivas no formaban parte de esta primitiva telefonía celular. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System), desarrollada principalmente por Bell. Si bien fue introducida inicialmente en los Estados Unidos, fue usada en otros países en forma extensiva. Otro sistema conocido como Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS) fue introducido en el Reino Unido y muchos otros países.

Si bien había diferencias en la especificación de los sistemas, eran conceptualmente muy similares. La información con la voz era transmitida en forma de frecuencia modulada al proveedor del servicio. Un canal de control era usado en forma simultánea para habilitar el traspaso a otro canal de comunicación de ser necesario. La frecuencia de los canales era distinta para cada sistema. MNT usaba canales de 12.5Khz, AMPS de 30Khz y TACS de 25Khz.

A su vez, el tamaño de los aparatos era mayor al de hoy en día; fueron originalmente diseñados para el uso en los automóviles. Motorola fue la primera compañía en introducir un teléfono realmente portátil *Figura 1.16*.



**Motorola DynaTAC**<sup>8</sup>

Estos sistemas (NMT, AMPS, TACS, RTMI, C-Netz, y Radiocom 2000) fueron conocidos luego como la Primera Generación (G1) de Teléfonos Celulares.

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)



En Septiembre de 1981 la primera red de telefonía celular con roaming automático comenzó en Arabia Saudita; siendo un sistema de la compañía NMT. Un mes más tarde los países Nórdicos comenzaron una red NMT con roaming automático entre países.

### **1.3.1.3. Segunda generación (2G)<sup>8</sup>**

Si bien el éxito de la 1G fue indiscutible, el uso masivo de la propia tecnología mostró en forma clara las deficiencias que poseía. El espectro de frecuencia utilizado era insuficiente para soportar la calidad de servicio que se requería. Al convertirse a un sistema digital, ahorros significativos pudieron realizarse.

Un número de sistemas surgieron en la década de los 90's debido a estos hechos y su historia es tan exitosa como la de la generación anterior. La Segunda Generación (2G) de telefonía celular, como es GSM, IS-136 (TDMA), iDEN y IS-95 (CDMA) comenzó a introducirse en el mercado.

La primera llamada digital entre teléfonos celulares fue realizada en Estados Unidos en 1990. En 1991 la primera red GSM fue instalada en Europa.

La generación se caracterizó por circuitos digitales de datos conmutados por circuito y la introducción de la telefonía rápida y avanzada a las redes. Usó a su vez acceso múltiple de tiempo dividido (TDMA) para permitir que hasta ocho usuarios utilizaran los canales separados por 200Mhz.

Los sistemas básicos usaron frecuencias de banda de 900Mhz, mientras otros de 1800 y 1900Mhz. Nuevas bandas de 850Mhz fueron agregadas en forma posterior. El rango de frecuencia utilizado por los sistemas 2G coincidió con algunas de las bandas utilizadas por los sistemas 1G (como a 900Hz en Europa), desplazándolos rápidamente.

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

La introducción de esta generación trajo la desaparición de los "ladrillos" que se conocían como teléfonos celulares, dando paso a pequeñísimos aparatos que entran en la palma de la mano y oscilan entre los 80-200 gr. *Figura 1.17.* Mejoras en la duración de la batería y tecnologías de bajo consumo energético.



***Teléfono GSM de diseño regular*** <sup>8</sup>

EL sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System for Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

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

#### **1.3.1.4. Generación 2.5 G** <sup>8</sup>

Una vez que la segunda generación se estableció, las limitantes de algunos sistemas en lo referente al envío de información se hicieron evidentes. Muchas

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

aplicaciones para transferencia de información eran vistas a medida que el uso de laptops y del propio Internet se fueron popularizando. Si bien la tercera generación estaba en el horizonte, algunos servicios se hicieron necesarios previa a su llegada.

El GPRS (General Packet Radio Service) desarrollado para el sistema GSM fue de los primeros en ser visto. Hasta este momento, todos los circuitos eran dedicados en forma exclusiva a cada usuario. Este enfoque es conocido como "Circuit Switched", donde por ejemplo un circuito es establecido para cada usuario del sistema. Esto era ineficiente cuando un canal transfería información sólo en un pequeño porcentaje. El nuevo sistema permitía a los usuarios compartir un mismo canal, dirigiendo los paquetes de información desde el emisor al receptor. Esto permite el uso más eficiente de los canales de comunicación, lo que habilita a las compañías proveedoras de servicios a cobrar menos por ellos.

Aún más cantidad de mejoras fueron realizadas a la tasa de transferencia de información al introducirse el sistema conocido como EDGE (Enhanced Data rates aplicado a GSM Evolution). Este básicamente es el sistema GPRS con un nuevo esquema de modulación de frecuencia.

Mientras GPRS y EDGE se aplicaron a GSM, otras mejoras fueron orientadas al sistema CDMA, siendo el primer paso de CDMA a CDMA2000 1x.

2.5G provee algunos de los beneficios de 3G (por ejemplo conmutación de datos en paquetes) y puede usar algo de la infraestructura utilizada por 2G en las redes GSM y CDMA. La tecnología más comúnmente conocida de 2.5G es GPRS, que provee transferencia de datos a velocidad moderada usando canales TDMA no utilizados en la red GSM.

Algunos protocolos, como ser EDGE para GSM y CDMA2000 1x-RTT para CDMA, califican oficialmente como servicios "3G" (debido a que su tasa de transferencia de datos supera los 144 Kbit/s), pero son considerados por la mayoría como servicios 2.5G porque son en realidad varias veces más lentos que los servicios implementados en una red 3G.

Mientras los términos "2G" y "3G" están definidos oficialmente, no lo está "2.5G". Fue inventado con fines únicamente publicitarios.

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

#### **1.3.1.5. Tercera generación (3G) <sup>8</sup>**

No mucho tiempo de haberse introducido las redes 2G se comenzó a desarrollar los sistemas 3G. Como suele ser inevitable, hay variados estándares con distintos competidores que intentan que su tecnología sea la predominante. Sin embargo, en forma muy diferencial a los sistemas 2G, el significado de 3G fue estandarizado por el proceso IMT-2000. Este proceso no estandarizó una tecnología sino una serie de requerimientos (2 Mbit/s de máxima tasa de transferencia en ambientes cerrados y 384 Kbit/s en ambientes abiertos, por ejemplo). Hoy en día, la idea de un único estándar internacional se ha visto dividida en múltiples estándares bien diferenciados entre sí.

Existen principalmente tres tecnologías 3G. Para Europa existe UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) usando CDMA de banda ancha (W-CDMA). Este sistema provee transferencia de información de hasta 2Mbps.

Están a su vez las evoluciones de CDMA2000. La primera en ser lanzada fue CDMA2000 1xEV-DO, donde EV-DO viene de Evolution Data Only. La idea atrás de este sistema era que muchas de las aplicaciones sólo requirieran conexión de datos, como sería el caso si se usara el celular para conectar una PC a Internet en forma inalámbrica. En caso de requerir además comunicación por voz, un canal 1X estándar es requerido. Además de usar tecnología CDMA, EV-DO usa

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

tecnología TDMA para proveer de la velocidad de transferencia necesaria y mantener la compatibilidad con CDMA y CDMA2000 1X.

La siguiente evolución de CDMA2000 fue CDMA2000 1xEV-DV. Esto fue una evolución del sistema 1X totalmente distinto a CDMA2000 1xEV-DO, ofreciendo servicios totales de voz y datos. Este sistema también es compatible con CDMA y CDMA2000 1X y es capaz de ofrecer tasas de transferencia de 3.1Mbps.

Estos dos protocolos usaron lo que se conoce como FDD (Frequency Division Duplex), donde los links de ida y vuelta usan distintas frecuencias. Dentro de UMTS existe una especificación conocida como TDD (Time Division Duplex), donde los links poseen la misma frecuencia pero usan distintos segmentos de tiempo. Sin embargo, TDD no se implementará en los mercados por un tiempo.

Un tercer sistema 3G fue desarrollado en China que usa TDD. Conocido como TD-SCDMA (Time Division Synchronous CDMA), usa un canal de 1.6Mhz y fue pensado para que abarque el mercado Chino y de los países vecinos.

Algunos de los sistemas 2.5G, como ser CDMA2000 1x y GPRS, proveen de algunas de las funcionalidades de 3G sin llegar a los niveles de transferencia de datos o usos multimedia de la nueva generación. Por ejemplo, CDMA2000-1X puede, en teoría, transferir información hasta a 307 kbit/s.

Justo por encima de esto se encuentra el sistema EDGE, el cual puede en teoría superar los requerimientos de los sistemas 3G, aunque esto es por tan poco que cualquier implementación práctica quedaría probablemente por debajo del límite deseado.

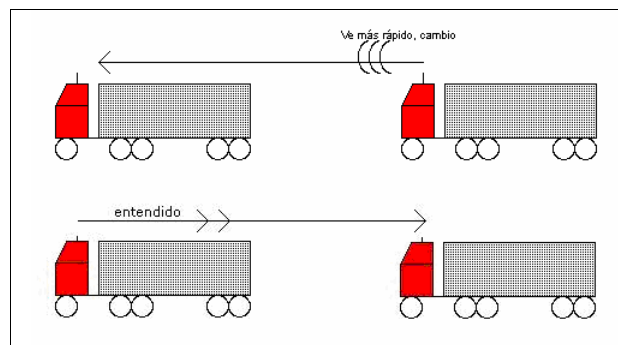
Al comienzo del siglo 21, sistemas 3G como UMTS y CDMA2000 1xEV-DO han comenzado a estar al alcance del público en los países del primer mundo. Sin embargo, el éxito de estos sistemas aún está por probarse.

### 1.3.2. FUNCIONAMIENTO DE LA TELEFONÍA CELULAR <sup>8</sup>

Los teléfonos celulares, por sofisticados que sean y luzcan, no dejan de ser radio transmisores personales. Siendo un sistema de comunicación telefónica totalmente inalámbrica, los sonidos se convierten en señales electromagnéticas, que viajan a través del aire, las cuales son recibidas y transformadas nuevamente en mensaje a través de antenas repetidoras o vía satélite.

Para entender mejor como funcionan estos sofisticados aparatos puede ayudar compararlos con una radio de onda corta (OC) o con un walking talking. Un radio OC es un aparato simple, este permite que dos personas se comuniquen utilizando la misma frecuencia, así que sólo una persona puede hablar al tiempo.

Se muestra este proceso en la *Figura 1.18*.



***En un radio simple, ambos transmisores utilizan la misma frecuencia.***

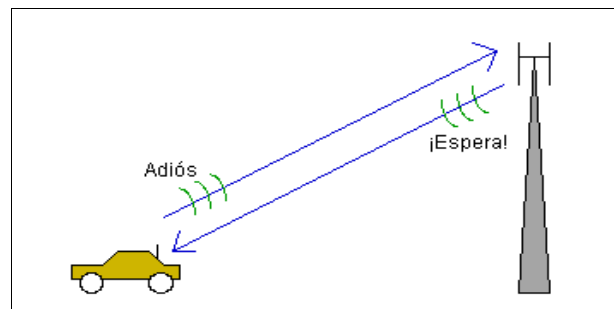
***Sólo uno puede hablar al tiempo <sup>8</sup>***

Un teléfono celular es un dispositivo dual, esto quiere decir que utiliza una frecuencia para hablar y una segunda frecuencia para escuchar. Una radio OC tiene 40 canales. Un teléfono celular puede utilizar 1664 canales. Estos teléfonos también operan con "células" (o "celdas") y pueden alternar la célula usada a medida que el teléfono es transportado. Las células le dan a los teléfonos un rango mucho mayor a los dispositivos que lo comparamos. Un walking talking puede transmitir hasta quizás una milla.

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

Una radio OC, debido a que tiene un poder mucho más alto, puede transmitir hasta 5 millas. 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.

La *Figura 1.19* ilustra el funcionamiento de un transmisor dual.



***En un radio dual, los dos transmisores utilizan diferentes frecuencias, así que dos personas pueden hablar al mismo tiempo***<sup>8</sup>

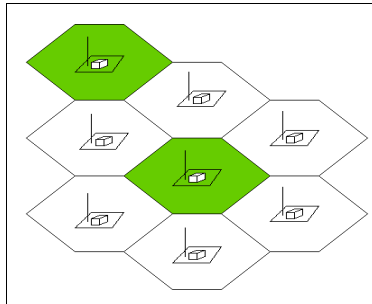
El teléfono celular estándar de la primera generación estableció un rango de frecuencias entre los 824 Mhz y los 894 para las comunicaciones analógicas.

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 amplitud de 30 Khz. 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 45 Mhz. Cada portador también tiene 21 canales de datos para usar en otras actividades.

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 usuarios utilicen el servicio en un territorio amplio sin tener problemas.

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

Se puede dividir un área (como una ciudad) en células. Cada célula es típicamente de un tamaño de 10 millas cuadradas (unos 26Km<sup>2</sup>). Las células se imaginan como unos hexágonos en un campo hexagonal grande, como se muestra en la *Figura 1.20*.



**Células de un sistema celular**<sup>8</sup>

Sin embargo, el tamaño de las células puede variar mucho dependiendo del lugar en que se encuentre. Las estaciones base se separan entre 1 a 3 Km. en zonas urbanas, aunque pueden llegar a separarse por más de 35 Km. en zonas rurales.

En zonas muy densamente pobladas o áreas con muchos obstáculos (como edificios altos), las células pueden concentrarse en distancias cada vez menores. Algunas tecnologías, como los PCS (Personal Communication Services), requieren células muy cercanas unas de otras debido a su alta frecuencia y bajo poder en el que operan.

Los edificios pueden, a su vez, interferir con el envío de las señales entre las células que se encuentren más lejanas, por lo que algunos edificios tienen su propia "microcélula". Los subterráneos son típicos escenarios donde una microcélula se hace necesaria. Las microcélulas pueden ser usadas para incrementar la capacidad general de la red en zonas densamente pobladas como los centros capitalinos.

---

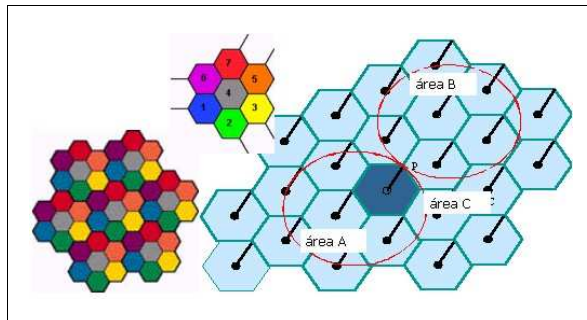
<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)



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 celda en un sistema análogo utiliza un séptimo de los canales de voz disponibles. Eso es, una celda, más las seis celdas que la rodean en un arreglo hexagonal, cada una utilizando un séptimo de los canales disponibles para que cada celda tenga un grupo único de frecuencias y no haya colisiones entre células adyacentes.

Esta configuración puede verse en forma gráfica en la *Figura 1.21*.



**Puede observarse un grupo de células numeradas.<sup>8</sup>**

De esta forma, en un sistema analógico, en cualquier celda pueden hablar 59 personas en sus teléfonos celulares al mismo tiempo. Con la transmisión digital, el número de canales disponibles aumenta. Por ejemplo el sistema digital TDMA puede acarrear el triple de llamadas en cada celda, alrededor de 168 canales disponibles simultáneamente.

Cada célula tiene una estación base que consta de una torre y un pequeño edificio en donde se tiene el equipo de radio. Cada célula utiliza un séptimo de los 416 canales duales de voz. Dejando entonces a cada célula aproximadamente los 59 canales disponibles nombrados anteriormente.

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

Si bien los números pueden variar dependiendo de la tecnología usada en el lugar, las cantidades sirven para mostrar cómo funciona esta tecnología; que en caso de tratarse de una generación más moderna, puede de todas formas extrapolarse directamente.

Los teléfonos celulares poseen unos transmisores de bajo poder dentro de ellos. Muchos teléfonos celulares tienen 2 fuerzas de señal: 0.6 Watts y 3 Watts (como comparación, la mayoría de los radios de onda corta transmiten a 5 Watts). La estación base también transmite a bajo poder. Los transmisores de bajo poder tienen 2 ventajas:

1. El consumo de energía del teléfono, que normalmente opera con baterías, es relativamente bajo. Esto significa que bajo poder requiere baterías pequeñas, y esto hace posible que existan teléfonos que caben en la mano. A su vez aumenta en forma considerable el tiempo en que se puede usar el teléfono entre carga y carga de la batería.
2. Las transmisiones de las estaciones base y de los teléfonos no alcanzan una distancia más allá de la célula. Es por esto que en la *Figura 1.22*, en cada celda se pueden utilizar las mismas frecuencias sin interferir unas con otras.

Las transmisiones de la base central y de los teléfonos en la misma celda no salen de esta. Por lo tanto, cada celda puede reutilizar las mismas 59 frecuencias a través de la ciudad.

La tecnología celular requiere un gran número de estaciones base para ciudades de cualquier tamaño. Una ciudad 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 (PSTN en la *Figura 1.23*). Esta oficina maneja todas las conexiones telefónicas y estaciones base de la región.

Cuando el usuario desea realizar una llamada, el teléfono celular envía un mensaje a la torre *Figura 1.22*, solicitando una conexión a un número de teléfono específico. Si la torre dispone de los suficientes recursos para permitir la comunicación, un dispositivo llamado "switch" conecta la señal del teléfono celular a un canal en la red de telefonía pública. La llamada en este momento toma un canal inalámbrico así como un canal en la red de telefonía pública que se mantendrán abiertos hasta que la llamada se concluya.



**Torre de transmisión de telefonía celular**<sup>8</sup>

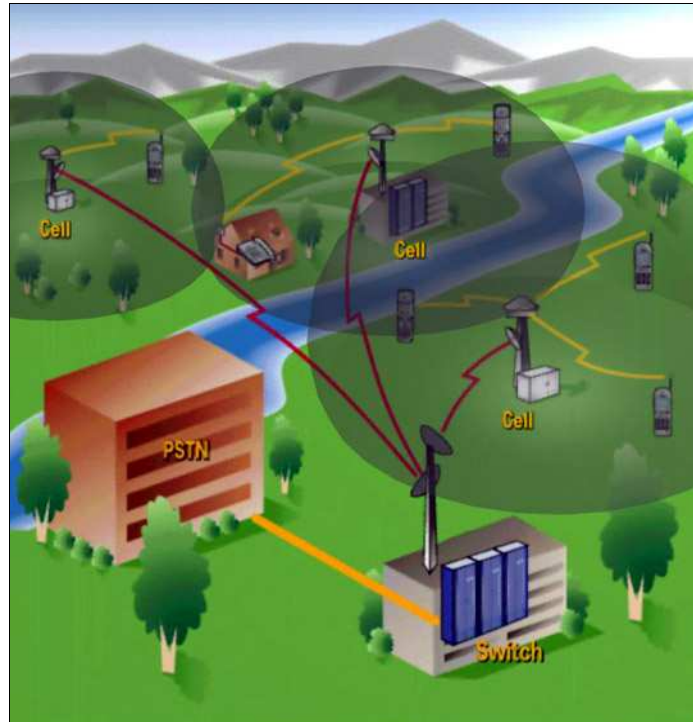
El diagrama que se muestra en la *Figura 1.23*, gráfica lo descrito anteriormente.

Por ejemplo si usted tiene un celular, lo enciende, y alguien trata de llamarle. La MTSO recibe la llamada, y trata de encontrarlo. Desde los primeros sistemas la MTSO lo encontraba activando su teléfono (utilizando uno de los canales de control, ya que su teléfono se encuentra siempre escuchando) en cada célula de la región hasta que su teléfono respondiera. Entonces la estación base y el teléfono decidirán cuál de los 59 canales en su teléfono celular usará. Ahora estará conectado a la estación base y puede empezar a hablar y escuchar.

A medida que usted se mueva en la célula, la estación base notará que la fuerza de su 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.

---

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)



**Procesamiento de llamadas**<sup>8</sup>

Las dos estaciones base se coordinan a sí mismas a través del MTSO y en algún punto su teléfono obtiene una señal que le indica que cambie de frecuencia. Este cambio hace que su teléfono mude su señal a otra célula.

En sistemas modernos los teléfonos esperan una señal de identificación del sistema (IDS) del canal de control cuando se encienden. El teléfono también transmite una propuesta de registro y la red mantiene unos datos acerca de su ubicación en una base de datos (de esta forma es que la MTSO sabe en que célula se encuentra si quiere timbrar su teléfono). A medida que se mueve entre células, el teléfono detecta los cambios en la señal, los registra y compara para con los de la nueva célula cuando cambia de canal. Si el teléfono no puede hallar canales para escuchar se sabe que está fuera de rango y muestra un mensaje de "sin servicio".

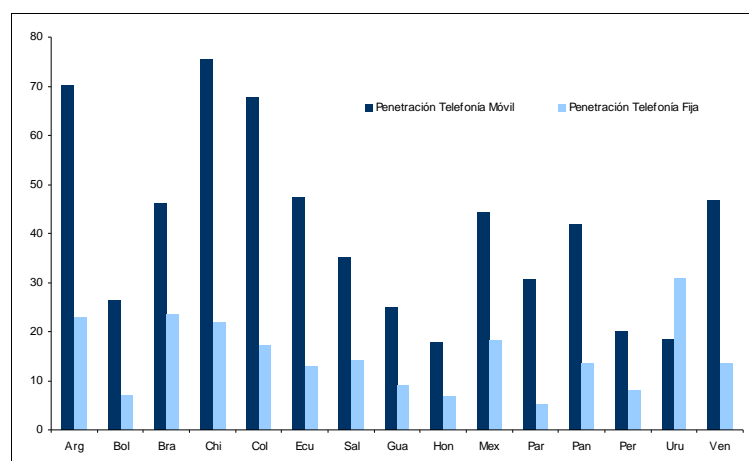
Este es, en forma bastante simplificada, el funcionamiento de la telefonía celular; abarcando desde el aspecto teórico en la división de las zonas geográficas en

<sup>8</sup> [www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml](http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml)

células, hasta el intercambio de ondas electro magnéticas necesario para establecer una sencilla comunicación entre dos teléfonos celulares.

### 1.3.3. TELEFONÍA CELULAR EN EL ECUADOR<sup>9</sup>

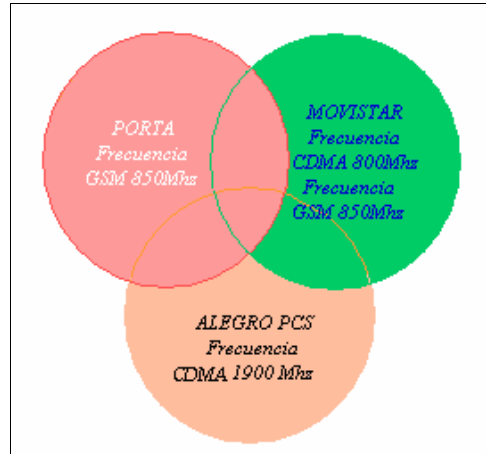
En la actualidad, las telecomunicaciones MOVILES son la principal infraestructura de comunicación en el Ecuador y desempeñan un papel estratégico vital para el desarrollo del mismo. Tiene uno de los más altos niveles de penetración móvil (47.22%) en América Latina *Figura 1.24*.



*Relación T. móvil / T. fija*<sup>9</sup>

El servicio de telefonía móvil lo proveen 3 operadores: Movistar, Porta, privadas y desde Diciembre de 2003, Alegro de propiedad estatal. La *Figura 1.25*, ilustra las tres operadoras celulares que trabajan en el Ecuador con sus respectivas frecuencias y tecnologías.

<sup>9</sup>[http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/foro\\_telecomunicaciones/panel\\_1/paolo\\_baldo](http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/foro_telecomunicaciones/panel_1/paolo_baldo)  
ni.ppt#355,1,Diapositiva 1



**Operadoras celulares del Ecuador**

### 1.3.3.1. Movistar<sup>10</sup>

Telefónica Móviles Ecuador conocida como Movistar, es la empresa proveedora de servicios de telefonía móvil más grande e importante del Ecuador, subsidiaria de Telefónica Móviles de España.

Telefónica Móviles Ecuador, (Movistar) inició sus operaciones el 14 de Octubre de 2004 con la adquisición del 100% de las acciones de OTECEL S.A. concesionaria del servicio de telefonía móvil desde 1993, cuando esta empresa se llamaba Cellular Power. Movistar es la segunda mayor operadora de telefonía móvil del Ecuador con más de 1,2 millones de clientes, con 89 puntos de atención al cliente y con la red de telefonía celular más avanzada del país usando actualmente la tecnología GSM con una frecuencia de 850 Mhz y 800 Mhz en CDMA.

### 1.3.3.2. Porta<sup>11</sup>

PORTA está operando en el Ecuador desde 1993, es la empresa de telefonía celular líder con casi 6 millones de usuarios y con cobertura en todas las provincias del país.

<sup>10</sup> <http://www.movistar.com.ec>

<sup>11</sup> <http://www.porta.net>

PORTA es compañía subsidiaria de América Móvil (AMX), el grupo de telecomunicaciones líder de servicios inalámbricos en América Latina con más de 113.9 millones de suscriptores celulares en la región.

América Móvil surge de la necesidad de fortalecer la agresiva estrategia de internacionalización del grupo para afianzar sus operaciones en todos los mercados donde tiene presencia.

El objetivo fundamental de esta multinacional es consolidar su liderazgo en Latinoamérica y ser la número uno en todos los países en donde opera, llevando su servicio cada día a más personas.

PORTA actualmente cuenta con 43 Centros de Atención al Cliente que se suman a más de 4.500 puntos de venta a nivel nacional que están a disposición de sus clientes.

El que PORTA sea empresa de América Móvil, constituye la posibilidad de acceder a tecnología de punta y al mejor servicio de telecomunicaciones que existe actualmente en el mundo. Usa tecnología GSM con una frecuencia de trabajo de 850 Mhz.

### **1.3.3.3. Alegro<sup>12</sup>**

Compañía de telefonía celular de Ecuador, filial de Andinatel. Opera los servicios de telefonía móvil celular, servicio de internet, servicios portadores y de valor agregado.

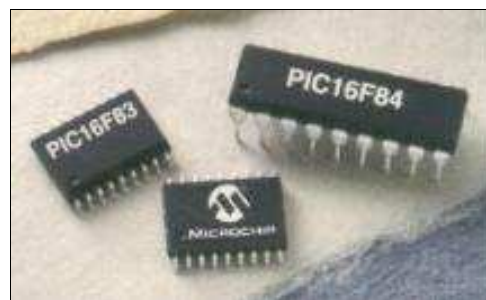
La compañía Telecomunicaciones Móviles del Ecuador, TelecSA, fue creada por Andinatel y Pacifictel para prestar el servicio de telefonía móvil. Inicialmente su capital estaba 50% en manos de cada compañía, pero actualmente Andinatel mantiene el control mayoritario.

---

<sup>12</sup> [www.alegro.com](http://www.alegro.com)

Recibió una concesión de parte del Estado ecuatoriano el 3 de abril de 2003 y entró en operaciones en diciembre de ese año. Su operación mejoró la competencia en el, hasta entonces, cerrado mercado celular, bajaron las tarifas, aumentaron los abonados, se interconectaron las redes para mensajes escritos, etc. Trabaja con tecnología CDMA con una frecuencia de 1900 Mhz.

#### 1.4. MICROCONTROLADORES <sup>13</sup>



*Microcontroladores* <sup>13</sup>

Un microcontrolador *Figura 1.26*, es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de un ordenador: CPU, memoria y unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo aunque de limitadas prestaciones contenido en un solo circuito integrado.

Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y gracias a su reducido tamaño suele incorporarse en el propio dispositivo que controla por lo que se denominan muchas veces controlador incrustado.

Las ventajas más sobresalientes que podemos citar de los dispositivos microcontroladores son las siguientes:

- Aumento de prestaciones.
- Aumento de la fiabilidad.
- Reducción de tamaño en el producto acabado.
- Mayor flexibilidad.

---

<sup>13</sup> COSTALES, Alcívar, Apuntes de microcontroladores.



### 1.4.1. RECURSOS COMUNES DE LOS MICROCONTROLADORES<sup>14</sup>

Al estar todos los microcontroladores integrados en un chip, su estructura fundamental y sus características básicas son muy parecidas. Todos deben disponer de los bloques esenciales procesador, memoria de datos y de instrucciones, líneas de E/S, oscilador externo y módulos controladores de periféricos. Sin embargo, cada fabricante intenta enfatizar los recursos más idóneos para las aplicaciones a las que se destinan preferentemente.

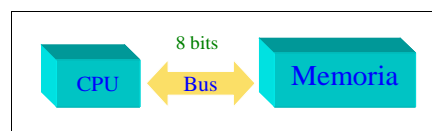
A continuación se detallan todos los recursos que se hallan en todos los microcontroladores describiendo las diversas alternativas y opciones que pueden encontrarse según el modelo seleccionado.

#### 1.4.1.1. Arquitectura básica<sup>14</sup>

Aunque inicialmente todos los microcontroladores adoptaron la arquitectura clásica de Von Neumann, en el momento presente se impone la arquitectura Harvard.

La arquitectura de Von Neumann *Figura 1.27*, se caracteriza por disponer de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).

Los microcontroladores de Intel 8751 usan esta arquitectura



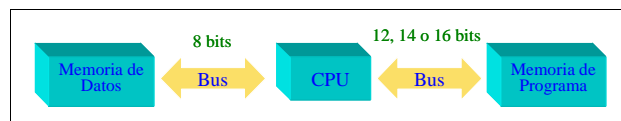
**Arquitectura Von Neuman<sup>13</sup>**

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

La arquitectura Harvard *Figura 1.28*, dispone de dos memorias independientes una, que contiene sólo instrucciones y otra, sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias.

Los microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) responden a la arquitectura Harvard.



**Arquitectura Harvard** <sup>13</sup>

En las dos configuraciones, la CPU contiene a la ALU (Unidad Aritmética Lógica). La ALU realiza las operaciones lógicas y aritméticas.

#### 1.4.1.2. El procesador o CPU <sup>14</sup>

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado.

Otra característica importante es que el procesador es de tipo RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y generalmente, se ejecutan en un ciclo de reloj. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

<sup>13</sup> COSTALES, Alcívar, Apuntes de microcontroladores

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

Además se introduce una segmentación en el procesador, dividiendo la ejecución de una instrucción en varias etapas. De esta forma se puede trabajar sobre varias instrucciones simultáneamente cada una en una etapa distinta.

#### 1.4.1.3. Memoria <sup>14</sup>

**Memoria de programa:** Es una memoria de almacenamiento no volátil (ROM, EPROM, OTP, EEPROM, FLASH), en la que se almacena el programa que gobierna la aplicación a la que está destinado el microcontrolador. No existen dispositivos de almacenamiento masivo por lo que todo el código debe estar almacenado en esta memoria. Por otro lado, al ser un circuito dedicado a una sola tarea debe almacenar un único programa.

En general tiene un tamaño muy reducido desde 512 a 16K palabras en la familia de los microcontroladores PIC. Además al tener una memoria específica de programa se puede adecuar el tamaño de las instrucciones y los buses al más adecuado para cada aplicación.

**Memoria de datos:** La memoria para almacenar datos debe ser de lectura y escritura, por lo que en general se usa memoria SRAM, aunque algunos microcontroladores llevan memoria EEPROM para evitar la pérdida de los datos en caso de corte en el suministro de corriente. Los tamaños son mucho más reducidos que la memoria de programa; por ejemplo el PIC16F84A dispone solamente de 68 bytes de datos RAM y 64 bytes de EEPROM.

#### 1.4.1.4. Líneas de Entrada/Salida <sup>14</sup>

La principal utilidad de los pines que posee la cápsula que contiene un microcontrolador es soportar las líneas de E/S que comunican al computador interno con los periféricos exteriores.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de microcontrolador, las líneas de E/S se destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control. Manejan la información en paralelo y se agrupan en conjuntos que reciben el nombre de puertos o pórtricos. Los pines de los pórtricos pueden ser todos configurados de acuerdo a la necesidad de la aplicación, es decir, que los pines de un mismo puerto pueden ser usados unos como entradas y otros como salidas.

Además, algunos pines E/S de los puertos son multiplexados a una función alternativa de características periféricas. En general, cuando una función de estas es habilitada, ese pin tal vez no pueda ser usado como un pin de propósito de E/S.

#### 1.4.1.5. Reloj principal <sup>14</sup>

Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema.

Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo.

Los microcontroladores admiten cuatro tipos de osciladores:

- **Oscilador RC:** oscilador de bajo costo formado por una resistencia y un condensador, cuyos valores determinan la frecuencia de oscilación. Proporciona una estabilidad mediocre.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

- **Oscilador HS:** basado en un cristal de cuarzo, alcanza una velocidad entre 4 y 12 Mhz.
- **Oscilador XT:** oscilador de cristal o resonador para frecuencias entre 100 Khz y 4 Mhz.
- **Oscilador LP:** oscilador de bajo consumo con cristal o resonador para frecuencias entre 35 y 200 Khz.

Aumentar la frecuencia de reloj supone disminuir el tiempo en que se ejecutan las instrucciones pero lleva aparejado un incremento del consumo de energía.

#### 1.4.2. RECURSOS ESPECIALES <sup>14</sup>

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de microcontrolador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el costo, el hardware y el software.

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o "Timers".
- Perro guardián o "Watchdog".
- Protección ante fallo de alimentación o "Brownout".
- Estado de reposo o de bajo consumo.
- Conversor A/D.
- Conversor D/A.
- Comparador analógico.
- Modulador de anchura de impulsos o PWM.
- Pórticos de E/S digitales.
- Pórticos de comunicación.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

#### **1.4.2.1. Temporizadores o "Timers" <sup>14</sup>**

Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).

Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso. Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de los pines del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.

#### **1.4.2.2. Perro guardián o "Watchdog" <sup>14</sup>**

El Perro guardián consiste en un temporizador que cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema. Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que refresque o inicialice al Perro guardián antes de que provoque el reset. Si falla el programa o se bloquea, no se refrescará al Perro guardián y al completar su temporización, "ladrará y ladrará" hasta provocar el reset.

#### **1.4.2.3. Protección ante fallo de alimentación o "Brownout" <sup>14</sup>**

Se trata de un circuito que resetea al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación ( $V_{DD}$ ) es inferior a un voltaje mínimo ("brownout"). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de brownout el dispositivo se mantiene reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

#### **1.4.2.4. Estado de reposo ó de bajo consumo <sup>14</sup>**

Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento.

Para ahorrar energía (factor clave en los aparatos portátiles) los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos.

En dicho estado se detiene el reloj principal y se "congelan" sus circuitos asociados, quedando el microcontrolador sumido en un profundo "sueño". Al activarse una interrupción ocasionada por el acontecimiento esperado, el microcontrolador se despierta y reanuda su trabajo.

#### **1.4.2.5. Conversor A/D (CAD) <sup>14</sup>**

Los microcontroladores que incorporan un conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde los pines del circuito integrado.

#### **1.4.2.6. Conversor D/A (CDA) <sup>14</sup>**

Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento de un dispositivo en su correspondiente señal analógica que se envía al exterior por uno de los pines de la cápsula.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

#### 1.4.2.7. Comparador analógico <sup>14</sup>

Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un amplificador operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por uno de los pines de la cápsula.

La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra. También hay modelos de microcontroladores con un módulo de tensión de referencia que proporciona diversas tensiones que se pueden aplicar en los comparadores.

#### 1.4.2.8. Modulador de anchura de impulsos o PWM <sup>14</sup>

Son circuitos que proporcionan en su salida pulsos de ancho variable, que se ofrecen al exterior a través de los pines del encapsulado.

#### 1.4.2.9. Puertos de comunicación <sup>14</sup>

Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos.

Algunos modelos disponen de recursos que permiten directamente esta tarea, entre los que destacan:

- **UART:** adaptador de comunicación serie asincrónica.
- **USART:** adaptador de comunicación serie sincrónica y asincrónica. Puerta paralela esclava para poder conectarse con los buses de otros microprocesadores.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)



- **USB (Universal Serial Bus):** moderno bus serie para los PC.
- **Bus I<sup>2</sup>C:** interfaz serie de dos hilos desarrollado por Philips.
- **CAN (Controller Area Network):** permite la adaptación con redes de conectado multiplexado, desarrollado conjuntamente por Bosch e Intel para el cableado de dispositivos en automóviles.

### 1.4.3. MICROCONTROLADOR 16F628 <sup>15</sup>

El microcontrolador 16F628 es fabricado por la empresa Microchip Technology INC, es uno de los microcontroladores más populares en la actualidad, soporta 1000 ciclos de escritura en su memoria FLASH, y 1 000 000 ciclos en su memoria EEPROM. Sus principales características se muestran en la *Tabla 1.1*.

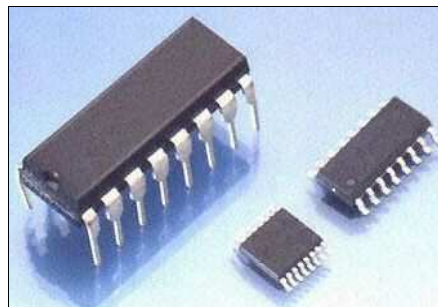
Característica	Descripción
Frecuencia de operación (Mhz)	20
Memoria de programa (palabras)	2048 de 14 bytes
Memoria de datos RAM (bytes)	224
Memoria de datos EEPROM (bytes)	128
Temporizadores	TMR0, TMR1, TMR2
Comparadores	2
Módulos de Captura/Comparación/PWM	1
Comunicación serial	USART
Voltaje interno de referencia	SI
Interrupciones	10
Puertos de E/S	16
Voltaje de alimentación (V)	3.0 – 5.5
Voltaje de grabación (V)	12 – 14
Corriente máxima (mA)	200
Conjunto de instrucciones	35

*Tabla. 1.1 Características del Microcontrolador 16F628 <sup>15</sup>*

<sup>15</sup> <http://web.mit.edu/6.115/www/datasheets/16f628.pdf>

### 1.4.3.1. Aspecto Externo <sup>15</sup>

El PIC16F628 está fabricado con una tecnología CMOS y encapsulado en plástico con 18 pines: dos de ellos soportan la tensión de alimentación, otros dos reciben la señal del oscilador externo y otro se utiliza para generar un reset y los 13 pines restantes funcionan como líneas de E/S. En la *Figura 1.29*, se presenta el aspecto externo del microcontrolador 16F628.



**Microcontrolador 16F628 <sup>16</sup>**

### 1.4.3.2. Organización de memoria <sup>15</sup>

Hay tres bloques de memoria en este PIC los cuales son: memoria de programa FLASH, memoria de Datos (RAM) y memoria EEPROM de datos.

**Memoria de programa:** el PIC16F628 tiene una memoria de programa tipo FLASH de 2K direcciones, cada una de ellas con 14 bits, abarcando un rango de direcciones de 0000H a la 07FFH (en total 2048 posiciones).

**Memoria de Datos (RAM):** la memoria de datos está dividida en 4 bancos los cuales contienen los registros de propósito general (GPR) y los registros de funciones especiales (SFR). Todos los bancos contienen registros especiales (SFR) en su parte superior y en la parte inferior están los registros de propósito general (GPR) los cuales son para el usuario.

---

<sup>15</sup> <http://web.mit.edu/6.115/www/datasheets/16f628.pdf>

<sup>16</sup> [www.electronic.it/product.asp?Id=124](http://www.electronic.it/product.asp?Id=124)

La conformación de los bancos de memoria se muestra en la *Figura 1.30*.

Bank 0		Bank 1		Bank 2		Bank 3	
Indirect addr.(*)	File Address	Indirect addr.(*)	File Address	Indirect addr.(*)	File Address	Indirect addr.(*)	File Address
TMR0	00h	OPTION	80h	TMR0	100h	OPTION	180h
PCL	01h	PCL	81h	PCL	101h	PCL	181h
STATUS	02h	STATUS	82h	STATUS	102h	STATUS	182h
FSR	03h	FSR	83h	FSR	103h	FSR	183h
PORTA	04h	TRISA	84h	PORTB	104h	TRISA	184h
PORTB	05h	TRISB	85h		105h	TRISB	185h
	06h		86h		106h		186h
	07h		87h		107h		187h
	08h		88h		108h		188h
	09h		89h		109h		189h
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch		10Ch		18Ch
	0Dh		8Dh		10Dh		18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh		10Eh		18Eh
TMR1H	0Fh		8Fh		10Fh		18Fh
T1CON	10h		90h				
TMR2	11h		91h				
T2CON	12h	PR2	92h				
	13h		93h				
	14h		94h				
CCPR1L	15h		95h				
CCPR1H	16h		96h				
CCP1CON	17h		97h				
RCSTA	18h	TXSTA	98h				
TXREG	19h	SPBRG	99h				
RCREG	1Ah	EEDATA	9Ah				
	1Bh	EEADR	9Bh				
	1Ch	EECON1	9Ch				
	1Dh	EECON2*	9Dh				
	1Eh		9Eh				
CMCON	1Fh	VRCON	9Fh		11Fh		
	20h	General Purpose Register 80 Bytes	A0h	General Purpose Register 48 Bytes	120h		
					14Fh		
					150h		
General Purpose Register 96 Bytes					16Fh		1EFh
					170h		1F0h
		accesses 70h-7Fh	EFh	accesses 70h-7Fh	17Fh		
			F0h				
			FFh				

**División de la memoria de datos del microcontrolador** <sup>15</sup>

### 1.4.3.3. Puertos de Entrada/Salida

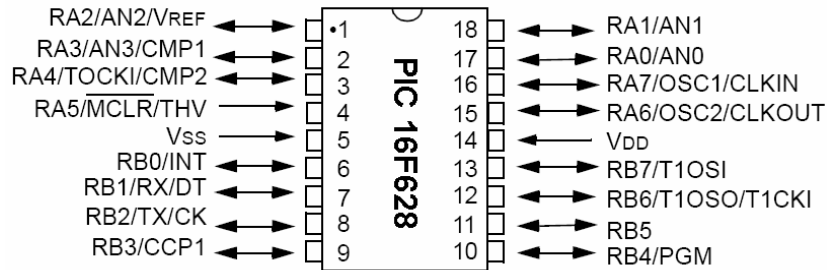
El PIC16F628 tiene 16 líneas para comunicarse con el medio externo.

Ocho líneas forman el pòrtico A: RA0... RA7.

Ocho líneas forman el pòrtico B: RB0... RB7.

<sup>15</sup> <http://web.mit.edu/6.115/www/datasheets/16f628.pdf>

En la *Figura 1.31*, se observa la distribución de pines del microcontrolador y a continuación se comenta muy brevemente la función de cada uno de ellos.



**Distribución de pines del microcontrolador 16F628**<sup>15</sup>

- **V<sub>DD</sub>**: tensión de alimentación positiva.
- **V<sub>SS</sub>**: tierra o negativo de la alimentación.
- **RA7/OSC1/CLKIN**: entrada del circuito oscilador externo que marca la frecuencia de trabajo.
- **RA6/OSC2/CLKOUT**: auxiliar del circuito oscilador.
- **RA5/MCLR**: reinicialización o *reset* del microcontrolador. Activa a nivel bajo. También sirve para introducir la tensión de grabación V<sub>PP</sub>.
- **RA0 – RA7**: líneas de E/S digitales del pòrtico A. RA4 también sirve para recibir una frecuencia externa para alimentar al temporizador TMR0.
- **RB0 – RB7**: líneas de E/S digitales del pòrtico B. RB0/INT también sirve como entrada a una petición de interrupción externa.

#### 1.4.3.4. El reloj<sup>14</sup>

Este es el parámetro fundamental a la hora de establecer la velocidad de ejecución de las instrucciones y el consumo de energía. El microcontrolador 16F628 posee un oscilador interno RC de 4Mhz, permite también utilizar un oscilador externo de hasta 12 Mhz.

<sup>15</sup> <http://web.mit.edu/6.115/www/datasheets/16f628.pdf>

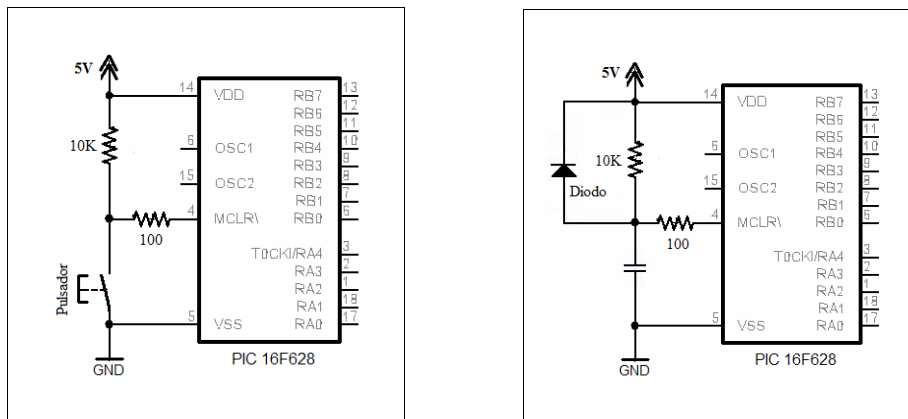
<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

### 1.4.3.5. Reinicialización o reset <sup>13</sup>

La entrada MCLR permite reiniciar el estado del microcontrolador, llevándose a cabo dos acciones importantes:

- Se carga un 0 en el contador de programa, de forma que después de un reset siempre se ejecuta la instrucción que está en la posición 0 de la memoria de programa.
- Los registros de estado y control toman un estado conocido y determinado.

La *Figura 1.32*, muestra dos circuitos usados para el reset



**Circuitos usados para RESET <sup>13</sup>**

### 1.4.3.6. Interrupciones <sup>14</sup>

Las interrupciones son desviaciones asincrónicas del flujo de control del programa originadas por diversos sucesos que no están bajo el control de las instrucciones del programa. Estos sucesos pueden ser internos o externos al sistema y en diseños industriales son un recurso muy importante para atender acontecimientos físicos en tiempo real.

<sup>13</sup> COSTALES, Alcívar, Apuntes de microcontroladores

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

Cuando se produce una interrupción se detiene la ejecución del programa en curso, se salva la dirección actual en la pila y se carga el PC con la dirección del Vector de Interrupción que es una dirección reservada de la memoria de código.

### **Causas de la interrupción**

Existen cuatro posibles causas de interrupción.

- Activación del pin RB0/INT.
- Desbordamiento del temporizador TMR0.
- Cambio de estado de una de las entradas RB4 - RB7 del pórtilo B.
- Finalización de la escritura en la EEPROM de datos.

#### **1.4.3.7. Puertos de comunicación <sup>14</sup>**

El microcontrolador permite realizar una comunicación serial sincrónica y asincrónica (USART), por medio de dos pines (Tx y Rx) del pórtilo B.

## **1.5. INTERFACES<sup>17</sup>**

En términos generales, una interfaz es el punto, el área, o la superficie a lo largo de la cual dos cosas de naturaleza distinta convergen.

Por extensión, se denomina interfaz a cualquier medio que permita la interconexión de dos procesos diferenciados con un único propósito común. En electrónica, telecomunicaciones y hardware, una interfaz (electrónica) es el puerto (circuito físico) a través del que se envían o reciben señales desde un sistema o subsistemas hacia otros.

---

<sup>14</sup> [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

<sup>17</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz>

No existe un interfaz universal, sino que existen diferentes estándares (Interfaz USB, interfaz SCSI, etc.) que establecen especificaciones técnicas concretas (características comunes), con lo que la interconexión sólo es posible utilizando el mismo interfaz en origen y destino.

En materia de hardware encontramos términos que se refieren a las interfaces: puerto, puerto de datos, bus, bus de datos, slot, slot de expansión. También, en materia de hardware, se considera interfaz al medio mediante el cual un disco duro se comunica con los demás componentes del ordenador, puede ser IDE, SCSI, USB o Firewire.

## **1.6. COMUNICACIÓN SERIAL<sup>18</sup>**

La comunicación serial es un protocolo muy común para la comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora. La mayoría de las computadoras incluyen dos puertos seriales RS-232. En la comunicación serial los bits se transmiten uno detrás de otro (de ahí el nombre), lo que hace que sean mucho más lentas que sus homólogas "paralelo" en las que se transmiten varios bits a la vez.

La ventaja es que puede utilizarse un solo par de hilos, o incluso uno solo (si el retorno se realiza por la tierra), además se puede extender la comunicación a mayores distancias. Por ejemplo, la especificación *IEEE 488* para la comunicación en paralelo determina que el largo del cable para el equipo no puede ser mayor a 20 metros, por otro lado, utilizando la comunicación serial el largo del cable puede llegar a los 1200 metros.

Típicamente, la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII. Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmisión, (3) Recepción.

---

<sup>18</sup><http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1#Serial>

## 1.6.1. MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS<sup>19</sup>

Los datos en serie se pueden transmitir entre dos puntos en cuatro modos distintos: simplex, half-duplex, full-duplex y full/full-duplex.

### 1.6.1.1. Simplex <sup>19</sup>

Se dice a la transmisión que puede ocurrir en un sólo sentido, sea solo para recibir o solo para transmitir. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez, un ejemplo claro es la radiodifusión, en donde la estación es el transmisor y los radios son los receptores.

### 1.6.1.2. Half-duplex <sup>19</sup>

Se refiere a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos pero no al mismo tiempo, en donde una ubicación puede ser un transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo, un ejemplo son los llamados radios walking talking, en donde un operador presiona el botón y habla, luego suelta el botón y el otro usuario presiona el botón para contestar.

### 1.6.1.3. Full-duplex <sup>19</sup>

Se dice a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos y al mismo tiempo, también se los conoce con el nombre de líneas simultáneas de doble sentido, una ubicación puede transmitir y recibir simultáneamente, siempre y cuando la estación a la que está transmitiendo también sea la estación de la cual está recibiendo un ejemplo es la telefonía móvil.

---

<sup>19</sup> Reyes Carlos, Aprenda rápidamente a programar microcontroladores, Págs. 119-129



#### **1.6.1.4. Full/full-duplex<sup>19</sup>**

Con este modo de transmisión es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre las dos ubicaciones, es decir una estación puede transmitir a la segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo. Esta transmisión se utiliza casi exclusivamente con circuitos de comunicación de datos.

#### **1.6.2. TRANSMISIÓN SINCRÓNICA<sup>20</sup>**

Los dispositivos que se comunican, se sincronizan en el momento inicial de la transmisión y constantemente se intercambian información a un ritmo predefinido. Con objeto de mantener la sincronización, cuando no existen datos que enviar se transmite caracteres sin valor ("idle characters"). Esta transmisión es más rápida que la asincrónica porque no es necesario transmitir señales de inicio o fin de dato, constantemente se recibe caracteres que pueden ser de datos o sin valor (de relleno).

#### **1.6.3. TRANSMISIÓN ASINCRÓNICA<sup>20</sup>**

En este modo de transmisión no existe sincronización, no es necesario enviar caracteres de relleno, pero hay que indicar cuando empieza un dato y cuando termina. Esto se hace incluyendo en la transmisión señales de inicio y fin de dato (bits de "start" y "stop").

En la comunicación asincrónica, la información (cada carácter) es enviada en el interior de un cuadro ("Frame") de tamaño variable, que comienza con la mencionada señal de inicio y termina con la de final, es el tipo de comunicación utilizada en los puertos serie del PC.

---

<sup>19</sup> Reyes Carlos, Aprenda rápidamente a programar microcontroladores, Págs. 119-129

<sup>20</sup> [http://www.zator.com/Hardware/H2\\_5\\_1.htm#TOP](http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm#TOP)

En este tipo de comunicación, el estado de reposo (cuando no se transmite nada) se identifica con un "1" (marca). Cuando se recibe un bit de inicio, que es un "0" (espacio), el receptor toma nota que va a comenzar a recibir un dato.

Las características de la comunicación serial asincrónica son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada y la paridad. Para que dos puertos se puedan comunicar, es necesario que las características sean iguales. Por ejemplo: 1200 8 N 1 para indicar una transmisión de 1200 baudios con 8 bits de datos sin paridad y un bit de parada.

#### **1.6.3.1. Velocidad de transmisión (baud rate) <sup>18</sup>**

Indica el número de bits por segundo que se transfieren y se mide en baudios (bauds). Por ejemplo: 300 baudios representan 300 bits por segundo. Cuando se hace referencia a los ciclos de reloj se está hablando de la velocidad de transmisión.

Por ejemplo, si el protocolo hace una llamada a 4800 ciclos de reloj, entonces el reloj está corriendo a 4800 Hz, lo que significa que el puerto serial está muestreando las líneas de transmisión a 4800 Hz.

Las velocidades de transmisión más comunes para las líneas telefónicas son de 14400, 28800 y 33600. Es posible tener velocidades más altas, pero se reduciría la distancia máxima posible entre los dispositivos. Las altas velocidades se utilizan cuando los dispositivos se encuentran uno junto al otro.

#### **1.6.3.2. Bits de datos <sup>18</sup>**

Se refiere a la cantidad de bits en la transmisión. Cuando la computadora envía un paquete de información, el tamaño de ese paquete no necesariamente será de

---

<sup>18</sup> <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1#Serial>

8 bits. Las cantidades más comunes de bits por paquete son 5, 7 y 8 bits. El número de bits que se envía depende en el tipo de información que se transfiere. Por ejemplo: el estándar ASCII tiene un rango de 0 a 127, es decir, utiliza 7 bits, para ASCII extendido es de 0 a 255, lo que utiliza 8 bits. Si el tipo de datos que se está transfiriendo es texto simple (ASCII estándar), entonces es suficiente con utilizar 7 bits por paquete para la comunicación.

Un paquete se refiere a una transferencia de byte, incluyendo los bits de inicio/parada, bits de datos y paridad. Debido a que el número actual de bits depende en el protocolo que se seleccione, el término paquete se usa para referirse a todos los casos.

#### **1.6.3.3. Bits de parada**<sup>18</sup>

Usado para indicar el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores típicos son 1 o 2 bits. Debido a la manera como se transfiere la información a través de las líneas de comunicación y que cada dispositivo tiene su propio reloj, es posible que los dos dispositivos no estén sincronizados. Por lo tanto, los bits de parada no sólo indican el fin de la transmisión sino además dan un margen de tolerancia para esa diferencia de los relojes. Mientras más bits de parada se usen, mayor será la tolerancia a la sincronía de los relojes, sin embargo la transmisión será más lenta.

#### **1.6.3.4. Paridad**<sup>18</sup>

Es una forma sencilla de verificar si hay errores en la transmisión serial. Existen cuatro tipos de paridad: par, impar, marcada y espaciada. La opción de no usar paridad alguna, también está disponible. Para paridad par e impar, el puerto serial fijará el bit de paridad (el último bit después de los bits de datos) a un valor para

---

<sup>18</sup> <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1#Serial>

asegurarse que la transmisión tenga un número par o impar de bits en estado alto lógico.

Por ejemplo: si la información a transmitir es 011 y la paridad es par, el bit de paridad sería 0 para mantener el número de bits en estado alto lógico como par. Si la paridad seleccionada fuera impar, entonces el bit de paridad sería 1, para tener 3 bits en estado alto lógico.

La paridad marcada y espaciada en realidad no verifican el estado de los bits de datos, simplemente fija el bit de paridad en estado lógico alto para la marcada y en estado lógico bajo para la espaciada. Esto permite al dispositivo receptor conocer de antemano el estado de un bit, lo que serviría para determinar si hay ruido que esté afectando de manera negativa la transmisión de los datos, o si los relojes de los dispositivos no están sincronizados.

## **1.7. CONTAMINACIÓN ACÚSTICA<sup>21</sup>**

Se llama contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del medio ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no es controlada.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.

Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y

---

<sup>21</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%A1stica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica)

obras públicas, la industria, los servicios de limpieza y recogida de basuras, sirenas y alarmas, así como las actividades lúdicas y recreativas, entre otras.

Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada. El ruido se mide en decibelios (dB); los equipos de medida más utilizados son los sonómetros. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable.

### 1.7.1. NIVELES DE RUIDO <sup>21</sup>

Para medir el impacto del ruido ambiental (contaminación acústica) se utilizan varios indicadores que están en continuo desarrollo, a partir de  $L_p$ :

- $L_p$  "Nivel de presión sonora"
- $Leq, T$  "Nivel de presión sonora continuo equivalente"
- **SEL** Sound Exposure Level o Nivel de Exposición de Sonido.
- **L<sub>Amax</sub>**
- **L<sub>Keq, T</sub>** "Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A corregido"
- **LDN**

#### 1.7.1.1. $L_p$ <sup>21</sup>

Nivel de presión sonora se define como 20 veces la relación logarítmica de la presión sonora eficaz respecto a una presión de referencia  $p_0$ , de valor  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>, obtenida mediante una ponderación normalizada de frecuencias y una ponderación exponencial normalizada de tiempos.

---

<sup>21</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%A1stica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica)

Si no se mencionan explícitamente, debe sobreentenderse que se trata de la ponderación temporal FAST y de la ponderación de frecuencias A, adoptando la siguiente nomenclatura LpA

#### **1.7.1.2. Leq, T**<sup>21</sup>

El nivel de presión sonora continuo equivalente (dB), se define como el nivel de presión sonora que tendría un sonido hipotético en régimen permanente, con igual energía que el sonido fluctuante que se trata de medir, en un punto determinado y durante un mismo periodo de tiempo

Representa la media energética del nivel de ruido promediado en el intervalo de tiempo de medida. Si la medida se ha obtenido mediante una red de ponderación A, se identifica por LAeq, T

#### **1.7.1.3. SEL o Nivel de exposición de sonido**<sup>21</sup>

El SEL es el nivel LEQ de un ruido de 1 segundo de duración. El SEL se utiliza para medir el número de ocasiones en que se superan los niveles de ruido tolerado en sitios específicos: barrios residenciales, hospitales, escuelas, etc.

#### **1.7.1.4. LAmax**<sup>21</sup>

Es el más alto nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de 1 segundo (LAeq,1) registrado en el periodo temporal de evaluación.

---

<sup>21</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%A1stica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica)

#### **1.7.1.5. LK<sub>eq, T</sub>**<sup>21</sup>

Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido por el tipo de fuente de ruido (tráfico o industrial), por el carácter del ruido (impulsivo, tonal) y por el periodo de tiempo considerado (nocturno, vespertino, fin de semana).  $LK_{eq, T} = LA_{eq, T} + K_j$

#### **1.7.1.6. LDN o Nivel equivalente Día-Noche**<sup>21</sup>

El LDN mide el nivel de ruido Leq que se produce en 24 horas. Al calcular el ruido nocturno, como no debe haber, se penaliza con 10 dBA a los ruidos que se producen entre las 10 de la noche y las 7 de la mañana.

### **1.7.2. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD**<sup>22</sup>

El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nerviosos central y autónomo. Cuando el estímulo sobrepasa determinados límites, se produce sordera y efectos patológicos en ambos sistemas, tanto instantáneos como diferidos. A niveles mucho menores, el ruido produce malestar y dificulta o impide la atención, la comunicación, la concentración, el descanso y el sueño.

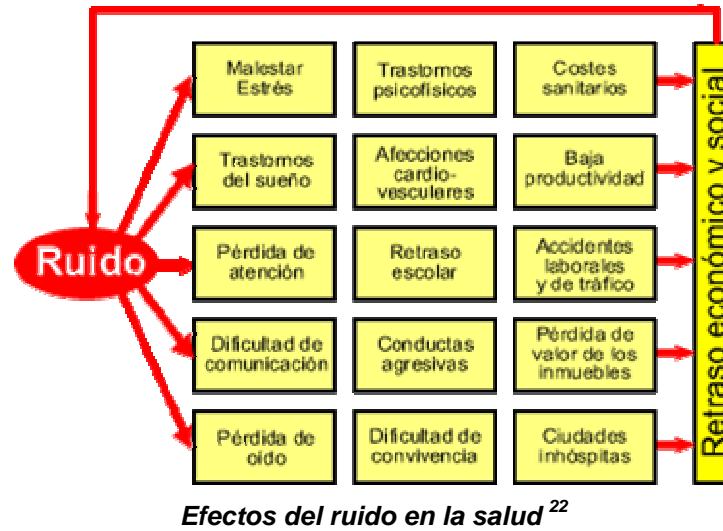
La reiteración de estas situaciones puede ocasionar estados crónicos de nerviosismo y estrés lo que, a su vez, lleva a trastornos psicofísicos, enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema inmunitario.

La disminución del rendimiento escolar o profesional, los accidentes laborales o de tráfico, ciertas conductas antisociales, la tendencia al abandono de las ciudades, la pérdida de valor de los inmuebles, etcétera son algunas de las consecuencias.

---

<sup>21</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%BAstica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%BAstica)

<sup>22</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)



### 1.7.2.1. Malestar<sup>22</sup>

Este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas.

La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia. Todo ello contrasta con la definición de "salud" dada por la Organización Mundial de la Salud: "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad".

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivables (ruidos "chirriantes", "estridentes", etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente del ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos.

<sup>22</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)



Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50 decibelios, y fuerte a partir de los 55. En el periodo vespertino, en estado de vigilia, estas cifras disminuyen en 5 ó 10 decibelios.

### **1.7.2.2. Interferencia con la comunicación<sup>22</sup>**

El nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dBA. Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80. Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15 dBA al ruido de fondo.

Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40 decibelios provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 decibelios de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto está intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado.

### **1.7.2.3. Pérdida de atención, concentración y rendimiento<sup>22</sup>**

Es evidente que cuando la realización de una tarea necesita la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.

---

<sup>22</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)

En ambos casos se afectará la realización de la tarea, apareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma. Algunos accidentes, tanto laborales como de circulación, pueden ser debidos a este efecto.

En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura.

#### **1.7.2.4. Trastornos del sueño <sup>22</sup>**

El ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios:

1. Mediante la dificultad o imposibilidad de dormirse.
2. Causando interrupciones del sueño que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del suceso ruidoso sino también de la diferencia entre esta y el nivel previo de ruido estable. A partir de 45 dBA la probabilidad de despertar es grande.
3. Disminuyendo la calidad del sueño, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas, tanto las de sueño paradójico (los sueños) como las no-paradójicas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardiaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la

---

<sup>22</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)

situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.

Con frecuencia se intenta evitar o, al menos paliar, estas situaciones mediante la ingestión de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos o cerrando las ventanas para dormir. Las dos primeras son prácticas, evidentemente, poco saludables por no ser naturales y poder acarrear dependencias y molestias adicionales. La tercera hace también perder calidad al sueño por desarrollarse éste en un ambiente mal ventilado y/o con una temperatura demasiado elevada.

#### **1.7.2.5. Daños al oído<sup>22</sup>**

El efecto descrito en este apartado (pérdida de capacidad auditiva) no depende de la cualidad más o menos agradable que se atribuya al sonido percibido ni de que éste sea deseado o no. Se trata de un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto naturalmente a variaciones individuales.

1. En la sordera transitoria o fatiga auditiva no hay aún lesión. La recuperación es normalmente casi completa al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 decibelios en vigilia o de 30 durante el sueño).
2. La sordera permanente está producida, bien por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75 dBA, bien por sonidos de corta duración de más de 110 dBA, o bien por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación. Hay lesión del oído interno (células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters).

---

<sup>22</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)

Se produce inicialmente en frecuencias no conversacionales, por lo que el sujeto no la suele advertir hasta que es demasiado tarde, salvo casos excepcionales de autoobservación. Puede ir acompañada de zumbidos de oído (acúfenos) y de trastornos del equilibrio (vértigos).

#### 1.7.2.6. El estrés, sus manifestaciones y consecuencias<sup>22</sup>

Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descritas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) suelen desarrollar algunos de los síndromes siguientes:

- **Cansancio** crónico
- **Tendencia al insomnio**, con el consiguiente agravación de la situación.
- **Enfermedades cardiovasculares**: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, etc. Se han mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65 decibelios en periodo diurno.
- **Trastornos del sistema inmune** responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores.
- **Trastornos psicofísicos** tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas, y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.

---

<sup>22</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)

- **Cambios conductuales**, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

### **1.7.3. GRUPOS ESPECIALMENTE VULNERABLES**<sup>22</sup>

Ciertos grupos son especialmente sensibles al ruido. Entre ellos se encuentran los niños, los ancianos, los enfermos, las personas con dificultades auditivas o de visión y los fetos. Estos grupos tienden, por razones de comodidad, a estar subrepresentados en las muestras de las investigaciones en las que se basa la normativa sobre ruidos por lo que muchas veces se minusvaloran sus necesidades de protección.

### **1.7.4. NORMATIVA SOBRE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**<sup>21</sup>

Hace varios años en las normativas de protección del medio ambiente no se consideraba el contaminante ruido, pero pese a que la industrialización y en sí ciudades y países han ido creciendo y evolucionando, en todos los países del mundo se han elaborado normas y estatutos que se encargan de la protección del medio ambiente contra el exceso de ruido.

Los esfuerzos más serios de las comunidades internacionales se traducen en la profundización de los estudios sobre causas y origen (fuentes), deterioro y políticas de prevención y control de la contaminación sonora.

En Ecuador no se ha determinado normativa específica a la contaminación sonora. En algunos decretos generales de protección del ambiente se han hecho alusiones pequeñas a este tipo de contaminación. En la ciudad de Quito se emitió la ordenanza metropolitana 146 el 9 de agosto de 2005 denominada "La

---

<sup>21</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%A1stica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica)

ordenanza para la prevención y control de la contaminación por ruido, sustitutiva del capítulo II para el control del ruido."

En la Tabla 1.2 se muestra los valores límites en decibelios en algunas situaciones de la vida cotidiana, así como sus consecuencias para la salud.

### **Notas**

<sup>1</sup>: Tan débil como se pueda.

<sup>2</sup>: Presión sonora pico (no LA<sub>max</sub>, fast), medida a 100 mm del oído.

<sup>3</sup>: Las zonas tranquilas exteriores deben preservarse y minimizar en ellas la razón de ruido perturbador a sonido natural de fondo.

<sup>4</sup>: Bajo los cascos, adaptada a campo libre.

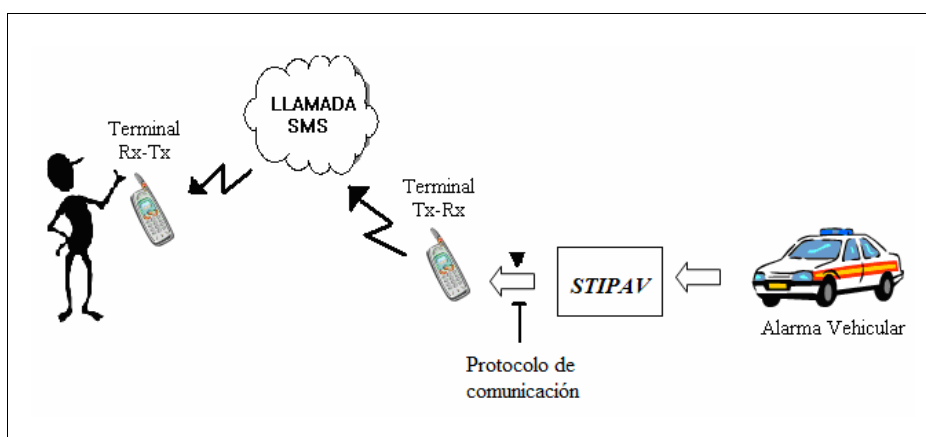
		Valores límite recomendados		
Recinto	Efectos en la salud	LAeq (dB)	Tiempo (horas)	LAmx, fast (dB)
Exterior habitable	Malestar fuerte, día y anochecer	55	16	-
	Malestar moderado, día y anochecer	50	16	-
Interior de viviendas Dormitorios	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer	35	16	
	Perturbación del sueño, noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior)	45	8	60
Aulas de escolar y preescolar, interior	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje	35	Durante la clase	-
Dormitorios de preescolar, interior	Perturbación del sueño	30	Horas de descanso	45
Escolar, terrenos de juego	Malestar (fuentes externas)	55	Durante el juego	-
Salas de hospitales, interior	Perturbación del sueño, noche	30	8	40
	Perturbación del sueño, día y anochecer	30	16	-
Salas de tratamiento en hospitales, interior	Interferencia con descanso y restablecimiento	<sup>1</sup>		
Zonas industriales, comerciales y de tráfico, interior y exterior	Daños al oído	70	24	110
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Daños al oído (asistentes habituales: < 5 veces/año)	100	4	110
Altavoces, interior y exterior	Daños al oído	85	1	110
Música a través de cascos y auriculares	Daños al oído (valores en campo libre)	85 <sup>4</sup>	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego	Daños al oído (adultos)	-	-	140 <sup>2</sup>
	Daños al oído (niños)	-	-	120 <sup>2</sup>
Exteriores en parques y áreas protegidas	Perturbación de la tranquilidad	<sup>3</sup>		

**Tabla. 1.2 Valores recomendados por la OMS<sup>23</sup>**

<sup>23</sup> [http://www.ruidos.org/Referencias/Guia\\_OMS.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Guia_OMS.html)

## CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN PARA ALARMAS DE VEHÍCULOS

La *Figura 2.1*, muestra los dispositivos acoplados con el sistema de transmisión de información y a continuación de este se describe cada uno de ellos.



*Esquema general de los componentes acoplados al STIPAV<sup>24</sup>*

### 2.1. ALARMA VEHICULAR

El STIPAV puede ser instalado en cualquier sistema de alarma vehicular convencional, agregando conexiones que permitan acceder a la fuente de alimentación, a la sirena y a la bomba de gasolina.

### 2.2. TERMINAL DE TRANSMISIÓN (Tx) – RECEPCIÓN (Rx)

El Terminal Tx-Rx necesariamente debe ser un teléfono celular activado en una de las operadoras celulares. Como este teléfono será conectado al interfaz llamado STIPAV debe cumplir con ciertas especificaciones que se detalla más adelante.

<sup>24</sup> Autoras del proyecto



La función del teléfono es de interactuar con el microcontrolador mediante un protocolo de comunicaciones, de enviar datos siendo estos una llamada telefónica o el envío de un SMS dando a conocer lo que sucede con el automóvil. Por ende el celular debe tener saldo disponible para el uso de estos servicios.

### **2.2.1. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL TERMINAL (Tx-Rx)**

Hoy en día en el país hay una gran difusión de los teléfonos celulares, sin embargo elegir y adquirir uno de ellos para que se acople a las necesidades del proyecto fue complicado, ya que este debe cumplir con ciertos requisitos tecnológicos que se detalla a continuación.

#### **2.2.1.1. Tecnología GSM**

La característica más importante que debe cumplir el teléfono es que debe ser de tecnología GSM, ya que estos modelos de teléfonos celulares permiten una comunicación de datos bastante simple como es el protocolo de comunicación mediante "Comandos AT".

#### **2.2.1.2. Capacidad de Recibir y Enviar Mensajes**

Todos los teléfonos celulares tienen el servicio que posibilita el envío y recepción de mensajes de texto (SMS), este servicio tiene un costo de acuerdo a lo estipulado dentro de las políticas de cada empresa.

#### **2.2.1.3. Puerto de Comunicación de Datos**

El teléfono debe tener un puerto de comunicación de datos, por medio del cual se pueda establecer una comunicación bidireccional. Por ende es importante conocer la distribución de pines del puerto.

#### **2.2.1.4. Protocolo de Comunicación**

El protocolo de comunicación mediante “Comandos AT” son utilizados por MODEMs GSM de distintas marcas y en ciertos teléfonos celulares como en los teléfonos Sony Ericsson, Siemens y algunos modelos de Nokia.

Los “Comandos AT” son protocolos estandarizados, pero tienen variaciones entre marcas de teléfonos. Por tanto, es importante conocer que tipo de comandos AT soporta el teléfono celular que se elegirá para el terminal Tx – Rx.

Los modelos más difundidos en el mercado son los teléfonos Nokia, pero no todos cumplen con la comunicación de datos y los que cumplen presentan otra dificultad al no conocer la distribución de pines del puerto de comunicaciones que poseen los teléfonos, ya que este tipo de información es restringida al usuario.

Otra opción fue la marca Sony Ericsson de la que se logró obtener la distribución de pines del puerto de comunicaciones. . Por normas de comercialización de la empresa Sony Ericsson este puerto ha sido estandarizado para los siguientes modelos de teléfonos como: SE K700, K700i, S700, S700i, F500, F500i, K500, K500i, T610, T616, T630, Z600, P900, P908, T226, T226s, T230,T237, T238, T290,T200, T202, T310, T312, T316, T300, T302, T306, P800, P802, T39m, T39mc, R520, R520m, R520mc, T65s, T66, T62u, T68i, T68m, T68mc, T68ie, z1010, T100, T102, T105, T106, T66, T600, R600, R600s, R600sc, A3618, T610, T628, T616, T616, T630, Z200, Z600, Z608.

De todos estos modelos de teléfonos celular se eligió el Sony Ericsson T290a que cumple con los requerimientos para el desarrollo del Sistema de Transmisión de Información Para Alarmas de Vehículos, además de ser uno de los más económicos del mercado.

### 2.2.2. TELÉFONO CELULAR SONY ERICSSON T290a<sup>25</sup>

El modelo Sony Ericsson T290a es un teléfono celular que en el país se encuentra disponible en las compañías de PORTA Y MOVISTAR. Es un equipo básico con extremada facilidad de uso y con atractivas prestaciones. Posee una agenda con más de 200 contactos, permite enviar y recibir e-mail a través de acceso móvil a Internet, mensajes SMS, mensajes multimedia a color, música en tiempo real con 32 tonos polifónicos.

Cuenta con una pantalla de 4.000 colores, un altavoz externo para conferencias de uso privado o profesional y menús intuitivos para completa y superior interacción con el mismo. En la *Figura 2.2*, se muestra el teléfono Sony Ericsson T290a.



*Sony Ericsson T290a*<sup>25</sup>

#### 2.2.2.1. Menú del teléfono<sup>26</sup>

**Agenda:** existen dos ubicaciones utilizadas para almacenar la información de contactos (nombres, números telefónicos, direcciones de correo electrónico, etc.): la tarjeta SIM y la agenda interna del teléfono. La información en la tarjeta SIM es portátil ya que se puede cambiar fácilmente la tarjeta desde un teléfono a otro. La

---

<sup>25</sup> [www.sonyericsson.com](http://www.sonyericsson.com)

<sup>26</sup> Manual Sony Ericsson

información de contactos se puede copiar desde la agenda interna a la tarjeta SIM y viceversa. Existen otras funciones, como asignar timbres personales e imágenes a la agenda que solo se pueden utilizar para contactos almacenados en la agenda interna del teléfono. Tiene espacio para guardar hasta 200 contactos en su agenda interna.

**Mensajes:** el teléfono permite varios servicios de envío de mensajes: mensajes de texto, chat, mensajes con imágenes y correos electrónicos.

- **Mensajes de texto:** los mensajes de texto se envían vía SMS (Servicio de mensajes cortos). Se pueden enviar a una persona o a un grupo de destinatarios, por ejemplo, que haya guardado en la agenda. Se puede agregar imágenes, animaciones, melodías y efectos de sonido en un mensaje de texto y formatear el texto utilizando EMS (Servicio mejorado de mensajes).
- **Mensajes con imágenes:** los mensajes con imágenes se pueden enviar a un teléfono móvil o a una cuenta de correo electrónico vía MMS (Servicio de mensajes de multimedia), un mensaje con imágenes puede contener texto, imágenes, animaciones, melodías y sonidos. También se puede enviar contactos y entradas de compromisos como datos adjuntos.
- **Correos electrónicos:** se puede utilizar el teléfono para enviar y recibir correos electrónicos vía Internet, igual que desde una PC. El teléfono admite servicio de correo electrónico que utiliza protocolos POP3, IMAP4 y SMTP.

**Llamadas:** el teléfono guarda una lista de las llamadas entrantes y salientes, incluso de las llamadas que no se concretaron. Las llamadas más recientes aparecen primero, las llamadas más antiguas se borran a medida que se agregan otras nuevas.

**Imágenes:** el teléfono viene con varias imágenes. Se puede:

- Definir una imagen de fondo en el modo de espera.
- Asignar una imagen a un contacto de la agenda. Cuando llama esa persona, aparece la imagen en la pantalla.
- Incluir una imagen en un mensaje de texto.

- Enviar una imagen vía mensajes con imágenes o correo electrónico.

**Timbres y melodías:** el teléfono tiene una serie de melodías estándar y polifónicas que se pueden utilizar como timbres. Se puede crear y editar melodías estándar y enviarlas en un mensaje de texto o con imagen. También puede descargar melodías polifónicas y estándar vía WAP (Protocolo de aplicaciones inalámbricas).

**Internet:** el teléfono tiene un navegador WAP y un servicio de correo electrónico diseñados para entregar un Internet modificado en el teléfono móvil. Existe una amplia gama de servicios, como noticias, entretenimiento, horarios, reservaciones, información bancaria, comercio electrónico y correo electrónico.

#### **Conectividad:**

- **GPRS:** servicio general de paquetes de radio, permite un acceso rápido y eficiente a sitios donde se pueda estar siempre en línea.
- **Sincronización con PC:** tecnología que permite manejar el contenido del teléfono con el PC.
- **Soporte USB:** una función que permite conectar el teléfono a la computadora con un cable USB.

#### **Organizador:**

- **Calendario:** se puede utilizar el calendario para mantener un registro de las reuniones importantes o a las que se debe asistir, las llamadas telefónicas que se debe realizar o las tareas que se debe finalizar.
- **Alarma:** la alarma se puede fijar para que suene a una hora específica en un plazo de 24 horas o de manera recurrente, a una hora específica durante varios días. Se puede definir ambas alarmas a la vez. Aunque se haya ajustado el teléfono para que quede en silencio, sonarán los timbres de la alarma y las señales del temporizador. La alarma también suena cuando el teléfono está apagado.
- **Calculadora:** el teléfono tiene una calculadora incorporada para sumar, restar, multiplicar, dividir y calcular porcentajes.

- **Temporizador:** el teléfono tiene incorporado un temporizador de 24 horas, establece un plazo, la alarma suena después de la cuenta regresiva.
- **Cronómetro:** una función para medir el tiempo.
- **Grabadora de voz:** con la función de grabadora de voz se puede grabar sus propios memos o timbres. El teléfono móvil guarda las grabaciones, por lo que se puede acceder a ellas incluso si cambia la tarjeta SIM.

**Juegos:** el teléfono tiene juegos incorporados, también estos pueden ser descargados del Internet.

#### 2.2.2.2. Descripción interna del teléfono celular

El teléfono celular es uno de los aparatos más complejos, pueden realizar millones de cálculos por segundo en el orden de comprimir y descomprimir numerosas señales de voz, así convierten la voz en códigos digitales binarios y luego la comprimen.

De esta forma, cada llamada telefónica ocupa de 3 a 10 veces menos espacio que una llamada analógica, además permite una mejor y mayor manipulación de la misma para así, procesarlos, transportarlos y almacenarlos en espacios adecuados.

Si se toma un teléfono celular se puede observar que contiene las siguientes partes *Figura 2.3*.



**Partes del teléfono**<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Autoras del proyecto

- Un altavoz y un micrófono que logran captar y reproducir sonidos.
- Una pantalla de cristal líquido (LCD) que muestra toda la información visualmente.
- Un teclado a través del cual el usuario ingresa los datos.
- Una antena transceptora de las señales emitidas por las estaciones y antenas.
- Una batería que almacena la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento.
- Una placa de dispositivos electrónicos similar a una placa madre de una computadora.
- Chips de memoria solo de lectura ROM y el chip de la memoria volátil que manejan el sistema operativo y los rasgos personales de cada teléfono celular como por ejemplo la capacidad de almacenamiento de la guía del teléfono. En la *Figura 2.5*, se observa el chip de memoria.
- Un microprocesador llamado DSP (*Digital Signal Processor*). 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 velocidad en el orden de 40 MIPS (Millones de Instrucciones Por Segundo).



***Elementos internos del teléfono***<sup>24</sup>

El microprocesador es el cerebro del sistema que realiza todas las tareas de compresión, descompresión, procesa todas las tareas del teclado, gestiona los comandos, controla las señales, envía la información a la pantalla, además de coordinar otras funciones.

---

<sup>24</sup> Autoras del proyecto



**Chip de memoria**<sup>24</sup>

### 2.2.2.3. Batería

El teléfono utiliza una batería recargable de tecnología Li-Ion (Iones de Litio) de 3.6V. Se muestra en la *Figura 2.6*, el aspecto externo de una batería usada para celulares.

El rendimiento de la batería depende de la red, la intensidad de la señal, la temperatura, las funciones y los accesorios que utilice.



**Batería**<sup>25</sup>

### Ventajas<sup>27</sup>

- Una elevada densidad de energía. Acumulan mayor carga por unidad de volumen.

---

<sup>25</sup> [www.sonyericsson.com](http://www.sonyericsson.com)

<sup>27</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa\\_de\\_iones\\_de\\_litio](http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_iones_de_litio)



- Poco peso y espesor. Se presentan en placas rectangulares, con menos de 5 mm de espesor. Esto las hace especialmente interesantes para integrarlas en dispositivos portátiles.
- Alto voltaje por célula. Cada batería proporciona 3,6 voltios, lo mismo que tres baterías de Ni-Cd (1,2 V cada una).
- Carecen de efecto memoria.
- Descarga lineal. Durante toda la descarga, el voltaje de la batería apenas varía, lo que evita la necesidad de circuitos reguladores.
- Baja tasa de autodescarga. Cuando se guarda una batería, esta se descarga progresivamente aunque no se la use. En el caso de las baterías de Ni-MH, esta "autodescarga" puede suponer un 20% mensual. En el caso de Li-Ion es de solo un 6% ( $\pm 0,2\%$  diario).

### **Inconvenientes** <sup>27</sup>

A pesar de todas sus ventajas, esta tecnología no es el sistema perfecto para almacenaje de energía, pues tiene varios defectos. Estos son:

- Independientemente de su uso, sólo tienen una vida útil de 3 años.
- Soportan un número limitado de cargas: entre 300 y 600 menos que una batería de Ni-Cd o Ni-MH.
- Son de precio elevado.
- Están fabricadas con materiales inflamables que las hace propensas a explosiones o incendios, por lo que es necesario dotarlas de circuitos electrónicos que controlen en todo momento la batería.
- Ofrecen un rendimiento muy inferior a las baterías de Ni-Cd o Ni-MH en bajas temperaturas, reduciendo su duración hasta un 25%.

---

<sup>27</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa\\_de\\_iones\\_de\\_litio](http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_iones_de_litio)

## Cuidado de la batería <sup>27</sup>

Estas baterías no tienen efecto memoria y por ello no hace falta descargarlas por completo. De hecho no es bueno, dado que puede acortar mucho su vida útil. Sin embargo y a pesar de no requerir de un mantenimiento especial, al igual que las otras baterías, necesitan ciertos cuidados:

- Es recomendable que esté en un sitio fresco (15 °C) y evitar el calor.
- Cuando se vayan a almacenar mucho tiempo, se recomienda dejarlas con carga intermedia.
- La primera carga no es decisiva en cuanto a su duración.
- Es preciso cargarlas con un cargador específico para esta tecnología. Usar un cargador inadecuado dañaría la batería y puede provocar un incendio.

Hay que tener en cuenta que existen en el mercado muchas combinaciones de Litio, lo que esto puede llevar a muchas características diferentes.

### 2.2.2.4. Puerto de comunicaciones

El teléfono Sony Ericsson T290a incluye un puerto de comunicación de datos que se halla localizado en la parte inferior del mismo. Soporta el cable serial de datos en su puerto de comunicación.

Como se muestra en la *Figura 2.7*, el conector está compuesto de 11 pines, cada uno de ellos tiene una función específica, por lo que es importante definir cuales son los pines de transmisión, recepción,  $V_{CC}$  y GND para interactuar con el teléfono.

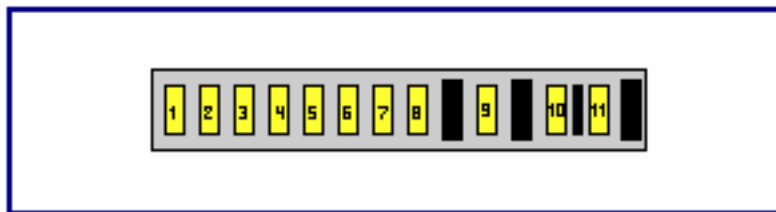
Se debe tener en cuenta que el uso indebido de cualquiera de estos pines podría causar graves problemas en el teléfono.

---

<sup>27</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa\\_de\\_iones\\_de\\_litio](http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_iones_de_litio)

## Pines del puerto de Comunicaciones<sup>28</sup>

El puerto de comunicaciones está compuesto de 11 pines, empezando de izquierda a derecha se describe la función asignada a cada uno de ellos para el control interno del teléfono. En la *Figura 2.7*, se observa como está organizado el puerto de comunicaciones.



*Diagrama de la distribución de pines del puerto de comunicación*<sup>28</sup>

- **Los pines número uno y dos (ATMS y AFMS/RTS):** sirven para la entrada y salida de audio respectivamente.
- **El pin número tres (CTS/ONREQ):** indica el estado de encendido/apagado del teléfono.
- **Los pines número cuatro y cinco:** sirven para la recepción y transmisión de datos.
- **Los pines número seis y siete (ACC in y ACC out):** sirven para control de accesorios (recepción y transmisión) como por ejemplo los Manos Libres.
- **Los pines ocho y diez (AGND y DGND):** son tierras comunes que son utilizadas para señales de audio y digitales respectivamente.
- **Los pines nueve y once (Flash y Vcc):** sirven para voltajes de polarización. Para la memoria flash y para la recarga de la batería respectivamente.

De todos los pines mencionados la atención se dirige a cuatro de ellos que serán utilizados para la comunicación con el teléfono y para cargar la batería. Estos pines son: cuatro (Rx), cinco (Tx), diez (GND) y once (V<sub>CC</sub>). En la tabla 2.2, se encuentra un resumen de cada pin y su función específica.

<sup>28</sup> [http://pinouts.ru/CellularPhones-A-N/erics\\_t28\\_pinout.shtml](http://pinouts.ru/CellularPhones-A-N/erics_t28_pinout.shtml)

Pin	Nombre	Dirección	Descripción
1	ATMS	In	Entrada de audio
2	AFMS/RTS	Out	Salida de audio
3	CTS/ONREQ		CTS/ respuesta de encendido del teléfono
4	Data in	In	Rx Recepción de datos
5	Data out	Out	Tx Transmisión de datos
6	ACC in	In	Accesorio de control hacia el teléfono
7	ACC out	Out	Accesorio de control desde el teléfono
8	AGND		GND para señal de audio
9	Flash		Voltaje para memoria Flash
10	DGND		GND digital
11	VCC		DC para recarga de batería

**Tabla 2.1 Distribución de pines Teléfono Sony Ericsson <sup>28</sup>**

Los datos son enviados en forma serial asincrónica y debe existir un parámetro de configuración para que se pueda establecer la transmisión de datos.

Para los teléfonos Sony Ericsson la transferencia de datos se genera con los siguientes parámetros de configuración: Velocidad de transmisión 9600 Baudios, bits de parada "1", Bits de paridad "Ninguno".

### **2.3. EL TERMINAL DE RECEPCIÓN (Rx) -TRANSMISIÓN (Tx)**

El Terminal Rx-Tx no es más que un teléfono celular, sin importar el modelo, la marca u otra especificación, únicamente debe estar activado en una de las operadoras celulares existentes en el país e incluso puede ser un teléfono fijo que tenga identificador de llamadas.

---

<sup>28</sup> [http://pinouts.ru/CellularPhones-A-N/erics\\_t28\\_pinout.shtml](http://pinouts.ru/CellularPhones-A-N/erics_t28_pinout.shtml)

La función del Terminal Rx-Tx es la de recibir la llamada telefónica o los SMS, además debe estar en capacidad de realizar una llamada telefónica al terminal Tx-Rx, es decir, tener saldo disponible en el caso de ser un teléfono celular y si es un teléfono convencional se pueda llamar a celulares.

## **2.4. PROTOCOLO DE COMUNICACIONES**

### **2.4.1. COMANDOS AT<sup>29</sup>**

Los comandos AT (*attention command*) son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal MODEM. La implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable serial, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

#### **2.4.1.1. Propósito de los comandos AT <sup>29</sup>**

Los Comandos AT deben ser usados para el desarrollo de nuevos software de comunicaciones y ajustar propiedades avanzadas de los teléfonos y MODEMs inalámbricos.

Las funciones más usuales de los comandos AT son:

- Configurar el teléfono para una conexión inalámbrica, a través de infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Configurar el MODEM interno del teléfono para una conexión inalámbrica, a través de infrarrojos o por el sistema de bus o cable.

---

<sup>29</sup> [http://gbtcr.chileforge.cl/info\\_web/node107.html](http://gbtcr.chileforge.cl/info_web/node107.html)

<sup>29</sup> [http://gbtcr.chileforge.cl/info\\_web/node107.html](http://gbtcr.chileforge.cl/info_web/node107.html)

- Solicitar información sobre la configuración actual o estado operativo del teléfono o MODEM.
- Probar la disponibilidad del teléfono o MODEM.
- Solicitar el rango válido de parámetros aceptados y cuando éstos son aplicables.

#### 2.4.1.2. Modos de operación del MODEM integrado

El MODEM integrado puede ser configurado a través de tres modos de operación. Estos son:

**Modo de Comandos off-line (off-line command mode):** Es el estado operacional en el cual el MODEM puede aceptar líneas de comandos. El MODEM es colocado en modo de comandos off-line cuando es encendido y queda listo para la entrada de Comandos AT. En éste estado el MODEM integrado acepta información como comandos y no como una comunicación normal de datos. Los comandos pueden ser ingresados a través de un teclado desde un computador o una PDA (*Personal Digital Assistant*) son las típicas agendas electrónicas como las Palm Pilot, Pocket PC.

**Modo de Datos on-line (on-line data mode):** Es el estado en el cual el MODEM transmite o recibe datos sobre la línea telefónica. Permite una operación normal de intercambio de datos entre MODEMs. Al entrar en este modo es cuando el MODEM integrado comienza el intercambio de información con otros MODEM remotos.

**Modo Comandos on-line (on-line command mode):** Es el estado en el cual mientras se tiene una comunicación de datos, pueden ejecutarse comandos AT. Puede cambiarse a modo de Comandos on-line cuando es necesario enviar comandos al MODEM mientras se esta conectado a un MODEM remoto.

Para volver al modo de comandos off-line es necesario realizar cualquiera de las siguientes acciones.

- Perder la conexión (falla de cobertura de red).
- Perder conexión inalámbrica entre el MODEM integrado y el computador.
- Presionando el botón NO del teléfono celular.
- Bajando el DTR (*Data Terminal Ready*), no es más que una señal enviada desde el computador al MODEM integrado, usualmente indica que el computador está listo para comenzar una comunicación.

### 2.4.1.3. Ejecutando comandos AT <sup>29</sup>

En el modo de comandos on-line, hay cuatro tipos de comandos para cada situación:

**Comando de Ejecución:** Para una acción inmediata sin la necesidad de un parámetro.

**Ejemplo:** Para saber el estado de la batería del teléfono el comando a enviarle será:

**AT + CBC**

Con esto el MODEM integrado responderá:

**+CBC: 0,60**

**OK**

Indicando así que la batería del teléfono celular está con 60% de la carga restante.

**Comando de Prueba:** Para ver los parámetros disponibles del comando.

---

<sup>29</sup> [http://gbtcr.chileforge.cl/info\\_web/node107.html](http://gbtcr.chileforge.cl/info_web/node107.html)

**Ejemplo:** Para saber los dispositivos de memoria que soporta el teléfono para almacenar las distintas listas de contactos. El comando a enviarle será:

**AT+CPBS=?**

Con esto el MODEM integrado responderá:

**+CPBS: ("ME","SM","DC","LD","FD","MC","MV","RC")**

**OK**

Indicando así que el teléfono soporta los siguientes dispositivos de memoria:

"ME" - Lista de contactos de la agenda de la memoria.

"SM" - Lista de contactos de la agenda SIM.

"DC" - Lista de llamadas realizadas.

"LD" - Lista de números marcados.

"FD" – Reparación de la lista de llamadas de la tarjeta SIM.

"MC" - Lista de llamadas perdidas.

"RC" - Lista de llamadas recibidas.

**Comando de Lectura:** Para ver la configuración del comando actual.

**Ejemplo:** Para saber en que dispositivo de memoria esta almacenada la lista de contactos. El comando a enviarle será:

**AT+CPBS?**

Con esto el MODEM integrado responderá:

**+CPBS: "SM"**

**OK**

Indicando así que la lista de contactos está almacenada en la tarjeta interna del teléfono.

**Comando de Configuración:** Para ajustar los parámetros operativos del MODEM integrado.



**Ejemplo:** Para cambiar el dispositivo de almacenamiento de la lista de contactos. El comando a enviarle será:

**AT+CPBS="ME"**

Con esto el MODEM integrado responderá:

**OK**

Indicando así que se ha cambiado el dispositivo de memoria donde el teléfono almacena la lista de contactos.

#### 2.4.1.4. Códigos de Resultado y Error <sup>29</sup>

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

Código de resultado es el mensaje que envía el MODEM interno del teléfono celular hacia el computador el cual contiene información sobre su estado, el mismo que es mostrado en el computador. Estos códigos de resultado deben ser usados para confirmar una correcta operación o identificar un problema con algún comando.

Existen dos tipos de códigos de resultado:

- Códigos de Resultado para Comandos AT.
- Códigos de Resultado relacionadas con llamadas telefónicas.

**Códigos de Resultados para Comandos AT:** El MODEM integrado termina siempre cada respuesta a un comando AT con un código de resultado final, existen dos:

---

<sup>29</sup> [http://gbtcr.chileforge.cl/info\\_web/node107.html](http://gbtcr.chileforge.cl/info_web/node107.html)

**OK:** El comando o cualquier parámetro especificado fueron válidos y el comando ha terminado su ejecución.

**Ejemplo:** AT+CBC  
+CBC: 0,60  
OK

**ERROR:** Este código de resultado se obtiene cuando ha ocurrido un error durante la ejecución de algún comando. Esto puede ocurrir debido a:

- Falla en la sintaxis de un comando.
- Uno o más parámetros ingresados están fuera de rango.
- El comando no está implementado en el MODEM integrado.
- El comando no es el apropiado para el tipo de servicio.
- El MODEM está en ejecución.

Cuando se reporta un error, el mensaje de ERROR es precedido por una copia del texto del último comando AT ejecutado con éxito.

**Ejemplo:** AT+CBC=3  
ERROR

**Códigos de Resultados para llamadas telefónicas:** Durante una conexión telefónica, los códigos de resultado informan sobre el estado de la llamada, estos son:

- **CONNECT:** es retornado cuando una conexión ha sido establecida y muestra la velocidad de conexión.
- **BUSY:** el número al cual se ha llamado está ocupado.
- **NO DIALTONE:** no se ha podido establecer la conexión de inicialización.
- **NO CARRIER:** la conexión no puede ser establecida o la conexión existente se ha perdido.

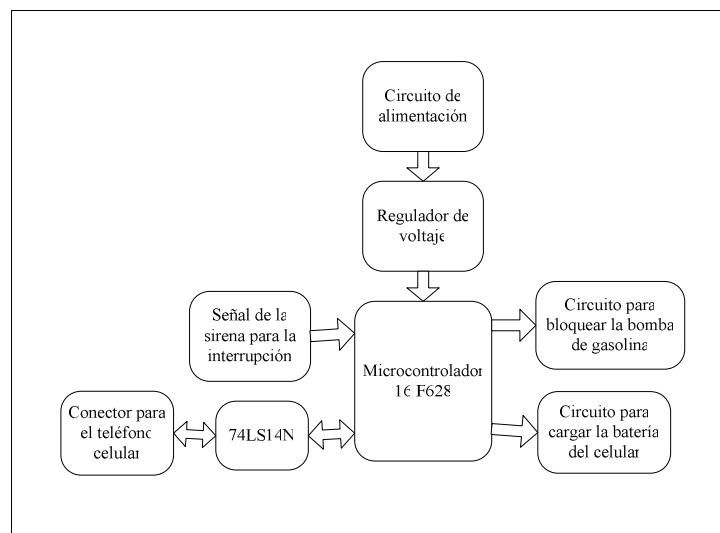
- **RING:** se refiere a una llamada entrante. No es una consecuencia de una actividad local y es su código de resultado es entregado sin ser solicitado.

## 2.5. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN PARA ALARMAS VEHICULARES (STIPAV)

El STIPAV es un agregado para los sistemas de alarma vehicular, permite interactuar por medio de la telefonía celular con el propietario del automóvil cuando la alarma de este haya detectado alguna señal de peligro.

### 2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO

El STIPAV se compone de varias etapas ilustradas en la *Figura 2.8*, formadas por: circuitos integrados reguladores de voltaje, un microcontrolador 16F628, un circuito integrado 74LS14, puerto de comunicación con el teléfono y elementos discretos como capacitores, resistencias, diodos, transistores y leds que complementan el hardware.



**Diagrama de bloques del STIPAV**

A continuación se detalla cada una de las etapas que constituyen el STIPAV.

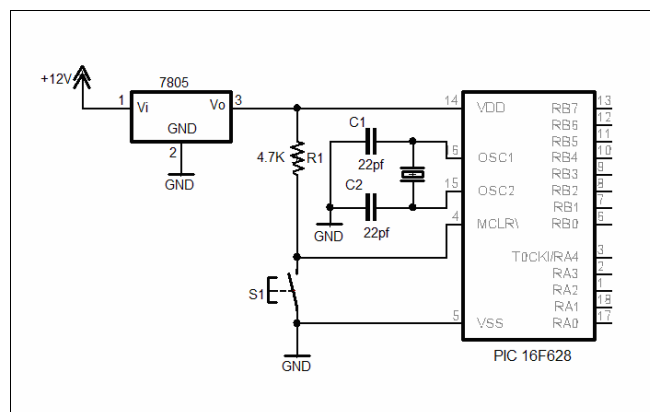
### 2.5.1.1. Circuito de alimentación

Para la alimentación del microcontrolador y demás elementos del circuito se necesita  $5V_{DC}$ , tomando en cuenta que el vehículo utiliza una batería de  $12V_{DC}$  se emplea un regulador de voltaje L7805C-V que permite obtener el valor requerido.

### 2.5.1.2. Conexión del microcontrolador

Para el voltaje de alimentación se usa un regulador L7805C-V. Para establecer la velocidad de ejecución de las instrucciones, el microcontrolador utiliza un oscilador externo HS basado en un cristal de cuarzo de 12 Mhz. Además consta de un pulsante normalmente abierto que permite reiniciar el estado del microcontrolador cuando sea necesario.

En la *Figura 2.9*, se observa la conexión básica de los elementos utilizados para el funcionamiento del microcontrolador.



**Circuito de conexión básica del microcontrolador**

### 2.5.1.3. Señal de interrupción

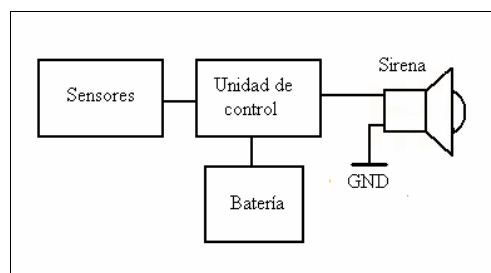
La señal de activación para el microcontrolador proviene de la señal que alimenta a la sirena instalada en el automóvil (señal enviada por la unidad de control) como

utiliza 12 V<sub>DC</sub> se acopló un regulador de voltaje L7805C-V que permite alimentar al pin de interrupción con 5V<sub>DC</sub>.

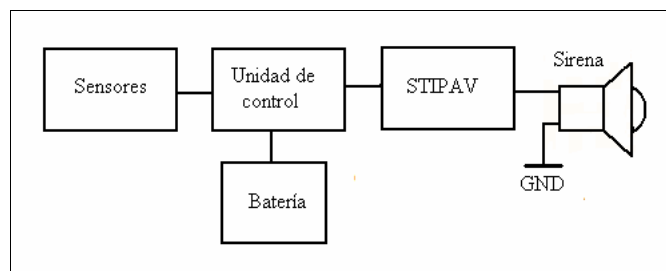
Para disminuir el nivel de sonido producido por la sirena del automóvil se utilizó el mismo regulador, disminuyendo el voltaje que alimenta a la misma, por ende reduciendo la contaminación ambiental.

Se logro reducir el nivel de sonido de la sirena en un 30%.

En la *Figura 2.10*, se observa el diagrama de bloques de una alarma vehicular, mientras que en la *Figura 2.11*, se muestra el diagrama de bloques de una alarma vehicular incluido el STIPAV.

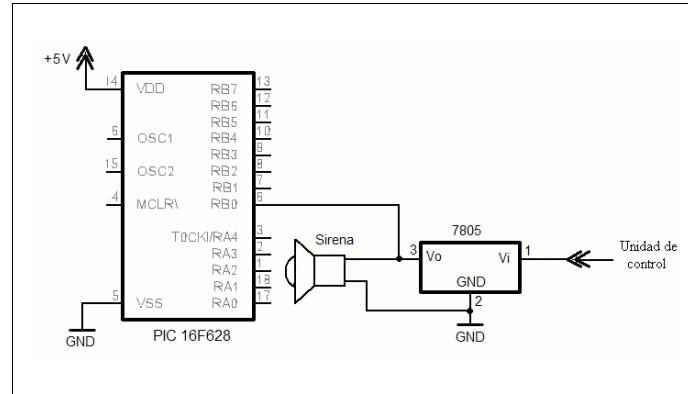


**Diagrama de bloques de una alarma vehicular**



**Diagrama de bloques de una alarma vehicular acoplada con el STIPAV**

En la *Figura 2.12*, se muestra las conexiones realizadas para acoplar el STIPAV a la sirena de la alarma de seguridad.



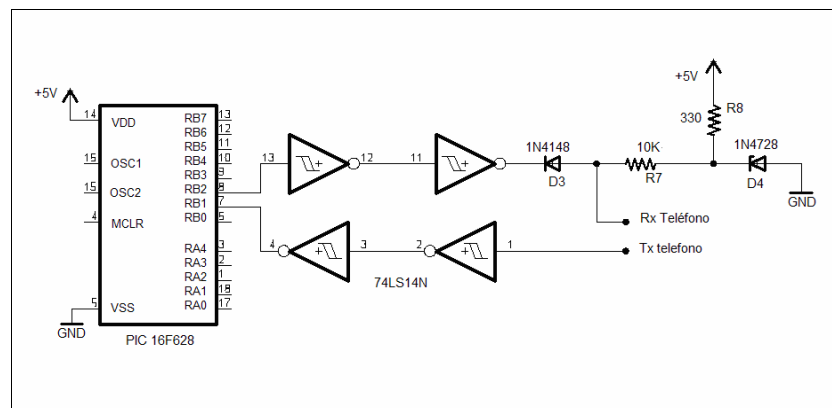
**Circuito de interrupción**

#### 2.5.1.4. Interfaz entre el microcontrolador y el teléfono

Para conectar el teléfono celular con el microcontrolador se utiliza las señales de transmisión, recepción y GND. El microcontrolador trabaja con niveles TTL (0V, 5V) mientras que la batería del celular entrega 3.6V, por tanto es necesario acoplar un circuito que adapte los niveles.

Para ello se ha usado un 74LS14N con un circuito que regula el voltaje a 3.3V, cuando el microcontrolador transmite información al teléfono celular, el circuito asegura que no se envíe un voltaje superior al que utiliza la batería. En el caso que el teléfono sea el que transmita la información al microcontrolador, el circuito garantiza que llegue 5V al terminal de recepción.

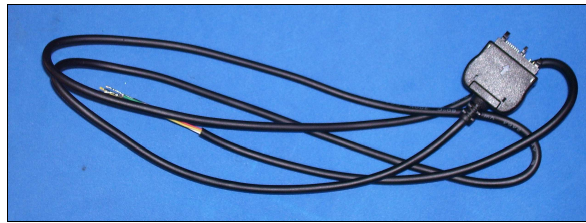
En *Figura 2.13*, se puede ver el circuito diseñado como interfaz.



**Circuito del interfaz entre el microcontrolador y el teléfono**

### 2.5.1.5. Puerto de Conexión para el Teléfono

El puerto de conexión para el teléfono Sony Ericsson T290a no es más que su cable de datos modificado (sin la conexión USB) *Figura 2.14*, el mismo que consta de cuatro hilos, dos de ellos destinados para la carga de la batería y los sobrantes para la transmisión y recepción de los datos.

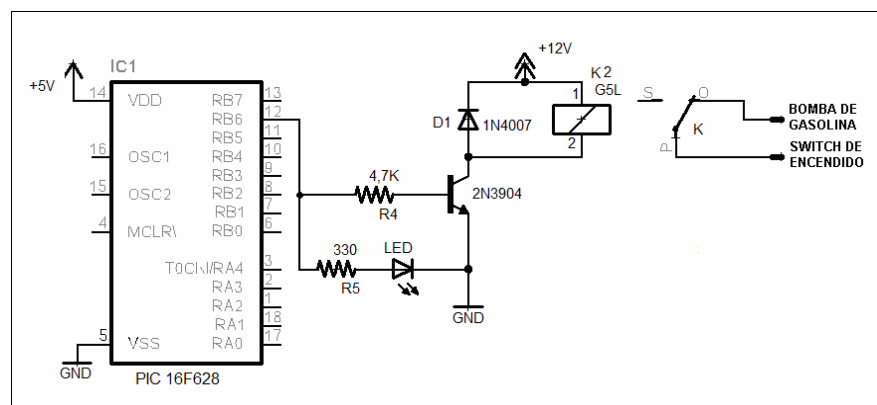


**Cable de conexión entre el teléfono y el STIPAV**

### 2.5.1.6. Bloqueo de la bomba de gasolina

Uno de los pines del microcontrolador se encuentra conectado a un transistor que trabaja en corte y saturación para controlar la bobina de un relé. La bomba de gasolina del automóvil se encuentra acoplada al contacto normalmente cerrado del relé. Cuando el microcontrolador envía una señal, el transistor se satura haciendo conducir la bobina del relé por lo que el contacto NC del relé cambia de posición, desconectando la bomba de gasolina, asegurando así el posible robo del vehículo.

Podemos distinguir las conexiones realizadas en la *Figura 2.15*.



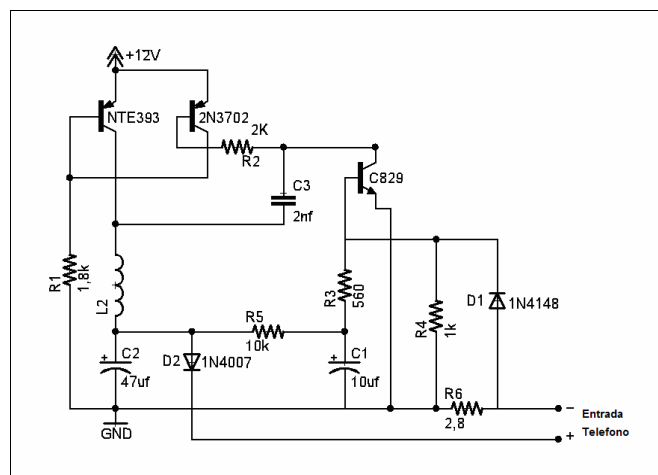
**Circuito de bloqueo de la bomba de gasolina del automóvil**

### 2.5.1.7. Carga de la batería

Se utiliza la misma configuración del circuito de la *Figura 2.15*, para controlar un relé. Pero esta vez se maneja el contacto normalmente abierto del relé, este controla el circuito de carga de la batería *Figura 2.16*, para que al momento de recibir la señal del microcontrolador este contacto se cierre, alimentando al circuito que envía el voltaje necesario para cargar la batería del teléfono celular.

El teléfono celular posee una batería la cual se la carga con  $4.9V_{DC}$  y  $450mA$  en un tiempo aproximado de 3 horas. El circuito de la *Figura 2.16*, entrega un voltaje de  $4.15V$  y  $400mA$  cargando la batería en 3 horas 25 minutos.

El tiempo de carga mencionado en ambos casos se cumple cuando la batería del teléfono celular se encuentra totalmente descargada.



**Circuito para cargar la batería del teléfono**

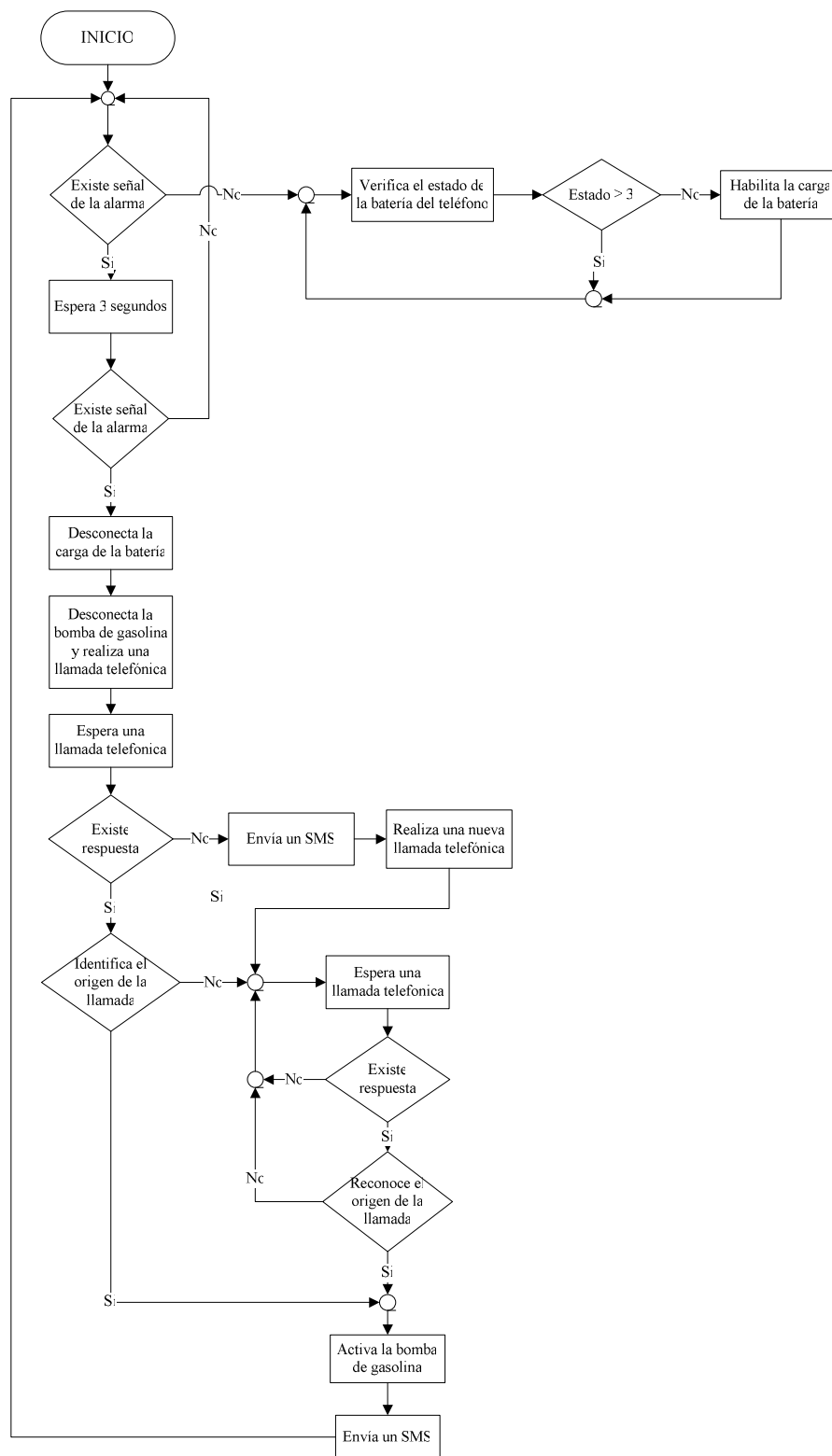
### 2.5.2. DESARROLLO DEL SOFTWARE

Antes de iniciar el desarrollo del software debemos tener claro cada una de las actividades que el sistema va a realizar.



- La comunicación entre el microcontrolador y el celular del sistema será de forma serial asincrónica de modo full duplex para enviar y recibir caracteres ASCII en este caso comandos AT.
- Inicialmente el microcontrolador se encuentra monitoreando el estado de la batería del celular y de ser necesario procederá a cargarla.
- Una vez que el microcontrolador reciba la señal de activación de la alarma instalada en el automóvil, este procederá a desconectar la bomba de gasolina y a establecer comunicación con el dueño del vehículo, por tanto el STIPAV debe enviar y recibir información.
- El sistema también debe reconocer un número telefónico para proceder a activar la bomba de gasolina del automóvil que fue desconectada anteriormente y regresar a su estado inicial.

Se ilustra cada una de las tareas que el STIPAV va a realizar en el diagrama de flujo de la *Figura 2.17*.



**Diagrama de flujo del funcionamiento del STIPAV**

### 2.5.2.1. Lenguaje de programación<sup>30</sup>

Para la elaboración del software del microcontrolador se utilizó Pic Basic, es el lenguaje de programación de nueva generación que hace más fácil y rápido programar microcontroladores. El lenguaje Pic Basic es mucho más fácil de leer y escribir que el lenguaje ensamblador Microchip.

Se utilizó el programador PBP (Pic Basic Pro) que tiene muchas librerías y funciones como un compilador real por lo que los programas se ejecutan mucho más rápido.

PBP tiene una variedad de instrucciones utilizadas para programar microcontroladores. A continuación se describen las utilizadas en el desarrollo del programa para el STIPAV.

**DEFINE:** algunos elementos, como el oscilador y las ubicaciones de los pin LCD, están predefinidos en PBP. DEFINE le permite a un programa PBP cambiar estas definiciones si así lo desea.

**Ejemplo:** OSC 12

**INCLUDE:** se puede agregar archivos fuente BASIC a un programa PBP usando INCLUDE. Se puede tener una rutina Standard, definiciones u otros archivos que se desea guardar en forma separada, los archivos de definición de modo serial son un ejemplo de esto.

**Ejemplo:** INCLUDE "modedefs.bas"

**IDENTIFICADORES:** un identificador es simplemente un nombre, son usados en PBP como etiquetas de líneas y nombres de variables. Un identificador es cualquier secuencia de letras, dígitos y símbolos, aunque no deben comenzar con

---

<sup>30</sup> [http://www.todopic.com.ar/pbp\\_sp.html](http://www.todopic.com.ar/pbp_sp.html)

un dígito. Los identificadores no distinguen las letras mayúsculas de las minúsculas, por lo que etiqueta, ETIQUETA, Etiqueta son todas tratadas como equivalentes. Aunque las etiquetas pueden tener cualquier número de caracteres de longitud PBP solamente reconoce los primeros 32.

**VARIABLES:** es donde se guardan datos en forma temporal en un programa PBP, son creadas usando la palabra clave VAR, pueden ser bits, bytes ó word. El formato para crear una variable es el siguiente:

Etiqueta VAR tamaño

Etiqueta es cualquier identificador. Tamaño es bit (valores 0 ó 1), byte (enteros de 0 a 255) ó word (enteros de 0 a 65535).

**PINS:** a los pines se puede acceder de diferentes modos, el mejor camino para especificar un pin para una operación, es usando simplemente sus nombres PORT (A ó B) y un número de bit.

**Ejemplo:** PORTB.1=1

Para recordar fácilmente para qué puede ser usado un pin, debe serle asignado un nombre usando el comando VAR, de esta manera, el nombre puede ser utilizado luego en cualquier operación.

**Ejemplo:** Led VAR PORTA.0

**ETIQUETAS DE LÍNEA (LABELS):** para marcar líneas que el programa puede desear referenciar con comandos GOTO ó GOSUB, PBP usa etiquetas de línea. Cualquier línea PBP puede comenzar con una etiqueta de línea que es simplemente un identificador seguido por dos puntos (:).

**Ejemplo:** espere:  
PAUSE 1000

GOTO espere

**HIGH:** coloca el Pin especificado en valor alto (5 voltios) y lo convierte automáticamente en salida.

**Ejemplo:** led VAR PORTB.0  
HIGH led

**LOW:** coloca el pin especificado en valor bajo (0 voltios) y automáticamente lo convierte en salida.

**Ejemplo:** Led VAR PORTB.0  
LOW led

**GOTO:** La ejecución del programa continúa en la declaración de la etiqueta.

**Ejemplo:** GOTO salto  
salto: HIGH led

**PAUSE:** detiene el programa por el tiempo señalado en milisegundos por "Periodo". El Periodo tiene 16 bits, por lo que los retardos pueden ser de hasta 65.535 milisegundos. No coloca al microcontrolador en modo de baja potencia como las otras funciones de retardo (NAP y SLEEP), inclusive, consume mayor potencia, pero es más exacto ya que tiene la misma precisión que el reloj.

**Ejemplo:** PAUSE 1000

**IF...THEN:** efectúa una ó más comparaciones, cada término Comp puede relacionar una variable con una constante ú otra variable e incluye operadores.

IF Comp {AND/OR Comp ...} THEN Label

IF Comp {AND/OR Comp ...} THEN

```
Declaración  
ELSE  
Declaración  
ENDIF
```

IF... THEN evalúa la comparación en términos de CIERTO o FALSO. Si lo considera cierto, se ejecuta la operación posterior al THEN, si lo considera falso, no se ejecuta la operación posterior al THEN. Las comparaciones que dan 0 se consideran, falso, cualquier otro valor es cierto.

Todas las comparaciones son sin signo, ya que PBP solo soporta operaciones sin signo.

IF...THEN puede operar de dos maneras:

De una forma, el THEN en un IF...THEN es esencialmente un GOTO. Si la condición es cierta, el programa irá hacia la etiqueta que sigue al THEN, si la condición es falsa, el programa va a continuar hacia la próxima línea después del IF...THEN. Otra declaración no puede ser puesta después del THEN, sino que debe ser una etiqueta.

**Ejemplo:** IF PORTB.0=1 THEN espere

En la segunda forma, IF...THEN puede ejecutar condicionalmente un grupo de declaraciones que sigan al THEN. Las declaraciones deben estar seguidas por un ELSE o un ENDIF para completar la estructura.

```
Ejemplo: IF PORTB.0=1 THEN  
            PAUSE 1000  
ELSE  
            PAUSE 5000  
ENDIF
```

### **Operadores de comparación**

Se usan en declaraciones IF... THEN para comparar una expresión con otra. Los operadores soportados se muestran en la *Tabla 2.3*.

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

**Tabla 2.2 Operadores**<sup>30</sup>

### **Operadores lógicos**

Los operadores lógicos difieren de las operaciones de bit inteligente. Entregan un resultado CIERTO / FALSO de su operación, valores 0 son tratados como falso, cualquier otro valor es cierto. Se usan junto a operadores de comparación en una declaración IF... THEN. Los operadores soportados se observan en la *Tabla 2.4*.

<b>Operador</b>	<b>Descripción</b>
AND o &&	AND lógico
OR o	OR lógico
XOR o ^^	OR exclusivo lógico
NOT AND	NAND lógico
NOT OR	NOR lógico
NOT XOR	NXOR lógico

**Tabla 2.3 Operadores lógicos**<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> [http://www.todopic.com.ar/pbp\\_sp.html](http://www.todopic.com.ar/pbp_sp.html)

Se debe usar paréntesis para indicarle a PBP el orden en que quiere que se realicen las operaciones.

**FOR ... NEXT:** el loop FOR ... NEXT permite a los programas ejecutar un número de declaraciones (Body), un número de veces, usando una variable como contador.

```
FOR Count = Start TO End {STEP {-} Inc}
{Body}
NEXT {Count}
```

El valor de Start se asigna a la variable índice, Count, puede ser una variable de cualquier tipo. Se ejecuta el Body, que es opcional y puede ser omitido (quizás por un loop de demora). El valor de Inc es sumado a (ó restado si se especifica “-”) Count. Si no se define una cláusula STEP, se incrementa Count en uno.

**Ejemplo:**

```
FOR contador = 1 TO 10
    PAUSE 1000
NEXT
```

**ON INTERRUPT, DISABLE, RESUME Y ENABLE:** todas estas declaraciones sirven para ejecutar un handler (subrutina con RESUME) de interrupción.

- **ON INTERRUPT GOTO Label:** en caso de darse una interrupción suspende el programa actual y va a label.
- **DISABLE:** sirve para deshabilitar la interrupción, en caso que no deseemos que atienda la interrupción, como por ejemplo cuando ya está atendiendo una interrupción.
- **RESUME:** envía el programa de vuelta a donde estaba cuando ocurrió la interrupción, tomando todo como lo dejó.



- **ENABLE:** habilita nuevamente la interrupción, después de esto todas las interrupciones, son atendidas.

**SERIN:** recibe uno ó más Items en Pin, en formato standard asincrónico, usando 8 bit de datos, sin paridad y un bit de parada (8N1). Pin automáticamente se convierte en entrada. Pin puede ser una constante ó una variable que contenga un número.

SERIN Pin, Mode, {Timeout, Label,} {[Qual...],} {Item...}

Los nombres Mode (por ejemplo T2400) están definidos en el archivo MODEDEFS.BAS, para usarlos, agregue la línea: Include "modedefs.bas" al comienzo del programa PBP.

Timeout y Label son opciones que pueden ser incluidas para permitir al programa continuar si no se recibe un carácter durante un cierto tiempo. Timeout está especificado en unidades de 1 milisegundo.

La lista de Items de datos a ser recibida puede estar precedida por uno ó más calificadores encerrados entre corchetes. SERIN debe recibir estos bytes en un orden exacto, antes de recibir los datos. Si algún byte recibido no concuerda con el byte siguiente de la secuencia de calificación, el proceso de calificación comienza nuevamente. Un Qualifier puede ser constante, variable ó una sarta de constantes.

**Ejemplo:** SERIN PORTB.1, N2400, ["A"], dato

**SEROUT:** envía uno ó más Items a Pin, en formato standard asincrónico usando 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada (8N1). Pin es automáticamente colocado como salida. Pin puede ser una constante ó una variable que contenga un número.

Los nombres Mode (por ejemplo T2400) están definidos en el archivo MODEDEFS.BAS, para usarlos, agregue la línea: Include "modedefs.bas" al comienzo del programa PBP.

**Ejemplo:** SEROUT PORTB.2, N2400, ["Hola Mundo"]

**END:** detiene la ejecución del proceso y entra en modo de baja potencia. Todos los pines de I/O permanecen en el estado en que se encuentran, END trabaja ejecutando una instrucción SLEEP continua dentro de un loop.

Un END, STOP ó GOTO deben ser colocados al final de un programa para evitar pasar del límite de la misma y comience nuevamente.

**Ejemplo:** END

### 2.5.2.2. Comandos AT utilizados en el programa<sup>31</sup>

A continuación se detalla la sintaxis y la respuesta de cada uno de los comandos AT utilizados en el desarrollo del STIPAV.

**AT+CBC [Battery Charge]:** Devuelve el estado de carga de la batería.

**Sintaxis:** AT+CBC

**Respuesta:** +CBC: 0,90

OK

El primer número indica:

0 Usando la batería.

1 Batería conectada, pero no en uso.

2 Batería no conectada.

3 Fallo de corriente. Llamadas desactivadas.

---

<sup>31</sup> [http://www.sonyericsson.com/downloads/dg\\_at\\_2003\\_r4a.pdf](http://www.sonyericsson.com/downloads/dg_at_2003_r4a.pdf)

Y el segundo:  
0 Batería agotada o sin batería.  
1-100 Nivel de carga.

**ATD [Dial Command]:** Inicia una llamada telefónica

**Sintaxis:** ATD64612345 para una llamada de Voz.

**Respuesta:** OK

**AT+CHUP [Hang up call]:** Colgar el teléfono, Suspende una llamada telefónica.

**Sintaxis:** AT+CHUP

**Respuesta:** OK

**AT+CMGS [Send Message]:** Permite enviar un mensaje SMS.

**Sintaxis:** AT+CMGS=<número> [Presionar CR]  
> Escribimos el cuerpo del mensaje. [Presionar Ctrl-Z]

**Respuesta:** +CMGS: 213  
OK

**AT+ CLIP [Calling Line Identification]:** Permite reconocer una llamada telefónica.

**Sintaxis:** AT+CLIP=<número>

**Respuesta:** OK

### 2.5.2.3. Programa

Se inicia la programación definiendo el oscilador, incluyendo los modos de comunicación, nombrando a los pines de acuerdo a su aplicación y definimos cada una de las variables que vamos a utilizar.

DEFINE osc 12	'Utiliza un oscilador externo de 12 Mhz
INCLUDE "modedefs.bas"	'Incluye archivos de comunicación serial
led VAR portb.4	'Se llama al pin RB4 led
bateria VAR portb.5	'Se llama al pin RB5 bateria
bloqueo VAR portb.6	'Se llama al pin RB6 bloqueo
estado VAR BYTE	'Define a la variable estado como byte
horas VAR BYTE	'Define a la variable horas como byte
minutos VAR BYTE	'Define a la variable minutos como byte
contador VAR BYTE	'Define a la variable contador como byte
dato VAR BYTE	'Define a la variable dato como byte
nombre VAR BYTE	'Define a la variable nombre como byte
ON INTERRUPT GOTO alarma	'Activa la interrupción
intcon=%10010000	'Controla las interrupciones
HIGH led	'Coloca led en estado alto
LOW bloqueo	'Coloca bloqueo en estado bajo

Una vez que el STIPAV es instalado en el automóvil comienza su funcionamiento. Inicialmente el microcontrolador está en espera de una señal de activación procedente de la unidad de control de la alarma del automóvil, mientras no exista esta señal el microcontrolador se encuentra monitoreando el estado de la batería que posee el celular, si el nivel de la batería es bajo (menor al 40%) automáticamente esta es cargada por un tiempo de 2 horas, caso contrario vuelve a iniciar el lazo.

espere:	'Etiqueta
SEROUT portb.2,T9600,["at+cbc",13,10]	'Envía serialmente los caracteres que se encuentran dentro de los corchetes por el pin RB2
SERIN portb.1,T9600,["+CBC: 0,"],estado	'Recibe serialmente los caracteres que se encuentran en los corchetes por el pin RB1
PAUSE 1000	'Espera 1 segundo

IF (estado > "3") OR (estado = "1")	'Compara el dato que se encuentran en la variable estado. Al ser verdadero regresa a la etiqueta espere
THEN espere	
FOR horas=1 TO 8	'Entra en un lazo que se repetirá 8 veces
FOR minutos=1 TO 180	'Entra en otro lazo que se repetirá 180 veces
HIGH bateria	'Coloca en estado alto el pin bateria
PAUSE 5000	'Espera 5 segundos
NEXT	'Fin del segundo lazo
NEXT	'Fin del primer lazo
LOW bateria	'Se coloca en estado bajo el pin bateria
PAUSE 5000	'Espera 5 segundos
GOTO espere	'Regresa a la etiqueta espere

Al recibir la señal de activación, el microcontrolador espera 4 segundos y verifica el estado del pin de la interrupción, si este es bajo vuelve a su estado inicial caso contrario desconecta la bomba de gasolina del automóvil e inmediatamente realiza una llamada telefónica al propietario del vehículo informándole que la alarma detecto un posible riesgo de robo.

Se realiza la llamada telefónica durante un periodo de 20 segundos, tiempo suficiente para que el teléfono del usuario detecte la llamada.

Si el STIPAV se encuentra cargando la batería del teléfono celular y recibe la señal de activación, se suspende esta tarea hasta que regrese a su estado inicial.

DISABLE	'Deshabilita la interrupción
alarma:	'Etiqueta
PAUSE 4000	'Espera 4 segundos
IF portb.0=0 THEN GOTO salida	'Verifica si RB0 se encuentra en estado bajo. Al ser verdadero continúa en la etiqueta salida
LOW bateria	'Coloca en estado bajo el pin bateria
PAUSE 500	'Espera 0,5 segundos

HIGH bloqueo	'Coloca en estado alto el pin bloqueo
SEROUT portb.2,T9600, ["atd084807604;";,13,10]	'Envía serialmente los caracteres que se encuentran dentro de los corchetes
PAUSE 20000	'Espera 20 segundos
SEROUT portb.2,T9600,["at+chup",13,10]	'Envía serialmente los caracteres at+chup
PAUSE 1000	'Espera 1 segundo
SEROUT portb.2,T9600,["at+clip=1",13,10]	'Envía los caracteres at+clip
PAUSE 1000	'Espera 1 segundo

Como siguiente paso el microcontrolador espera una respuesta siendo esta una llamada telefónica.

FOR contador=1 TO 12	'Inicio de un alzo que se repite 12 veces
SERIN portb.1,T9600,10000,marca2,dato	'Recibe serialmente cualquier carácter por el pin RB1
PAUSE 1000	'Espera 1 segundo
GOTO siguiente	'Continúa en la etiqueta siguiente
marca2:	'Etiqueta
NEXT	'Fin del lazo de repetición

Si en un tiempo de 2 minutos no recibe dicha respuesta, procede a enviar un mensaje de texto alertando del peligro al número al cual llamó inicialmente, efectúa una nueva llamada telefónica ya sea a un número fijo o un número celular y se coloca en espera de la llamada telefónica del usuario.

SEROUT portb.2,T9600, ["at+cmgs=",34,"084807604",34,13,10]	'Envía de forma serial los caracteres que se encuentran en los corchetes por el pin RB2
PAUSE 1000	' Espera 1 segundo
SEROUT portb.2,T9600, ["Automovil en peligro",26,13,10]	'Envía serialmente los caracteres que se encuentran en los corchetes
PAUSE 10000	'Espera 10 segundos
SEROUT portb.2,T9600, ["atd095067703;";,13,10]	'Envía los caracteres que se encuentran dentro de los corchetes

PAUSE 20000	'Espera 20 segundos
SEROUT portb.2,T9600, ["at+chup",13,10]	'Envía serialmente los caracteres at+chup por el pin RB2
PAUSE 1000	'Espera 1 segundo

Cabe mencionar que el número fijo al cual llame el sistema debe poseer un identificador de llamadas con la finalidad que reconozca el origen de la llamada.

Si recibe la respuesta y esta proviene del número del propietario, el microcontrolador regresa automáticamente a su estado inicial. Cuando la respuesta proviene de un número diferente el microcontrolador sabe que el usuario ha reconocido la emergencia por tanto no se envía el mensaje ni se realiza la nueva llamada telefónica colocándose en espera de la llamada del propietario únicamente.

Cuando el microcontrolador recibe la llamada telefónica del propietario este procede a desbloquear la bomba de gasolina y a enviar un mensaje de texto avisando que el automóvil ha sido desbloqueado.

siguiente:	'Etiqueta
SERIN portb.1,T9600, ["Amparito"],nombre	'Envía serialmente los caracteres que se encuentran en los corchetes por el pin RB2
LOW bloqueo	'Coloca en estabo bajo el pin bloqueo
PAUSE 25000	'Espera 25 segundos
SEROUT portb.2,T9600, ["at+cmgs=",34,"084807604",34,13,10]	'Envía los caracteres que se encuentran dentro de los corchetes por el pin RB2
PAUSE 1000	'Espera 1 segundo
SEROUT portb.2,T9600, ["Automovil listo!!",26,13,10]	'Envía serialmente los caracteres Automóvil listo!!
PAUSE 10000	'Espera 10 segundos
salida:	'Etiqueta
intcon=%10010000	'Controla las interrupciones
RESUME	'Envía al programa de vuelta a la actividad

	que estaba realizando cuando ocurrió la interrupción
ENABLE	'Habilita la interrupción
END	'Fin del programa

## Funcionamiento

El voltaje que se utiliza para alimentar al STIPAV (12 V) proviene de la batería que posee el automóvil, este voltaje pasa a través de un regulador que permite obtener los 5V que se emplea para polarizar el circuito.

Inmediatamente el microcontrolador empieza a ejecutar las instrucciones del programa.

Coloca en 1L el pin RB4 el cual controla el led (led rojo) que indica encendido/apagado.

Coloca en 0L el pin RB6 para garantizar el funcionamiento de la bomba de gasolina.

Envía de forma serial, al teléfono celular a través del pin RB2 (pin de transmisión) los caracteres ASCII del comando AT que verifica el estado de la batería (*AT+CBC*).

Recibe por el pin RB1 (pin de recepción) la respuesta del teléfono celular informando el estado de la batería.

Procesa el dato recibido:

- Si el dato recibido es menor a 4, coloca 1L en el pin RB5, se enciende el led que indica la carga de la batería (led verde), se satura el transistor el cual hace conducir la bobina del relé cuyos contactos cambian de posición, en este caso



el contacto normalmente abierto se cierra alimentando el circuito destinado a cargar la batería del teléfono celular. Se carga la batería con 4.15V y 400mA. El pin RB5 permanece en 1L por 2 horas, es decir se carga la batería por este tiempo.

- Si el dato recibido es mayor a 4 permanece en un lazo que envía serialmente los caracteres del comando AT que verifica el estado de la batería.

Cuando el microcontrolador detecta 1L en el pin RB0 abandona la actividad que estaba realizando, espera 4 segundos y verifica el estado del pin.

- Si RB0 se encuentra en 0L, el microcontrolador regresa a la actividad que estaba realizando.
- Si RB0 se encuentra en 1L, coloca en 0L el pin RB5 y en 1L el pin RB6 encendiendo el led que indica el bloqueo de la bomba de gasolina (led amarillo), satura el transistor que hace conducir la bobina cambiando el estado del contacto normalmente cerrado, desconectando así la bomba de gasolina del automóvil.

Envía serialmente por el pin de transmisión el código ASCII del comando AT que permiten realizar la llamada telefónica (ATD "numero telefónico"), espera 20 segundos para enviar el comando AT que suspende la misma (AT+CHUP) e inmediatamente envía el comandos AT que permiten identificar el origen de la llamada (AT+CLIP).

Espera 2 minutos para recibir por el pin de recepción un conjunto de caracteres que indican la entrada de una llamada telefónica.

- Si los datos provenientes son del propietario del vehículo el microcontrolador coloca 0L en el pin RB6 conectando la bomba de gasolina a través de los contactos del relé.

Envía los caracteres ASCII del comando AT para que el teléfono celular envíe un SMS (*AT+CMGS*) avisando que el automóvil puede ponerse en marcha. Seguido vuelve a la tarea que estaba realizando antes de atender la emergencia.

- Si los datos de la llamada no son del propietario espera por tiempo indefinido hasta que reciba la respuesta esperada.

Si en el lapso de 2 minutos no existe ninguna señal en el pin de recepción procede a enviar los caracteres ASCII del comando AT para realizar a través del teléfono celular un SMS alertando al propietario del vehiculo

Envía los comandos AT para realizar una nueva llamada telefónica y después de 20 segundos suspender la misma.

Finalmente espera de forma indefinida los datos del propietario para poner en marcha el automóvil y regresar a su estado inicial.

Para la buena transmisión y recepción de datos tanto del teléfono celular como del microcontrolador se ha acoplado un circuito que limita el voltaje que llega al celular cuando el microcontrolador esta transmitiendo los datos y asegura que llegue el voltaje necesario al microcontrolador cuando recibe los datos enviados por el celular.



### 2.5.3. CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO

En electrónica, un circuito impreso o PCB (del inglés *Printed Circuit Board*), es un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de *rutas* o *pistas* de material conductor, grabados desde hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor.<sup>32</sup>

#### 2.5.3.1. Procedimiento<sup>33</sup>

**Crear el original sobre papel:** lo primero que se debe hacer es sobre un papel dibujar el diseño original del circuito impreso tal como se quiere que quede terminado, para ello se puede utilizar un programa de diseño de circuitos impresos. Siempre hay que tener a mano los componentes electrónicos a montar sobre el circuito para poder ver el espacio físico que requieren así como la distancia entre cada uno de sus terminales.

**Preparar la superficie del cobre:** consiste en pulir la superficie de cobre virgen con una esponja de lana de acero para remover cualquier mancha, partículas de grasa o cualquier otra cosa que pueda afectar el funcionamiento del ácido. El ácido solo ataca metal, no haciéndolo con pintura, plástico o manchas de grasa.

**Pasar el dibujo al cobre:** teniendo el diseño del circuito impreso se lo imprime sobre una lamina termotransferible para la elaboración de circuitos impresos. Se imprime sobre la cara brillante de la lámina y únicamente en una impresora láser o fotocopidora, ya que si se lo imprime en otro tipo de impresora la lámina no servirá.

A continuación se coloca el diseño del circuito impreso (el que está en la lámina termotransferible) sobre la mesa de planchar, luego se coloca la placa de cobre

---

<sup>32</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_impreso](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_impreso)

<sup>33</sup> <http://www.pablin.com.ar/electron/cursos/pcb/>

virgen con el diseño del circuito impreso de tal forma que la tinta haga contacto con el cobre, habiendo posicionado los elementos procedemos a planchar durante dos minutos (sobre la superficie de baquelita) haciendo énfasis en los bordes y el centro de la placa, finalizados los dos minutos se puede observar que la lamina termotransferible se ha adherido a la placa de cobre, pasado esto se voltea la placa y se plancha durante 6 minutos directamente sobre la lamina termotransferible (sobre la parte no impresa).

Transcurrido los 6 minutos de haber planchado, se pasa rápidamente la placa virgen con la lámina termotransferible adherida a una cubeta con agua fría dejándola ahí por un mínimo de dos minutos, para luego retirar la lámina de la superficie de cobre despacio y con cuidado. Se seca la placa por el lado del cobre y se revisa que no haya restos de fibras de papel o gelatina adheridos a la superficie del cobre donde no debe haber.

**Preparar el ácido:** en un recipiente plástico se coloca agua previamente calentada y luego se procede a poner el ácido (cloruro férrico) y con ayuda de un utensilio de madera se mueve el mismo para que este se diluya completamente.

La función del cloruro férrico será la de disolver el cobre que no esté cubierto con tinta dejando al final las pistas de cobre que se diseñó anteriormente. Entre menos tiempo tenga que durar la placa de cobre en el cloruro férrico la calidad del circuito impreso final va a ser mejor.

El sitio donde se vaya a usar el compuesto deberá estar completamente ventilado, de ser posible al aire libre.

**Ataque químico:** una vez que el ácido está listo, se coloca la placa de cobre con el diseño del circuito impreso hacia arriba. Mientras la placa de cobre se encuentre sumergida en el cloruro férrico se debe agitar el recipiente donde se encuentra inclinándolo de lado a lado para que de esta manera el químico pueda disolver más rápido el cobre de la placa y a su vez como se mencionó antes, dar mayor calidad al circuito impreso final.

Después de que el cloruro férrico haya consumido todo el cobre, se procede a sacar la placa del recipiente y a retirar la tinta con thinner y un trapo. Para dar mayor presentación al circuito impreso se lo debe lavar y secar con papel de cocina, de ser necesario pulir suavemente con viruta de acero.

**Prueba de continuidad:** con un probador de continuidad verificar que todas las pistas lleguen de un punto a otro. En caso de haber una pista cortada estañarla desde donde se interrumpe hasta el otro lado y colocar sobre ella un fino alambre telefónico, de ser una pista ancha de potencia colocar alambre más grueso o varios uno junto a otro.

**Perforado:** Para que los componentes puedan ser soldados se deben hacer orificios en los puntos por donde el terminal del componente pasará.

Un taladro de banco es de gran ayuda sobre todo para cuando son varios agujeros. Para los orificios de resistencias comunes, capacitores y semiconductores de baja potencia se debe usar una broca de 0.75mm de espesor, para orificios de bornes o donde se suelden espadines o pines una de 1mm es adecuada. Aquí será de suma utilidad acertar al orificio central de la isla para que quede la hilera de perforaciones lo más pareja que sea posible.

**Acabado final:** Con una viruta de acero quitar los salientes de todas las perforaciones para que quede bien lisa la superficie de soldado y la cara de componentes. Luego de esto se debe comprobar nuevamente la continuidad eléctrica de las pistas y reparar lo que sea necesario.

Ahora con la plaqueta lista se procede a soldar los componentes. Siempre hay que seguir la regla de oro, montar primero los componentes de menor espesor, comenzando si los hay por los puentes de alambre. Luego le siguen los diodos, resistencias, pequeños capacitores, transistores, pines de conexión y zócalos de circuitos integrados. Siempre es bien visto montar zócalos para los circuitos integrados puesto que luego, cuando sea necesario reemplazarlos en futuras

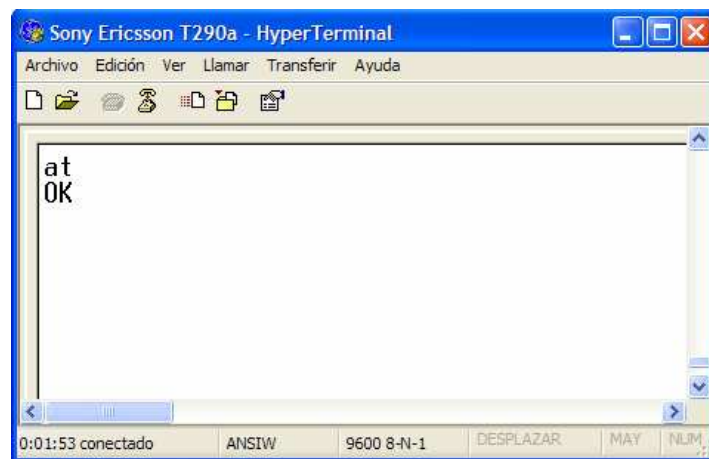
reparaciones será simple quitar uno y colocar otro sin siquiera usar soldador. Además, el desoldar y soldar una plaqueta hace que la pista vaya perdiendo adherencia a la baquelita.

## CAPÍTULO III: PRUEBAS Y RESULTADOS

### 3.1. UTILIZANDO COMANDOS AT

Inicialmente realizamos pruebas con el teléfono conectado al ordenador personal (PC) para probar el cable, el teléfono celular y comprender la sintaxis y respuesta de los comandos AT, sobre todo de los comandos que usamos para conseguir nuestros fines.

Para ello se activa el programa HYPERTERMINAL (de Windows) y se configura el puerto al que está conectado el cable: velocidad 9600bps, sin paridad, 8 bits, 1 bit de parada. Una vez configurado, se tecldea AT, si se escriben en la pantalla, quiere decir que existe comunicación en ambos sentidos, puesto que el celular envía lo mismo que hemos escrito. Si se da enter aparecerá en pantalla la palabra OK. En la *Figura 3.1*, se muestra la ejecución del comando:



***Pantalla del HyperTerminal ejecutando un comando AT***

Después de haber tenido éxito con la comunicación, se pueden probar diferentes comandos y observar la respuesta tanto en pantalla del HyperTerminal como en el teléfono celular, en algunos casos. En la *Figura 3.2*, se observan los comandos usados en el desarrollo del STIPAV con su respectiva sintaxis y respuesta.



```

Sony Ericsson T290a - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
at
OK
at+cbr
+CBC: 0,76
OK
atd095067703;
OK
at+chup
OK
at+cmgs="095067703"
> Automovil en peligro→
OK
-
0:00:30 conectado ANSIW 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM

```

**Ejecución de comandos AT usados en el proyecto**

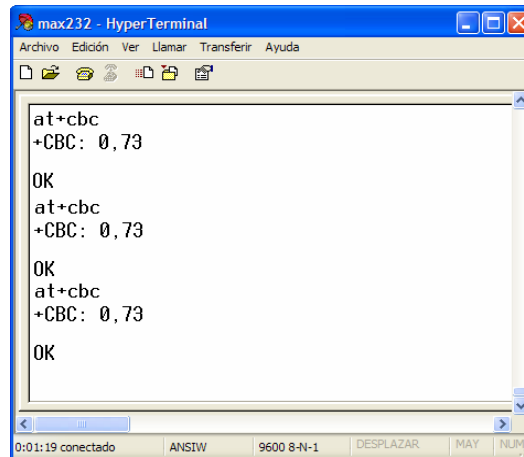
Los comandos mostrados en la *Figura 3.2*, fueron detallados en el capítulo II.

### 3.2. FUNCIONAMIENTO DEL STIPAV

Para probar el desarrollo del programa necesitamos conectar el microcontrolador a un ordenador, para ello utilizamos un adaptador de niveles RS232 – TTL (MAX 232). Se conectó la línea Tx del celular al puerto que está conectado al ordenador para ver que comandos estaba recibiendo el celular (siempre produce eco de los comandos entrantes) y para comprobar si devuelve OK ó ERROR.

Para monitorear el estado de la batería, el microcontrolador se encuentra ejecutando un lazo en el que se envían los caracteres AT+CBC, se analiza la respuesta enviada por el celular y se realiza la tarea pertinente, sea esta cargar la batería o nuevamente iniciar el lazo.

En la *Figura 3.3*, se muestra la ejecución del lazo monitoreando el estado de la batería



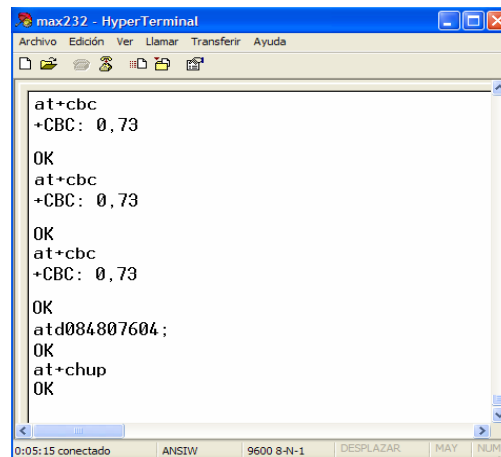
```

max232 - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
0:01:19 conectado ANSIW 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM...

```

***Pantalla de HyperTerminal monitoreando el estado de la batería***

Una vez que se ha detectado la señal de activación el programa envía los caracteres ATD084807604 para realizar la llamada telefónica, después de 20 segundos envía los caracteres AT+CHUP cerrando o suspendiendo la llamada. En la *Figura 3.4*, podemos ver la ejecución de estos comandos.



```

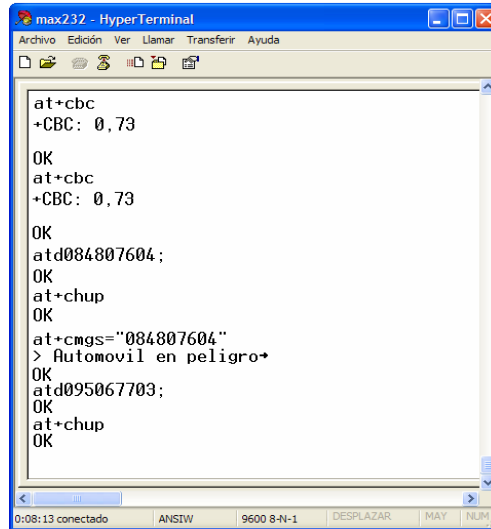
max232 - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
atd084807604;
OK
at+chup
OK
0:05:15 conectado ANSIW 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM...

```

***Ejecución de la llamada telefónica y la suspensión de la misma***

Cuando reconoce el origen de la llamada telefónica (respuesta por parte del dueño del vehículo) el programa regresa a monitorear el estado de la batería.

Al no recibir respuesta por parte del usuario envía los caracteres necesarios para enviar un mensaje y realizar una nueva llamada telefónica. Observar *Figura 3.5*.



```

max232 - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
at+cbc
+CBC: 0,73
OK
atd084807604;
OK
at+chup
OK
at+cmgs="084807604"
> Automovil en peligro
OK
atd095067703;
OK
at+chup
OK
0:08:13 conectado ANSIV 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM:

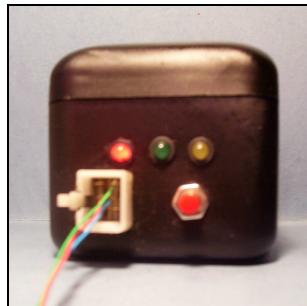
```

***Envío del SMS y ejecución de una nueva llamada***

A continuación se describe la respuesta del hardware.

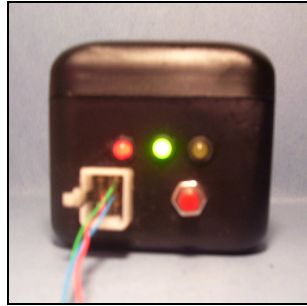
Cuando el sistema es instalado en el vehículo y conectado a la fuente de alimentación, este inmediatamente empieza a trabajar. El led rojo al encenderse muestra que el sistema ha iniciado su funcionamiento.

En la entrada de alimentación del STIPAV se tiene 12 V<sub>DC</sub> con un consumo de 34mA en su fase inicial.



***Inicio del funcionamiento del sistema***

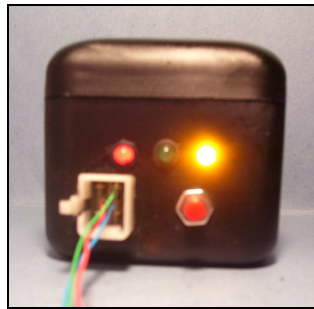
Si el sistema detecta que la batería del teléfono celular está en un nivel inferior al 40% procederá a cargarla. Como muestra de esta acción se prende el led verde. En este estado la entrada del STIPAV consume una corriente de 480mA.



***El sistema procede a cargar la batería del celular***

Cuando existe la señal de activación, el microcontrolador suspende la acción que esté realizando ya sea monitoreando el estado de la batería o cargando a la misma. Procede a desconectar la bomba de gasolina (se enciende el led amarillo) y realiza todas las actividades descritas anteriormente.

Consumo la entrada del sistema una corriente de 70mA cuando se encuentra en esta etapa.



***El sistema ha bloqueado la bomba de gasolina***



***El sistema realiza la llamada telefónica***

Una vez que el sistema ha reconocido el origen de la llamada telefónica, se conecta la bomba de gasolina (se apaga el led amarillo) y regresa a su estado inicial, retomando la actividad que estaba realizando antes de recibir la señal de activación.

## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- Para evitar interferir con las diferentes funciones del sistema de seguridad vehicular el STIPAV se conecta a la batería, sirena y bomba de gasolina.
- Se utiliza el circuito integrado LM74LS14N junto con un circuito regulador de voltaje 3.3V para asegurar que tanto el microcontrolador como el teléfono celular reciban el voltaje necesario para su funcionamiento.
- El circuito encargado de cargar la batería del teléfono celular incorporado en el STIPAV entrega un voltaje de 4.15V y una corriente de 400mA, cargando la batería en 3 horas 25 minutos cuando esta se encuentra totalmente descargada.
- El consumo de corriente del STIPAV depende del estado de funcionamiento en el que se encuentre. De 34mA como mínimo en su estado inicial y de 480mA como máximo en el caso de cargar la batería del teléfono celular.
- Los teléfonos celulares que permiten la comunicación mediante comandos AT son los de tecnología GSM ya que poseen un MODEM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados.
- Los comandos AT controlan muchas funciones (en este caso del teléfono celular) como identificación del celular, manejo de los SMS, gestión de la agenda de direcciones, nivel de la señal, llamadas en espera y desvío de las mismas, aviso de errores, estado de la batería, melodías, volumen, además de otros comandos no estándar creados por los fabricantes de cada modelo.
- Como primera conclusión se puede señalar que se ha logrado poner en práctica los conocimientos adquiridos en las distintas materias de la carrera, al

haberlos aplicado en un trabajo práctico logrando afianzar dichos conocimientos.

- De las pruebas realizadas se concluye que se ha logrado todos los objetivos propuestos, sin embargo el STIPAV al igual que cualquier sistema no es infalible ya que depende de otros factores para su adecuado funcionamiento.

#### **4.1 RECOMENDACIONES**

Como resultado del trabajo desarrollado en el presente proyecto de titulación se puede establecer las siguientes recomendaciones generales:

- El STIPAV debe ser instalado en un lugar poco accesible y protegido del agua y el calor.
- Para mayor seguridad el STIPAV debe ser conectado a una fuente de alimentación autónoma, siendo esta una batería de 12V/7A la misma que debe estar oculta y protegida y debe ser recargada con el mismo sistema de la batería principal del vehículo.
- El teléfono celular (terminal Tx-Rx) debe tener saldo disponible para que pueda trabajar correctamente.
- Antes de utilizar los comandos AT como medio de comunicación con un teléfono celular, verificar que dichos comandos sean soportados por el teléfono caso contrario se podría causar daños en el aparato.
- Tanto el terminal Tx- Rx como el terminal Rx-Tx en el caso de ser un teléfono celular deberían estar activados en la misma operadora celular con la finalidad de abaratar costos en las llamadas y mensajes.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros:

1. CROUSE, William  
Equipo eléctrico del automóvil  
Editorial Boixareu, Págs. 1-5.
2. COSTALES, Alcívar  
Apuntes de microcontroladores
3. REYES, Carlos  
Aprenda rápidamente a programar microcontroladores

### Direcciones de Internet:

4. Sistema eléctrico del automóvil  
[www.autobaterias.com.mx/6.htm](http://www.autobaterias.com.mx/6.htm)  
[http://mecanicavirtual.iespana.es/curso\\_motor.htm](http://mecanicavirtual.iespana.es/curso_motor.htm)
5. Luces del automóvil  
[www.rolcar.com.mx/.../Electricidad.htm](http://www.rolcar.com.mx/.../Electricidad.htm)
6. Sistema de seguridad vehicular  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Car\\_alarm](http://en.wikipedia.org/wiki/Car_alarm)
7. como funcionan las alarmas de seguridad  
<http://auto.howstuffworks.com/car-alarm.htm>
8. Telefonía celular  
<http://www.monografias.com/trabajos14/celularhist/celularhist.shtml>

<http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml>

9. el desafío de la convergencia fijo-movil

1 [http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/foros/panel\\_1/paolo\\_baldoni.ppt#355,1,Diapositiva 1](http://www.conatel.gov.ec/website/eventos/eventos/foro_telecomunicaciones/panel_1/paolo_baldoni.ppt#355,1,Diapositiva 1)

10. Operadoras celulares del Ecuador

[www.movistar.com](http://www.movistar.com)

[www.porta.net](http://www.porta.net)

[www.alegro.com](http://www.alegro.com)

11. Microcontroladores

<http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml>

12. PIC16F62X

<http://web.mit.edu/6.115/www/datasheets/16f628.pdf>

13. PIC 16F628 – Imágenes

[www.electronic.it/product.asp?id=124](http://www.electronic.it/product.asp?id=124)

14. Interfaz

<http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz>

15. Comunicación serial

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1#Serial>

[http://www.zator.com/Hardware/H2\\_5\\_1.htm#TOP](http://www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm#TOP)

16. Contaminación ambiental

[http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n\\_ac%C3%A1stica](http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_ac%C3%A1stica)

[http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido\\_efectos.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Ruido_efectos.html)



17. Guías de la Organización Mundial de la Salud sobre niveles de ruido  
[http://www.ruidos.org/Referencias/Guia\\_OMS.html](http://www.ruidos.org/Referencias/Guia_OMS.html)

18. Teléfono celular Sony Ericsson T290a  
[www.sonyericsson.com](http://www.sonyericsson.com)  
Manual Sony Ericsson T290a

19. Pinouts for Ericsson cellular phones  
[http://pinouts.ru/CellularPhones-A-N/erics\\_t28\\_pinout.shtml](http://pinouts.ru/CellularPhones-A-N/erics_t28_pinout.shtml)

20. Baterías de iones de litio  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa\\_de\\_iones\\_de\\_litio](http://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_iones_de_litio)

21. Comandos AT  
[http://gbtcr.chileforge.cl/info\\_web/node107.html](http://gbtcr.chileforge.cl/info_web/node107.html)

22. At command t290  
[http://www.sonyericsson.com/downloads/dg\\_at\\_2003\\_r4a.pdf](http://www.sonyericsson.com/downloads/dg_at_2003_r4a.pdf)

23. PIC Basic  
[http://www.todopic.com.ar/pbp\\_sp.html](http://www.todopic.com.ar/pbp_sp.html)

24. Circuito impreso  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_impreso](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_impreso)  
<http://www.pablin.com.ar/electron/cursos/pcb/>

# **ANEXOS**