



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**  
**APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA:**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD**  
**PARA EL BLOQUEO DE ENCENDIDO DE UN VEHÍCULO**  
**MEDIANTE ALCOCHECK**

**AUTOR:**

**EDISON RODRIGO CUPUERÁN YÁNEZ**

**DIRECTOR:**

**Ing. ÁLVARO FUENTES**

**Ibarra - Ecuador**

**Julio 2013**

## AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

#### DATOS DE CONTACTO

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> | 1002733895                                  |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> | CUPUERÁN YÁNEZ EDISON RODRIGO               |
| <b>DIRECCIÓN:</b>           | AV. DE LOS SARANCES Y 13 DE JUNIO (OTAVALO) |
| <b>E-MAIL:</b>              | qpueran@hotmail.com                         |
| <b>TELÉFONO MÓVIL:</b>      | 0959551998 - 0998997022                     |

#### DATOS DE LA OBRA

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>TÍTULO:</b>                 | “IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA EL BLOQUEO DE ENCENDIDO DE UN VEHÍCULO MEDIANTE ALCOCHECK” |
| <b>AUTOR:</b>                  | EDISON RODRIGO CUPUERÁN YÁNEZ  |
| <b>FECHA:</b>                  | 2013/07/22   |
| <b>PROGRAMA:</b>               | PREGRADO   |
| <b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b> | Ingeniero en Mecatrónica   |
| <b>DIRECTOR:</b>               | Ing. Álvaro Fuentes  |

## **AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Edison Rodrigo Cupuerán Yáñez; con cédula de identidad Nro. 1002733895, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

Firma:.....

Nombre: Edison Rodrigo Cupuerán Yáñez

Cédula: 1002733895

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio de 2013

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL  
NORTE**

Yo, Edison Rodrigo Cupuerán Yánez; con cédula de identidad Nro. 1002733895, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA EL BLOQUEO DE ENCENDIDO DE UN VEHÍCULO MEDIANTE ALCOCHECK, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en La Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma:.....

Nombre: Edison Rodrigo Cupuerán Yánez

Cédula: 1002733895

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio de 2013

## CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio de 2013



Firma:.....

Nombre: Edison Rodrigo Cupuerán Yáñez

Cédula: 1002733895

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edison Rodrigo Cupuerán Yáñez, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Álvaro Fuentes', is written over a horizontal dashed line. The signature is stylized and cursive.

**Ing. Álvaro Fuentes**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **DEDICATORIA**

A mis hermanas María Isabel y Fátima Elizabeth, quienes son mi gran alegría e inspiración.

Tal vez no puedan cambiar el pasado, pero siempre podrán hacer algo para mejorar su futuro. El presente ha hecho que piense en el mañana y estoy convencido que mañana será un día mejor. Esta meta que se ha cumplido, ayer empezó como una novela de ciencia ficción, mañana ustedes la terminarán como un reportaje.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y familia por el esfuerzo incansable y la lucha constante, por todo su apoyo y sus oraciones a cada instante.

Ing. Ramiro Valencia, gracias de corazón por tu apoyo y dirección acertada, ya que mediante tú, hoy logro cumplir uno de mis objetivos más anhelados.

Mi entero agradecimiento a mis queridos amigos Fernando, Ricardo y Pablo por su cariño apoyo y paciencia en muchos momentos, especialmente en los que estaba por decaer, su compañía y sus palabras fueron mi gran motivación.

Gracias FICA y especialmente a los maestros de la carrera de Mecatrónica, por brindarme sus conocimientos y darme la oportunidad de superarme y crecer profesionalmente.

## CONTENIDO

|  |       |
|--|-------|
| AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD<br>TÉCNICA DEL NORTE .....               | ii    |
| AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....  | iii   |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA<br>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE..... | iv    |
| CONSTANCIA.....  | v     |
| CERTIFICACIÓN .....  | vi    |
| DEDICATORIA .....  | vii   |
| AGRADECIMIENTO .....   | viii  |
| CONTENIDO .....  | ix    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....   | xiii  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | xiv   |
| ANEXOS .....   | xvi   |
| RESUMEN .....  | xvii  |
| SUMMARY .....  | xviii |
| PRESENTACIÓN.....  | xix   |
| CAPÍTULO 1:.....   | 1     |
| ANÁLISIS DEL ENTORNO.....  | 1     |
| 1.1    INTRODUCCIÓN .....  | 1     |
| 1.2    ANÁLISIS SITUACIONAL.....   | 1     |
| 1.2.1    PROBLEMA.....   | 2     |
| 1.2.2    OBJETIVOS .....   | 3     |
| Objetivo General.....  | 3     |
| Objetivos Específicos .....  | 3     |
| 1.2.3    JUSTIFICACIÓN .....   | 4     |
| 1.3    ACCIDENTABILIDAD .....  | 4     |
| 1.3.1    ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO<br>OCURRIDOS DURANTE EL AÑO 2009 .....   | 7     |
| 1.4    FACTORES RELEVANTES QUE INFLUYEN EN LA ACCIDENTALIDAD .....                                   | 11    |
| 1.5    FACTORES RELEVANTES QUE INFLUYEN EN LA ACCIDENTALIDAD DE<br>LOS/AS JÓVENES .....              | 14    |
| 1.5.1    CONSUMO DE DROGAS Y ACCIDENTALIDAD.....   | 15    |

|  |    |
|--|----|
| 1.5.1.1 Alcohol.....   | 18 |
| 1.6 GÉNERO Y ACCIDENTALIDAD.....                                     | 22 |
| CAPÍTULO 2:.....   | 25 |
| FUNDAMENTO TEÓRICO .....   | 25 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN .....   | 25 |
| 2.2 INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA: ETAPAS .....                        | 25 |
| 2.3 SENSORES.....  | 27 |
| 2.3.1 TIPOS DE SENSORES .....  | 28 |
| 2.4 MICROCONTROLADOR .....   | 32 |
| 2.4.1 CARACTERÍSTICAS .....  | 35 |
| 2.5 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR RED CELULAR .....            | 36 |
| 2.5.1 TELEFONÍA CELULAR .....  | 36 |
| 2.5.2 TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR .....                            | 38 |
| 2.5.3 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES .....           | 39 |
| 2.5.3.1 Arquitectura de la Red GSM.....                              | 40 |
| 2.5.3.1.1 Estación Móvil MS .....                                    | 41 |
| 2.5.3.1.2 Estación Base BSS.....                                     | 42 |
| 2.5.3.1.3 Sistema de Conmutación y Red NSS .....                     | 43 |
| 2.5.4 SMS (SHORT MESSAGE SERVICE).....                               | 44 |
| 2.5.4.1 Características .....  | 45 |
| 2.5.4.2 Arquitectura .....   | 46 |
| 2.5.4.3 Modelo de Capas.....   | 47 |
| 2.5.4.4 Elementos del SMS.....                                       | 48 |
| 2.5.4.5 Tipos de SMS.....  | 49 |
| Punto a Punto .....  | 49 |
| Punto Multipunto.....  | 50 |
| 2.5.4.6 Aplicaciones.....  | 50 |
| 2.6 SISTEMA DE ENCENDIDO DEL AUTOMÓVIL .....                         | 52 |
| 2.6.1 SISTEMAS DE ENCENDIDO.....                                     | 52 |
| 2.6.1.1 Encendido Convencional (por ruptor).....                     | 52 |
| 2.6.1.2 Sistema de Encendido con Doble Ruptor y Doble Encendido..... | 56 |
| 2.6.1.3 Encendido Convencional con Ayuda Electrónica.....            | 58 |
| CAPÍTULO 3:.....   | 63 |

|   |    |
|---|----|
| DISEÑO DEL SISTEMA .....  | 63 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN .....  | 63 |
| 3.2 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO .....                          | 63 |
| 3.2.1 CONVERTIDOR DE NIVELES RS232/TTL.....                           | 63 |
| 3.2.2 PUERTO DE CONEXIÓN PARA LA CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO<br>SMS..... | 65 |
| 3.2.3 MICROCONTROLADOR ATMEGA164P .....                               | 65 |
| 3.2.4 REGULADOR LM7805 .....  | 66 |
| 3.2.5 SENSOR DE ALCOHOL MQ-3 .....                                    | 67 |
| 3.2.6 MÓDULO CELULAR FASTRACK.....                                    | 68 |
| 3.3 SOFTWARE.....   | 69 |
| 3.3.1 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR .....                         | 69 |
| 3.3.1.1 Descripción de la Herramienta de Programación.....            | 69 |
| 3.3.1.2 Programación del Microcontrolador .....                       | 70 |
| 3.3.2 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO INALÁMBRICO .....                      | 70 |
| 3.3.2.1 Comandos AT importantes .....                                 | 71 |
| 3.3.2.2 Programación del Módulo Inalámbrico .....                     | 72 |
| 3.4 DIAGRAMAS DE PROCESO .....  | 72 |
| 3.4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES .....                                       | 72 |
| 3.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA.....                              | 73 |
| 3.5 DESARROLLO DEL SISTEMA .....                                      | 75 |
| 3.5.1 BLOQUE DE ADQUISICIÓN DE DATOS .....                            | 75 |
| 3.5.1.1 Acoplamiento del Sensor MQ-3 .....                            | 75 |
| 3.5.2 BLOQUE DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS .....                      | 78 |
| 3.5.3 BLOQUE DE APLICACIÓN.....                                       | 79 |
| 3.6 CONSTRUCCIÓN .....  | 80 |
| 3.6.1 ELABORACIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO .....                          | 80 |
| 3.6.1.1 Diagramas esquemáticos.....                                   | 80 |
| 3.6.1.2 Diagramas circuitales.....                                    | 81 |
| 3.6.2 MONTAJE DEL SISTEMA .....                                       | 82 |
| CAPÍTULO 4:.....  | 83 |
| PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO .....                                       | 83 |
| 4.1 INTRODUCCIÓN .....  | 83 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.2     | FUNCIONAMIENTO .....                     | 83  |
| 4.2.1   | PASOS A SEGUIR.....                      | 83  |
| 4.3     | RESULTADOS.....                          | 87  |
| 4.3.1   | TIEMPOS DE RESPUESTA.....                | 87  |
| 4.3.1.1 | Recepción de un Mensaje .....            | 87  |
| 4.3.1.2 | Tiempo de Respuesta del Sensor MQ-3..... | 87  |
| 4.3.1.3 | Tiempo para Activación de Encendido..... | 87  |
| 4.3.2   | LÍMITES DE TOLERANCIA DEL SISTEMA .....  | 88  |
| 4.3.2.1 | Falta de Suministro Eléctrico.....       | 88  |
| 4.3.2.2 | Funcionamiento Continuo.....             | 88  |
| 4.3.3   | PRUEBA DE ALIENTO .....                  | 88  |
| 4.3.3.1 | Falla de Sensor.....                     | 89  |
| 4.3.3.2 | Prueba de Aliento no Realizada .....     | 89  |
|         | CAPÍTULO 5:.....                         | 91  |
|         | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....     | 91  |
| 5.1     | CONCLUSIONES .....                       | 91  |
| 5.2     | RECOMENDACIONES.....                     | 92  |
|         | BIBLIOGRAFÍA .....                       | 95  |
|         | ANEXOS .....                             | 101 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>Figura 1</b>  | <b>Vehículos Matriculados por Uso</b> .....                                 | <b>6</b>  |
| <b>Figura 2</b>  | <b>Víctimas Mortales por Categorías de Usuario</b> .....                    | <b>7</b>  |
| <b>Figura 3</b>  | <b>Etapas Generales de un Sistema de Medición</b> .....                     | <b>25</b> |
| <b>Figura 4</b>  | <b>Esquema de un Microcontrolador</b> .....                                 | <b>35</b> |
| <b>Figura 5</b>  | <b>Distribución de las Celdas y la central de comunicación</b> .....        | <b>37</b> |
| <b>Figura 6</b>  | <b>Arquitectura GSM</b> .....   | <b>40</b> |
| <b>Figura 7</b>  | <b>Tarjeta SIM</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>Figura 8</b>  | <b>Diagrama de Bloques BTS</b> .....  | <b>42</b> |
| <b>Figura 9</b>  | <b>Estructura de Red SMS</b> .....  | <b>46</b> |
| <b>Figura 10</b> | <b>Mobile Originated (MO)</b> .....   | <b>49</b> |
| <b>Figura 11</b> | <b>Mobile Terminated (MT)</b> .....   | <b>50</b> |
| <b>Figura 12</b> | <b>Encendido Convencional</b> .....   | <b>53</b> |
| <b>Figura 13</b> | <b>Esquema Eléctrico del Encendido Convencional</b> .....                   | <b>54</b> |
| <b>Figura 14</b> | <b>Ruptor Abierto y Cerrado</b> .....                                       | <b>55</b> |
| <b>Figura 15</b> | <b>Variaciones de Corriente y Tensión</b> .....                             | <b>56</b> |
| <b>Figura 16</b> | <b>Sistema de Encendido Doble (8 cilindros)</b> .....                       | <b>57</b> |
| <b>Figura 17</b> | <b>Sistema de Doble Encendido (Twin Spark)</b> .....                        | <b>58</b> |
| <b>Figura 18</b> | <b>Encendido con Ayuda Electrónica</b> .....                                | <b>60</b> |
| <b>Figura 19</b> | <b>Componentes y Esquema de Conexiones</b> .....                            | <b>61</b> |
| <b>Figura 20</b> | <b>Circuito Básico de Conexión Max232</b> .....                             | <b>64</b> |
| <b>Figura 21</b> | <b>Puerto de Configuración</b> .....  | <b>65</b> |
| <b>Figura 22</b> | <b>Pines ATMEGA164P</b> .....   | <b>66</b> |
| <b>Figura 23</b> | <b>Conexión típica y distribución de pines</b> .....                        | <b>66</b> |
| <b>Figura 24</b> | <b>Sensor MQ-3</b> .....  | <b>67</b> |
| <b>Figura 25</b> | <b>Fastrack Supreme 20</b> .....  | <b>68</b> |
| <b>Figura 26</b> | <b>Entorno de trabajo BASCOM AVR</b> .....                                  | <b>70</b> |
| <b>Figura 27</b> | <b>Comunicación entre el Módulo Fastrack y una aplicación externa</b> ..... | <b>71</b> |
| <b>Figura 28</b> | <b>Características de sensibilidad del sensor</b> .....                     | <b>76</b> |
| <b>Figura 29</b> | <b>Dependencia de MQ-3 a la temperatura y humedad</b> .....                 | <b>77</b> |
| <b>Figura 30</b> | <b>Circuito para el control de Encendido</b> .....                          | <b>79</b> |
| <b>Figura 31</b> | <b>Placa N° 1 Real World PCB</b> .....                                      | <b>80</b> |
| <b>Figura 32</b> | <b>Placa N° 2 Real World PCB</b> .....                                      | <b>81</b> |
| <b>Figura 33</b> | <b>Elementos soldados</b> .....   | <b>81</b> |
| <b>Figura 34</b> | <b>Caja Contenedora</b> .....   | <b>82</b> |
| <b>Figura 35</b> | <b>Montaje Final del Sistema</b> .....                                      | <b>82</b> |
| <b>Figura 36</b> | <b>Ignición del Vehículo</b> .....  | <b>83</b> |
| <b>Figura 37</b> | <b>Botón de ON/OFF del Sistema</b> .....                                    | <b>84</b> |
| <b>Figura 38</b> | <b>Inicialización de Sistema</b> .....                                      | <b>84</b> |
| <b>Figura 39</b> | <b>Prueba de Aliento</b> .....  | <b>85</b> |
| <b>Figura 40</b> | <b>Prueba de Aliento dentro de los límites permitidos</b> .....             | <b>85</b> |
| <b>Figura 41</b> | <b>Prueba de Aliento fuera de los límites permitidos</b> .....              | <b>86</b> |
| <b>Figura 42</b> | <b>Avería de sensor o no existió prueba de aliento</b> .....                | <b>86</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>Tabla 1</b> | <b><i>Predicciones del Número de Víctimas Mortales de Tránsito.....</i></b> | <b>6</b>  |
| <b>Tabla 2</b> | <b><i>Tipos de Accidente de Tránsito .....</i></b>                          | <b>8</b>  |
| <b>Tabla 3</b> | <b><i>Mes de Ocurrencia .....</i></b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>Tabla 4</b> | <b><i>Día de Ocurrencia .....</i></b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>Tabla 5</b> | <b><i>Hora de Ocurrencia .....</i></b>                                      | <b>10</b> |
| <b>Tabla 6</b> | <b><i>Causas Basales de Accidentalidad.....</i></b>                         | <b>12</b> |
| <b>Tabla 7</b> | <b><i>Causas Concurrentes de Accidentalidad.....</i></b>                    | <b>19</b> |
| <b>Tabla 8</b> | <b><i>Efectos del Alcohol en la Conducción.....</i></b>                     | <b>22</b> |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <i>Ecuación 1</i> | <i>Relación entre <math>R_s</math> y <math>R_L</math></i> ..... | 76 |
| <i>Ecuación 2</i> | <i>Relación entre <math>R_s/R_o</math></i> .....                | 77 |
| <i>Ecuación 3</i> | <i>Comportamiento logarítmico de MQ-3</i> .....                 | 78 |
| <i>Ecuación 4</i> | <i>Respuesta del sensor MQ-3</i> .....                          | 78 |

## **ANEXOS**

|                     |            |
|---------------------|------------|
| <b>ANEXO 1.....</b> | <b>102</b> |
| <b>ANEXO 2.....</b> | <b>110</b> |
| <b>ANEXO 3.....</b> | <b>112</b> |
| <b>ANEXO 4.....</b> | <b>114</b> |
| <b>ANEXO 5.....</b> | <b>115</b> |

## RESUMEN

El presente trabajo desarrolla un dispositivo que detecta el porcentaje de alcohol en el aliento, el cual a su vez impedirá a conductores en estado etílico manejar un vehículo.

El diseño consta de un sensor semiconductor de gas (Alcohol) que se comunica con un circuito electrónico colocado en el automóvil, impidiendo que el motor funcione si en la muestra de aliento del conductor se encuentra alcohol por encima del nivel legal. Antes de encender el vehículo, el conductor debe soplar en una pequeña unidad para proporcionar una muestra de aliento que pasa por un sensor, la muestra entonces es analizada en un microprocesador y el resultado de alcoholemia se lo observará en una pantalla LCD, además una pequeña luz roja o verde se ilumina. Si se enciende la luz verde el dispositivo transmitirá una señal al coche y se podrá encender el motor. Sin embargo, si el dispositivo detecta una cantidad inadecuada de alcohol en el conductor, se mostrará la luz roja, y el motor no se encenderá, seguirá inmovilizado; si ocurre este caso se enviará un mensaje de texto a tres diferentes números de celular, estos números deberán ser de personas cercanas al conductor informando que el conductor intenta conducir en estado etílico y que el vehículo no se va a encender.

El software de este diseño podrá ser ajustado según los límites legales de alcohol en la sangre. De esta manera evitaremos el encendido y por ende la conducción del automotor si su conductor sobrepasa los límites normales o permitidos de alcohol dentro de su cuerpo.

## SUMMARY

This present work develops a device that detects the percentage of alcohol in the breath, which in turn will prevent intoxicated drivers from driving a vehicle.

The design consists of a semiconductor gas sensor (Alcohol) which communicates with an electronic circuit placed in the vehicle, preventing the engine if the driver's breath sample is above the level of alcohol allowed. Before starting the vehicle, the driver must blow into a small unit to provide a breath sample which passes through a sensor. The sample is then analyzed by a microprocessor and the breathalyzer result will be noticed on a LCD screen. Furthermore, a small red or green light illuminates. If the light turns green, the device will transmit a signal to the car and the engine can be started. However, if the device detects an inadequate amount of alcohol in the driver, it will show the red light, and the engine will not turn on; it will continue immobilized; if this is the case, it will send a text message to three different phone numbers. These numbers must be from people close to the driver, informing the driver that they are driving intoxicated and that the vehicle is not turning on.

The software of this design can be adjusted according to the legal limits of alcohol in blood. In this way, we will avoid ignition and thus driving the motor, if the driver exceeds the normal limits or permitted alcohol in blood.

## **PRESENTACIÓN**

El trabajo que se presenta desarrolla un sistema de seguridad que impide el arranque y la conducción de un vehículo cuando el conductor se encuentra bajo los efectos del alcohol; el cual consta de cinco capítulos.

En el primer capítulo se muestra un análisis del entorno en nuestro país, tomando como referencia la Accidentabilidad así como los factores relevantes que influyen en esta, entre ellos el alcohol.

El segundo capítulo refiere el marco teórico que es toda la información sobre la instrumentación electrónica, transmisión de datos, sistemas de encendido de los vehículos etc. requeridos para la elaboración de este trabajo.

En el tercer capítulo se describe los dispositivos a los que estará acoplado el sistema, las etapas que conforman el mismo con sus respectivos diagramas, también se muestran las placas de los circuitos impresos.

En el cuarto capítulo se mencionan las pruebas realizadas con el protocolo de comunicación y se describe el funcionamiento del software y hardware para la aplicación de este sistema.

El quinto capítulo trata finalmente sobre todas las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante todo el desarrollo de este trabajo.



## **CAPÍTULO 1:**

### **ANÁLISIS DEL ENTORNO**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta un análisis de los accidentes de tránsito causados por el consumo de alcohol, ya que el consumo de este produce la reducción de la capacidad de conducción.

Es conocido a nivel internacional, y nuestro país no escapa a esta realidad, que como señala la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 50% de la morbi-mortalidad vinculada a accidentes de tránsito está asociada al consumo de alcohol. El alcohol hace que quien conduce deteriore marcadamente su función psicomotora y la capacidad para conducir con seguridad, ya que disminuyen las funciones cognitivas, perceptivas y motoras de manera que en cuanto mayor es el consumo, mayor es la pérdida de estas funciones. Se dispone de gran cantidad de datos e investigaciones sobre la pérdida de habilidad motora bajo la influencia del alcohol. Al respecto, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) sostiene que un conductor que bebe antes de manejar, tiene 17 veces más riesgo de tener un choque fatal.

#### **1.2 ANÁLISIS SITUACIONAL**

A nivel mundial se calcula que cada año, alrededor de 1,24 millones de vidas se pierden como consecuencia de los accidentes de tránsito. De esta cifra, el 59% están entre las edades de 15 y 44 años, y el 77% son hombres. Entre las causas se ubican el consumo de alcohol que genera

entre el 10 y el 15% de los accidentes, señala el informe de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2010).

Hasta registros del 2010, se estimó a cerca de 3.300 el número total de fatalidades en las vías, según datos del Ministerio de Transporte y de Obras Públicas (MTO, 2013).

Y según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Ecuador registra una tendencia creciente en el número de muertes por accidentes de tránsito, siendo cerca de 18.600 el número de víctimas fatales acumulado en los últimos 12 años.

El gobierno ha realizado acciones positivas como son la legislación que restringe la velocidad a 50Km/h en las zonas urbanas, los límites de alcoholemia que están entre 0,03 y 0,01 gramos por decilitro de sangre y el control al uso de celulares para los conductores.

La Agencia Nacional de Tránsito (ANT) ha elaborado y se está implementando en parte, el Plan Nacional de Seguridad Vial para el período 2013-2020; este tiene como objetivo el de lograr salvar 10.762 vidas. Esto representaría una disminución del 56% de víctimas pues la proyección anual sugiere que sin la implementación de medidas adicionales 29.959 personas fallecerían. Cabe destacar que el presente trabajo proporciona datos del último anuario estadístico del Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT) realizado en el 2009.

### **1.2.1 PROBLEMA**

La causa más frecuente de muerte entre los 16 y los 24 años son los accidentes de tránsito debido a la ingesta excesiva de alcohol, ya que su nivel de concentración en la sangre resulta ser directamente proporcional a la probabilidad de sufrir un accidente de tránsito. El alcohol es por tanto, la causa que más incidencia tiene en la accidentalidad, convirtiéndose de esta

forma en una de las lacras más graves de las carreteras. El exceso de consumo de alcohol produce alteraciones físicas y psíquicas que perjudican gravemente a una conducción segura. Un conductor consciente o inconscientemente procesa permanentemente información del tránsito en el momento de su conducción. Continuamente busca y selecciona mensajes útiles para su seguridad, tanto del entorno como de sí mismo. Sólo una correcta atención permitirá una adecuada conducción. Y dentro de este contexto el consumo de alcohol juega un rol sumamente negativo, restándole al conductor aptitudes necesarias para el manejo.

### **1.2.2 OBJETIVOS**

#### Objetivo General

- Construir un sistema de seguridad que impide el arranque de un vehículo cuando el conductor se encuentra bajo los efectos del alcohol.

#### Objetivos Específicos

- Diseñar un dispositivo que permita medir el grado de alcoholemia en el aliento de un conductor.
- Desarrollar un sistema capaz de restringir el encendido de un automóvil de acuerdo al nivel de alcohol en el aliento del conductor.
- Implementar un sistema de alertas SMS cuando el conductor supere los niveles permitidos de alcohol mediante un módulo celular.

### **1.2.3 JUSTIFICACIÓN**

Está perfectamente demostrado que el alcohol deteriora marcadamente la función psicomotora y la capacidad para conducir con seguridad. Quizás uno de los efectos más importantes, es que el alcohol aumenta el tiempo de reacción, es decir, aumenta el tiempo que tarda la persona, después de percibir plenamente las sensaciones y/o recibir información, en decidir qué debe hacer y cuándo actuar. Asimismo, el alcohol produce importantes efectos sobre la coordinación bimanual, deteriorándola, y sobre la atención y la resistencia a la monotonía. Además, se altera la capacidad para juzgar la velocidad, la distancia y la situación relativa del vehículo, así como la capacidad para seguir una trayectoria o hacer frente a una situación inesperada.

Los efectos del alcohol sobre las distintas funciones relacionadas con el rendimiento psicomotor y la capacidad para conducir, así como el riesgo de sufrir un accidente de tráfico, varían principalmente según la edad, forma de consumo de alcohol (habitual, esporádico), la experiencia en la conducción de vehículos e incluso según el tipo de colisión (sólo un vehículo o colisión múltiple).

En consecuencia, el elevado número de accidentes de tránsito que tienen una relación directa con el excesivo consumo de bebidas alcohólicas es muy preocupante, es entonces que la tecnología da pie al desarrollo de este tipo de dispositivos con el fin de controlar los niveles de alcohol ingeridos por los conductores, y así de esta manera contribuir a un mejor nivel de vida.

## **1.3 ACCIDENTABILIDAD**

Los accidentes de tránsito representan hoy día uno de los principales problemas de Salud Pública. Las lesiones sufridas en carretera se sitúan

entre la segunda y tercera causa de muerte en el mundo en el grupo de edad comprendido entre 5 y 44 años; si se tienen en cuenta todas las edades, esta causa se situaría en la posición número once, dentro de los principales factores de morbilidad, con tendencia a aumentar en los próximos años (OMS, 2004). Su importancia sanitaria reside en tres aspectos claves: la elevada morbilidad y mortalidad que producen, las secuelas sociales, físicas y psíquicas que generan a corto y largo plazo, y el elevado coste económico que representan: intervenciones de emergencia, atención médica y rehabilitación, procedimientos judiciales, indemnizaciones de las compañías de seguros, pensiones por discapacidad y otros.

La vertiginosa modernización sumada al desarrollo exponencial de la tecnología en las últimas décadas, ha permitido a nuestro país acceder a vehículos terrestres cada vez más veloces y seguros. Pero esto no ha sido aparejado con la capacidad y responsabilidad de los conductores en materias de tránsito, ni en el conocimiento de los peatones y pasajeros de las conductas viales que deben cumplir. En este contexto, las estadísticas muestran un panorama complejo y problemático. Los antecedentes que maneja la OMS señalan que en el mundo mueren aproximadamente 1.2M de personas y entre 20 - 50M padecen traumatismos no mortales anualmente, producto de accidentes de tránsito. Tal realidad no escapa a Ecuador; lo grave es que, el denominador común de responsabilidad, es el factor humano (SIAT, 2009).

Para un análisis objetivo de la accidentalidad en el Ecuador, se requiere el uso de indicadores internacionalmente aceptados como: accidentalidad y consecuencias (muertos y lesionados) cada 100.000 habitantes. En el Tabla 1 se muestra el resultado de un estudio realizado por el Banco Mundial, sobre víctimas mortales del tránsito y crecimiento económico. Se proyecta que el número anual de muertes causadas por el tránsito en los países de ingresos altos descienda en un 27% entre 2000 y 2020. Se prevé que aumentarán en un 83% en seis regiones en las que se concentran los países de ingresos bajos y medianos (SIAT, 2009).

| Región                               | Número de países | 1990       | 2000       | 2010       | 2020        | Variación (%) 2000-2020 | Tasa de Letalidad (defunciones/100000 personas) |             |
|--------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------------------|---|-------------|
|                                      |                  |            |            |            |             |                         | 2000  | 2020        |
| África Subsahariana                  | 46               | 59         | 80         | 109        | 144         | 80                      | 12,3  | 14,9        |
| América Latina y el Caribe           | 31               | 90         | 122        | 154        | 180         | 48                      | 26,1  | 31,0        |
| Asia meridional                      | 7                | 87         | 135        | 212        | 330         | 144                     | 10,2  | 18,9        |
| Asia oriental y el Pacífico          | 15               | 112        | 188        | 278        | 337         | 79                      | 10,9  | 16,8        |
| Europa oriental y Asia central       | 9                | 30         | 32         | 36         | 38          | 19                      | 19,0  | 21,2        |
| Oriente medio y África septentrional | 13               | 41         | 56         | 73         | 94          | 68                      | 19,2  | 22,3        |
| Subtotal                             | 121              | 419        | 613        | 862        | 1124        | 83                      | 13,3  | 19,0        |
| Países de ingresos altos             | 35               | 123        | 110        | 95         | 80          | -27                     | 11,8  | 7,8         |
| <b>Total</b>                         | <b>156</b>       | <b>542</b> | <b>723</b> | <b>957</b> | <b>1204</b> | <b>67</b>               | <b>13,0</b>                                     | <b>17,4</b> |

**Tabla 1 Predicciones del Número de Víctimas Mortales de Tránsito**  
Fuente: Banco Mundial

El gráfico Vehículos Matriculados x Uso 2007 2008 muestra el parque automotor en Ecuador y su crecimiento en 2008 con respecto a 2007. Para el año 2009 si continúa la tendencia aproximadamente estarán matriculados 1.03 millones de vehículos.

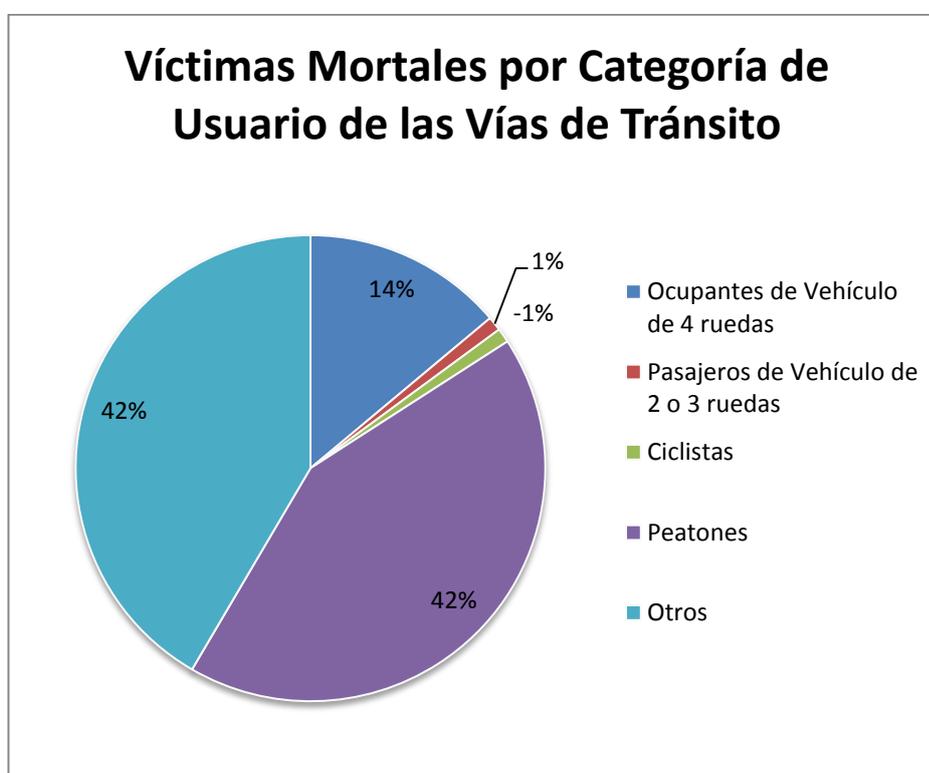


**Figura 1 Vehículos Matriculados por Uso**  
Fuente: INEC Anuario de Estadísticas de Transporte 2008

### 1.3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO OCURRIDOS DURANTE EL AÑO 2009

#### a) Tendencias Mortalidad y Tipo de Víctima

El 85% de las víctimas fatales están entre Peatones y otros (Conductores de vehículos de 4 ruedas), el tercer grupo con el 14% lo constituyen los ocupantes de vehículos de 4 ruedas. Sin embargo se tiene que especificar claramente el grupo otros.



**Figura 2 Víctimas Mortales por Categorías de Usuario**  
**Fuente: Archivo SIAT Pichincha**

## b) Tipos de Accidentes de Tránsito

| TIPO ACCIDENTE                     | Cantidad   | %           | %Acumulado |
|------------------------------------|------------|-------------|------------|
| CHOQUE LATERAL ANGULAR             | 107        | 30,92%      | 30,92%     |
| ESTRELLAMIENTO                     | 67         | 19,36%      | 50,29%     |
| CHOQUE LATERAL PERPENDICULAR       | 39         | 11,27%      | 61,56%     |
| CHOQUE POR ALCANCE                 | 28         | 8,09%       | 69,65%     |
| ATROPELLO                          | 25         | 7,23%       | 76,88%     |
| PÉRDIDA DE LA PISTA DE CIRCULACIÓN | 23         | 6,65%       | 83,53%     |
| CHOQUE FRONTAL EXCÉNTRICO          | 22         | 6,36%       | 89,88%     |
| COLISIÓN                           | 10         | 2,89%       | 92,77%     |
| VOLCAMIENTO                        | 8          | 2,31%       | 95,09%     |
| ROZAMIENTO                         | 4          | 1,16%       | 96,24%     |
| ARROLLAMIENTO                      | 4          | 1,16%       | 97,40%     |
| ACCIDENTE DE TRÁNSITO              | 2          | 0,58%       | 97,98%     |
| CHOQUE FRONTAL LONGITUDINAL        | 2          | 0,58%       | 98,55%     |
| CAIDA DE PASAJERO                  | 2          | 0,58%       | 99,13%     |
| ROCE NEGATIVO                      | 1          | 0,29%       | 99,42%     |
| ROCE POSITIVO                      | 1          | 0,29%       | 99,71%     |
| ACCIDENTE FERROVIARIO              | 1          | 0,29%       | 100,00%    |
| <b>Total</b>                       | <b>346</b> | <b>100%</b> |            |

**Tabla 2 Tipos de Accidente de Tránsito**  
**Fuente: Archivo SIAT Pichincha**

El “CHOQUE LATERAL ANGULAR”, es el tipo de accidente con más ocurrencia en el periodo de estudio con 107 accidentes, los tres primeros tipos de accidentes representan el 62% del total de accidentes.

## c) Mes, Día y Hora de Ocurrencia

| Mes          | Cantidad   | %           |
|--------------|------------|-------------|
| MAYO         | 44         | 12,72%      |
| SEPTIEMBRE   | 37         | 10,69%      |
| JULIO        | 36         | 10,40%      |
| FEBRERO      | 33         | 9,54%       |
| ABRIL        | 33         | 9,54%       |
| MARZO        | 31         | 8,96%       |
| ENERO        | 28         | 8,09%       |
| OCTUBRE      | 26         | 7,51%       |
| AGOSTO       | 26         | 7,51%       |
| NOVIEMBRE    | 21         | 6,07%       |
| JUNIO        | 21         | 6,07%       |
| DIECIEMBRE   | 10         | 2,89%       |
| <b>Total</b> | <b>346</b> | <b>100%</b> |

**Tabla 3 Mes de Ocurrencia**  
**Fuente: Archivo SIAT Pichincha**

| Día          | Cantidad   | %              |
|--------------|------------|----------------|
| VIERNES      | 64         | 18,50%         |
| SÁBADO       | 60         | 17,34%         |
| DOMINGO      | 52         | 15,03%         |
| MIÉRCOLES    | 46         | 13,29%         |
| MÁRTES       | 44         | 12,72%         |
| JUEVES       | 43         | 12,43%         |
| LUNES        | 37         | 10,69%         |
| <b>Total</b> | <b>346</b> | <b>100,00%</b> |

**Tabla 4 Día de Ocurrencia**  
**Fuente: Archivo SIAT Pichincha**

| <b>Hora</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>%</b>       |
|--------------|-----------------|----------------|
| 06 08        | 40              | 11,56%         |
| 16 18        | 40              | 11,56%         |
| 08 10        | 37              | 10,69%         |
| 18 20        | 35              | 10,12%         |
| 20 22        | 30              | 8,67%          |
| 12 14        | 28              | 8,09%          |
| 10 12        | 24              | 6,94%          |
| 22 00        | 23              | 6,65%          |
| 00 02        | 23              | 6,65%          |
| 14 16        | 21              | 6,07%          |
| 04 06        | 21              | 6,07%          |
| 02 04        | 17              | 4,91%          |
| 19 21        | 2               | 0,58%          |
| 16 19        | 1               | 0,29%          |
| 05 07        | 1               | 0,29%          |
| 02 15        | 1               | 0,29%          |
| 01 03        | 1               | 0,29%          |
| 00 03        | 1               | 0,29%          |
| <b>Total</b> | <b>346</b>      | <b>100,00%</b> |

**Tabla 5 Hora de Ocurrencia**  
**Fuente: Archivo SIAT Pichincha**

En cuanto a la fecha de ocurrencia de los accidentes de tránsito en lo que se refiere al mes, el 52% de todos los informes ocurrieron en los meses de Febrero, Abril, Mayo, Julio y Septiembre; en lo que se refiere al día los días Viernes, Sábado y Domingo aportan con el 51% de accidentes y por último las horas de más accidentalidad son de 06h00 a 10h00 en la mañana y en la tarde de 18h00 a 22h00 con el 53% de todos los accidentes en los que se elaboró un informe tipo C por parte del SIAT Norte.

## **1.4 FACTORES RELEVANTES QUE INFLUYEN EN LA ACCIDENTALIDAD**

El acto de conducir un vehículo es una actividad compleja. El conductor se convierte en un procesador de información: recibe, evalúa, decide y actúa. Todo ello se produce en intervalos de tiempo muy pequeños, por lo que es importante que todos los mecanismos psicofísicos estén en condiciones óptimas. Factores como el cansancio, la fatiga, la ingestión de bebidas alcohólicas o drogas legales e ilegales, pueden alterar ese proceso de toma de decisiones, aumentando el riesgo de accidentes.

Se ha puesto de manifiesto la importancia del deterioro de las condiciones físicas en la accidentalidad de los conductores, como son percepción visual, estilo perceptivo, atención, memoria, estrategias para la solución de problemas, pensamiento espacial, tiempo de reacción, flexibilidad, coordinación motora, medicación y condiciones médicas (Eby, D. W.; Trombley, D. A.; Molnar, L. J.; Shope, J. T., 1998).

A menudo olvidamos que una conducción segura depende de circunstancias a las que tal vez no damos la debida importancia, por ejemplo el conducir en un estado físico o mental que reduzca nuestra capacidad de atención y respuesta. La presencia de ciertas patologías y/o el uso de ciertos fármacos son dos ejemplos de esta situación.

Así, se observa que el uso de muchos fármacos que habitualmente se consumen por prescripción médica, o por automedicación, puede producir una disminución de la atención y de la capacidad de reacción y lentitud a la hora de tomar una decisión. Además pueden producir somnolencia, dificultad de concentración, vértigos, síncope, y todo esto puede aumentar el riesgo de accidente cuando se conduce bajo los efectos de dichos fármacos (Barbone, 1998; Del Río, 1993; Garrido, 1991; Prada, 1993). A pesar de que se conoce el riesgo, muchas personas conducen bajo sus efectos por imprudencia o por desinformación (Del Río, 1993).

Tradicionalmente, la actividad médica en relación con los accidentes de tráfico, ha centrado sus esfuerzos en una labor de tipo asistencial al accidentado y de rehabilitación de sus lesiones. Siendo muy escasa su participación en actividades preventivas, a pesar del gran papel que puede desarrollar. Creemos que resulta fundamental la investigación con miras a desarrollar medidas de carácter preventivo, que desarrollen su actuación e influencia antes de que el accidente de tráfico se produzca.

|            | <b>Causa Basal</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>%</b>       |
|------------|---|-----------------|----------------|
| <b>A2</b>  | Conduce con falta de atención a las condiciones de seguridad vial del entorno                 | 75              | 21,68%         |
| <b>A10</b> | No cede el derecho preferente de vía o preferencia de paso, al cual está obligado ha hacerlo  | 58              | 16,76%         |
| <b>A13</b> | Invade, circula en sentido contrario y obstruye el carril normal de circulación               | 48              | 13,87%         |
| <b>A9</b>  | Conduce con sus condiciones deficientes (sueño, cansancio, fatiga)                            | 35              | 10,12%         |
| <b>A8</b>  | No toma las medidas de seguridad vial   | 28              | 8,09%          |
| <b>A7</b>  | Realiza maniobras riesgosas, temerarias y antirreglamentarias sin guardar la seguridad vial   | 24              | 6,94%          |
| <b>A12</b> | Ingresa al cruce o intersección de vías sin respetar el aparato óptico luminoso               | 19              | 5,49%          |
| <b>A11</b> | No respeta el entorno de seguridad reglamentario  | 11              | 3,18%          |
| <b>A1</b>  | Conduce sin mantener una distancia prudente de seguridad proporcional a su velocidad          | 11              | 3,18%          |
| <b>A3</b>  | Expone su seguridad al cruzar intempestivamente   | 9               | 2,60%          |
| <b>A14</b> | Falla previsible mecánica en los sistemas de los vehículos                                    | 9               | 2,60%          |
| <b>A6</b>  | Expone al riesgo su integridad y seguridad vial al transitar por un cruce no determinado      | 6               | 1,73%          |
| <b>A17</b> | Pierde dominio del móvil por carretera en mal estado  | 4               | 1,16%          |
| <b>A15</b> | Estacionar un vehículo sin tomar las medidas de seguridad                                     | 4               | 1,16%          |
| <b>A4</b>  | Pendiente   | 2               | 0,58%          |
| <b>A18</b> | Pierde el dominio por encontrarse aceite, laste o aditivo sobre la vía                        | 1               | 0,29%          |
| <b>A5</b>  | Conduce con sus alteraciones fisiológicas deficientes exponiéndose al riesgo y seguridad vial | 1               | 0,29%          |
| <b>A16</b> | Pierde el dominio del móvil por impactar aun semoviente que transita por la calzada           | 1               | 0,29%          |
|            | <b>Total</b>  | <b>346</b>      | <b>100,00%</b> |

**Tabla 6 Causas Basales de Accidentalidad**  
Fuente: Archivo SIAT Pichincha

Un factor importante que ha sido estudiado en relación con la accidentalidad de las personas es el llamado “factor humano”. Las causas A2, A10 y A13 producen el 52 % de accidentes investigados por el SIAT. Conducir con falta de atención a las condiciones de seguridad vial del

entorno produce el 22% de los accidentes investigados. Dentro de este factor humano se encontrarían fallos como la distracción, el alcohol, la fatiga y la velocidad inadecuadas, y carencias como el desconocimiento de factores de riesgo, como el sueño o la distracción, al margen del imprescindible conocimiento de la norma y su cumplimiento.

La fatiga asociada a largos periodos de conducción, podría explicar el 20-30% de los accidentes de circulación (Harris y Mackie, 1972; Harris, 1977; McDonal, 1980; Montoro, Carbonell, Tortosa y Sanmartín, 1996). La fatiga se podría definir como la incapacidad temporal de un receptor sensorial u órgano terminal motor para responder, debido a una sobrestimulación. Existe un amplio acuerdo sobre el hecho de que la fatiga tiene como principal consecuencia el empeoramiento de la ejecución conforme pasa el tiempo. Se podría decir que produce graves deterioros en las características psicológicas del conductor que podrían llevarle al accidente, como la disminución del nivel atencional, incremento del tiempo de reacción para frenar, disminución de la motivación, aceptación de mayores riesgos, cambios conductuales (agresividad o sobrevaloración de las propias posibilidades), etc. (Nelson, 1981; Montoro et al., 1996). La fatiga puede verse acentuada por la ingesta de alcohol u otras drogas (Montoro, Tortosa y Soler, 1988).

Ahora bien, los/as jóvenes presentan un nivel óptimo para la tarea requerida, ya que este grupo se encuentra en un excelente estado psicofísico y psicofisiológico para ejecutar con prontitud y eficacia las respuestas demandadas por el entorno de la conducción. Si el estado psicofísico y psicofisiológico, las condiciones médicas, la ingesta de fármacos asociada a ciertas patologías, etc., no pueden explicar la mayor tasa de accidentalidad de los/as jóvenes, sino que más bien parece que estos factores, anteriormente comentados, influyen en la accidentalidad de las personas mayores, ¿qué factores hay detrás de esta problemática?, ¿cuáles sí son los factores que influyen en la accidentalidad de los/as jóvenes?

## **1.5 FACTORES RELEVANTES QUE INFLUYEN EN LA ACCIDENTALIDAD DE LOS/AS JÓVENES**

Al parecer, otros aspectos de tipo psicológico y social podrían resultar relevantes en la prevención y disminución de los accidentes de tráfico en jóvenes. Aspectos que, por otro lado, han estado más olvidados por parte de los estudiosos en materia de seguridad vial. Dentro de éstos podrían estar las actitudes frente a la propia conducción y a la de los demás, las creencias, los valores ante la vida, la influencia del grupo de iguales, las habilidades sociales para hacer frente a la presión de dicho grupo, la intención de comportarse de manera segura ante el volante, las consecuencias positivas y negativas de mantener una conducción segura, etc. Se plantea pues, la necesidad de abordar otros aspectos potencialmente importantes y desconocidos que puedan arrojar luz a la hora de realizar intervenciones concretas y a medida para intentar reducir el elevado número de accidentes de jóvenes que cada año se producen en las carreteras.

Desde las primeras investigaciones en torno a la accidentalidad al volante, investigadores como Schuman, Pelz y Selzer (1967), establecen correlaciones significativas entre los accidentes de tráfico de los jóvenes y factores como la impulsividad, la rebelión ante las normas, la búsqueda intencionada del riesgo y las emociones cuando conducen. Martínez, Maestre y del Barrio (1990) proponen un perfil muy cercano a los motivos que lleva a algunos grupos de jóvenes a tomar decisiones más arriesgadas de lo normal en la conducción son:

- Necesidad de autoafirmación: que hace que algunos jóvenes sean más competitivos y se enfrenten más con las normas de tráfico.
- Sobrevaloración de la propia capacidad: que da lugar a que algunos jóvenes minimicen los efectos del alcohol cuando conducen o que consideren que no es necesario el uso de medidas de seguridad, como ponerse el cinturón o el casco, por ejemplo.

- Conducta exhibicionista en grupo: esto les lleva a realizar mayores maniobras de riesgo, en especial cuando van acompañados en el coche o en la moto.
- Asunción de un mayor nivel de riesgo: se sabe que el 50% de los jóvenes se “pican” habitualmente con otros conductores, y un 12% dice que se “pica” frecuentemente cuando conduce, y reconocen que disfrutan con ello.
- Mayor sensibilidad a los mensajes publicitarios: especialmente hacia aquellos anuncios que incitan claramente al riesgo.

Según Jonah y Dawson (1987), los/as jóvenes son más propensos que los adultos a desestimar situaciones imprevistas o peligrosas, e incluso tienen dificultad para reconocerlas como tales. De esta forma, presentan una proporción mayor que los adultos a llevar a cabo comportamientos de riesgo tales como conducir a gran velocidad, saltarse semáforos en rojo, realizar giros no permitidos, viajar con un conductor ebrio, o conducir después de haber consumido alcohol u otras drogas.

La presión ejercida por parte del grupo de iguales para comportarse de forma arriesgada, atendiendo a normas subjetivas internas al grupo, es clave a la hora de explicar los comportamientos de riesgo en los/as jóvenes. El sesenta y cinco por ciento de las muertes de adolescentes pasajeros en un vehículo ocurre cuando otro adolescente está al volante (U.S. Department of Transportation, 1999).

### **1.5.1 CONSUMO DE DROGAS Y ACCIDENTALIDAD**

Dada la importancia que tiene la elección del uso de drogas en la conducción de vehículos y de los factores que intervienen en dicha elección, en la determinación de los accidentes de tráfico, se hace necesaria una revisión de este tema. Se sabe que todas las drogas afectan a la capacidad

para conducir debido a sus efectos sobre el SNC (Sistema Nervioso Central), aunque de forma diferente según sean: depresoras de la actividad nerviosa (morfina, heroína, codeína, metadona, hipnóticos y tranquilizantes); o estimulantes, que incrementan la actividad nerviosa (anfetaminas, éxtasis, cocaína, etc.); u otras que modifican la actividad nerviosa (derivados del cáñamo, marihuana, hachís, LSD, etc.). Así, mientras que quienes han ingerido sustancias como la cocaína suelen practicar una conducción agresiva y temeraria, en el caso de la marihuana el manejo es lento y torpe. Respecto a las drogas de diseño, fundamentalmente el éxtasis, su efecto en la conducción es doblemente peligroso: por un lado estimulante y, por otro, altera la percepción (visión inadecuada de objetos, falta de concentración, etc.) (Tráfico, 2011).

En Estados Unidos en 2002, la mayoría (68%) de los conductores adolescentes usan drogas regularmente y conducen bajo sus efectos (Liberty Mutual and Students Against Destructive Decisions, 2002). En otro estudio realizado en adolescentes, entre un 13-18% de los adolescentes conductores de 17 a 21 años dijeron haber conducido bajo la influencia de algún tipo de droga ilegal (Substance Abuse and Mental Health Services Administration, 2003). Aproximadamente el 50% de la juventud estadounidense ha probado drogas ilícitas en la secundaria (Nanda y Konnur, 2006).

Se sabe que los/as jóvenes utilizan coche o moto de manera regular, y que alrededor de un 35% lo hace para desplazarse al lugar de trabajo o estudio y que un 85% lo utiliza por razones de ocio (vacaciones, fin de semana...). Lógicamente la suma de ambos porcentajes supera el 100, ya que algunos jóvenes lo utilizan por ambos motivos, aunque, como puede observarse, predominan los que lo usan sólo para la diversión y el ocio (Muñoz, 1996).

A la hora de revisar los efectos del uso de ciertas drogas, hay que resaltar que los diversos estudios que tratan de comprender los efectos de las drogas en los conductores de vehículos se han valido de una gran

variedad de pruebas y han considerado distintos niveles de droga. Por consiguiente, no resulta sorprendente que en ciertas ocasiones se pueda llegar a conclusiones contradictorias y no fundamentadas (Willette & Walsh, 1984).

Además, hay que tener en cuenta que en el caso de muchas drogas la alteración funcional que producen no es proporcional a la concentración en sangre. Algunas drogas actúan con mucha rapidez, en el sentido de que sus efectos se producen antes de que haya aumentado la concentración en sangre, mientras que en el caso de otras, ocurre todo lo contrario. También hay que tener en cuenta que una sola dosis de droga puede producir una amplia variedad de efectos en el comportamiento en distintas personas e incluso en la misma persona en diferentes ocasiones. Diversos factores como la edad, el sexo, las condiciones de salud, el estrés y la fatiga pueden influir en la magnitud del efecto de una droga. También pueden desempeñar un papel importante los antecedentes (historia clínica y psicológica de la persona), los estímulos actuales (complejidad de la tarea a realizar) y las consecuencias de la conducta (premios o castigos), para comprender los mecanismos del comportamiento (Willette & Walsh, 1984).

A pesar de las puntualizaciones realizadas anteriormente, debemos decir que diversos estudios han demostrado la existencia de una relación directa entre el uso de ciertas drogas y los accidentes de tráfico. Los expertos consideran que el segundo hábito en importancia de mayor riesgo de los conductores jóvenes es el consumo de alcohol y otras drogas (Gabinete de Estudios Sociológicos Bernard Krief, 1994).

Hoy por hoy este comportamiento, conducir bajo los efectos de las drogas, no ha sido estudiado en profundidad, teniendo en cuenta todos los factores que pueden estar interviniendo en su realización. Con el presente estudio, no se pretende, exclusivamente, determinar si los/as jóvenes consumen alcohol y otras drogas, en la conducción; se quiere ir más allá, y conocer también, cuáles son las causas de este comportamiento que

conlleva consecuencias tan devastadoras, como son los accidentes de tráfico.

### ***1.5.1.1 Alcohol***

Según una encuesta realizada a escolares de 14 a 18 años por el Observatorio Nacional de Drogas del Consejo Nacional de Control de Sustancias Psicotrópicas y Estupefacientes (Consep) en el año 2012, el alcohol sigue siendo la sustancia más consumida entre los/as jóvenes: un 80,6% declara haberlo consumido alguna vez, un 79,8% durante los doce meses previos a la entrevista y un 64% durante los treinta días previos. Los indicadores indirectos de consumo excesivo de alcohol presentan cifras elevadas: un 46,1% manifiesta haberse emborrachado alguna vez en la vida y un 27,3% en los últimos 30 días. A pesar de ello, sólo un 9% tiene la percepción de consumir mucho o bastante alcohol, es decir, la percepción de este tema como problema de salud es muy baja en la población estudiada. La edad de inicio al consumo de alcohol se sitúa en los 13,7 años. Los chicos consumen una cantidad de alcohol significativamente superior a las chicas, aunque éstas beban con más frecuencia. Se trata de consumos localizados fundamentalmente en el fin de semana: el 69,2% de los estudiantes que consumieron en los últimos 30 días restringieron su consumo al fin de semana exclusivamente. Se mantiene el patrón de consumo de alcohol característico de los adolescentes, consistente en el consumo de cervezas y combinados, preferentemente en lugares públicos, con amigos y durante los fines de semana (viernes, sábado y domingo). Los lugares habituales de consumo son los bares, discotecas y la calle. Así, el alcohol adquiere un papel fundamental como articulador del ocio y las relaciones sociales de los/as jóvenes.

|    | <b>Causa Concurrente</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>%</b>       |
|----|---|-----------------|----------------|
| B1 | Conduce con sus condiciones motoras reactivas y perceptivas reducidas producto de la ingesta de bebidas alcohólicas o sustancias psicotrópicas                  | 50              | 60,98%         |
| B2 | Conduce con sus condiciones emocionales alteradas o con disminución en la agudez mental producto de la ingesta de bebidas alcohólicas con una tasa no permitida | 18              | 21,95%         |
| B4 | Excede los límites de la velocidad permitida e inadecuada para el diseño de la configuración vial   | 7               | 8,54%          |
| B3 | Producto del desplazamiento tangencial que ocasiona al exceder la velocidad crítica de la que se encuentra constituido la configuración vial de la curva        | 7               | 8,54%          |
|    | <b>Total causas concurrentes</b>  | <b>82</b>       | <b>100,00%</b> |

**Tabla 7 Causas Concurrentes de Accidentalidad**  
**Fuente: Archivo SIAT Pichincha**

En Ecuador según el SIAT las causas con más frecuencia para un accidente de tránsito son B1 y B2 que acumulan el 83% de los accidentes, cabe señalar que se refieren a la ingesta de alcohol.

El alcohol en el sistema nervioso central produce efectos similares a los anestésicos generales y hace disminuir las habilidades psicomotrices. Dentro de los efectos físicos estarían: disminución del campo visual, perturbación del sentido del equilibrio, pérdida de precisión de los movimientos, disminución de la resistencia física, aumento de la fatiga, aumento de la fatiga y obnubilación de la visión. Dentro de los efectos psicológicos estarían: sentimiento de invulnerabilidad, subestimación del riesgo, sensación de ligereza del vehículo, sentimientos de impaciencia y agresividad hacia los otros y disminución de la capacidad de atención (Río, Gómez, Sancho, & Álvarez, 2002).

Existe un consenso científico de que el alcohol deteriora la habilidad de conducción, comenzando en concentraciones de 0,05% g/dl de alcohol en sangre (McClean, 1980). Los efectos del alcohol sobre el sistema nervioso central (SNC), actuando como anestésico, disminuyen la habilidad de conducción. La persona bajo los efectos del alcohol procesa más lentamente

y con menos eficiencia tanto la adquisición de información como el procesamiento de la misma, haciéndose más difícil ejecutar sin error las tareas de “atención dividida”, tales como girar el volante y frenar al mismo tiempo. La influencia del alcohol sobre la conducta y las emociones favorece las actitudes desinhibidas y eufóricas fomentando el desarrollo de tipos de conducción temeraria e imprudente (Álvarez, Río, & Prada, 1992).

En relación a las Víctimas de Accidentes de Tránsito en nuestro país el 75% resultaron heridos y el 25% fueron víctimas mortales; en cuanto al estado de los conductores, el 96% resultaron normales y el 4% embriagados o con aliento a licor; el 65% fueron hombres y el 35% mujeres y finalmente el 90% fueron pasajeros y conductores (SIAT, 2009).

El aumento de la probabilidad de sufrir un accidente de tráfico ya es significativo a partir de los 50 mg/dl. A los 100 mg/dl el riesgo es siete veces superior comparado con conductores que no han bebido. A partir de este nivel el riesgo aumenta de forma exponencial, de manera que con 150 mg/dl el riesgo es treinta veces mayor y con 175 mg/dl sería setenta veces mayor (Salleras, 1980). En general los efectos del alcohol sobre la conducción son:

- Perturbación del sentido del equilibrio.
- Los movimientos se hacen menos precisos.
- Disminución de la resistencia física.
- Aumento de la fatiga.
- Se calcula mal la distancia, la velocidad y la situación relativa del vehículo.
- Disminución de los reflejos.
- Aumento del tiempo de reacción.
- Deterioro de la coordinación bimanual.
- Disminución de la atención, tanto “concentrada” (referida a un solo objeto), como “difusa” (se distribuye simultáneamente en rapidísima sucesión entre numerosos objetos).
- Depreciación de la resistencia a la monotonía.

Cuando se consume alcohol se producen los siguientes problemas sobre la visión, que se agravan con el aumento de la alcoholemia:

- Dificultad para percibir el color rojo (de frenado, semáforos, señalizaciones de obras).
- Perturbación de la visión, dificultad para acomodar la vista a la luz y a la oscuridad y a los cambios de luz (autopistas, cruces, túneles, etc.).
- Apreciación inexacta/equivocada de las distancias (adelantamientos, entrada en curva, no respetar distancia de seguridad, etc.).
- Disminución del campo visual. La visión normal del ojo humano disminuye, quedando reducido el ángulo del campo visual, por lo que se pierden los estímulos que están en los laterales (cruces).
- Deterioro de la capacidad de seguir objetos con la vista.

El alcohol produce también unos efectos psicológicos y comportamentales que hacen que, cuando se conduce, no sólo no se sea consciente de la disminución de las facultades sino que se sienta todo lo contrario: hay sentimiento de invulnerabilidad, se subestima el riesgo, se tienen sentimientos de impaciencia y agresividad, está disminuida la capacidad de atención.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que los medicamentos ingeridos con alcohol pueden provocar efectos imprevisibles. En algunas enfermedades, beber alcohol incapacita totalmente para la conducción. Los estados de fatiga, sueño, cansancio, en combinación con el alcohol, aumentan el riesgo de accidentes. En estas situaciones, los estimulantes, las drogas y los medicamentos, no disminuyen el peligro; normalmente lo aumentan.

Los efectos del alcohol en la conducción se relacionan con el grado de alcoholemia o cantidad de alcohol en sangre, y con el incremento del riesgo de accidente, como se muestra en la siguiente tabla (Fundación Francisco Ferrer, 1995):

| Alcoholemia (mg/dl) | Efectos del alcohol en la conducción                                       | Incremento del riesgo x |
|---------------------|--|-------------------------|
| 0,15                | Disminución de los reflejos  | 1,2                     |
| 0,20                | Falsa apreciación de las distancias  | 1,5                     |
| 0,30                | Subestimación de la velocidad. Perturbación de los movimientos.<br>Euforia | 2                       |
| 0,50                | Incremento del tiempo de reacción  | 3                       |
| 0,80                | Perturbación general del comportamiento                                    | 4,5                     |
| 1,20                | Fuerte fatiga y pérdida de visión  | 9                       |
| 1,50                | Embriaguez notoria   | 16                      |

**Tabla 8 Efectos del Alcohol en la Conducción**  
**Fuente: Fundación Francisco Ferrer, 1995**

Las concentraciones de alcohol elevadas se encuentran con mayor frecuencia en los accidentes graves y en los que suelen estar implicados jóvenes entre 16-24 años de edad. La edad es un factor de riesgo muy importante de sufrir un accidente mortal tras haber consumido alcohol, como se ha comentado con anterioridad. Se estima que el riesgo relativo de sufrir un accidente mortal en los conductores con niveles de alcohol en sangre de 80 mg/100 ml es máximo entre los/as jóvenes de 16-17 años (165 veces) y entre los de 18-19 años (70 veces), descendiendo progresivamente con la edad.

## 1.6 GÉNERO Y ACCIDENTALIDAD

A nivel internacional, en un estudio llevado a cabo en el año 2002, el porcentaje de muertes por accidente de tráfico para ocupantes hombres de 16 a 19 años, fue aproximadamente el doble que el de las mujeres de esa misma edad (23 por 100,000 comparado con el 12 por 100,000) (C.D.C., 2004).

Para Sánchez (1995), estas diferencias no dependen de un único factor, en primer lugar, la asunción de riesgo está mejor aceptada socialmente cuando la hace el varón, ya que la actividad arriesgada forma parte de una ética heroica esencialmente masculina; también la exposición a riesgos mayores es más importante en el sexo masculino (conducción de vehículos de dos ruedas sobre todo); y finalmente, los muchachos, refiriéndose a una imagen viril, recurren con más frecuencia al alcohol y la embriaguez. De esta forma, los comportamientos que la sociedad promueve para que el varón se identifique, y pueda ser identificado, como un verdadero hombre, suponen adoptar actitudes favorecedoras de accidentes por una exposición excesiva al riesgo, minimización del peligro, competitividad, etc.



## CAPÍTULO 2:

### FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detalla los temas comprendidos para el desarrollo del sistema de transmisión de información para el bloqueo de encendido del vehículo, así como también el uso de la tecnología celular GSM para intercambiar esta información.

#### 2.2 INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA: ETAPAS

La instrumentación es la acción y efecto de instrumentar. Este verbo se refiere a disponer o preparar los instrumentos para lograr un propósito. La instrumentación electrónica, que es la encargada del diseño y manejo de instrumentos electrónicos para medir las variables físicas y químicas, define una serie de pasos necesarios para que un sistema de medición obtenga mediciones precisas y exactas.



**Figura 3 Etapas Generales de un Sistema de Medición**  
**Fuente: Autor**

Se muestra de manera general el proceso efectuado por un sistema de medición. A continuación se menciona de manera específica en qué consiste cada etapa.

- *Entrada.* Se refiere a la señal o señales que se obtienen y se van a estar procesando, regularmente esta entrada va a estar dada por un sensor.
  
- *Acondicionamiento de señal.* Para que la señal de entrada pueda ser debidamente procesada es necesario darle un acondicionamiento con procedimientos como:
  - Amplificación.
  - Filtrado.
  - Aislamiento.
  - Multiplexado.
  - Conversión A/D.
  
- *Procesamiento.* En esta etapa, la señal debidamente acondicionada entrará a una unidad de procesamiento, en donde será interpretada y procesada para posteriormente darle una salida que pueda ser leída o usada por el usuario. Podemos mencionar algunas formas de procesamiento como:
  - Filtrado digital.
  - Análisis de señal y extracción de información.
  - Síntesis.
  - Compresión.
  - Control
  
- *Salidas con formato.* De un sistema de medición se puede obtener más de una salida, que puede ser empleada como señal a otros sistemas o simplemente desplegada para ser leída.

Este conjunto de pasos son la base para el buen desarrollo de cualquier sistema de medición independientemente de la variable que sea medida.

## 2.3 SENSORES

Los sensores son una parte fundamental en el sistema ya que a través de estos se medirán las variables a controlar, y así obtener la información necesaria para que nuestro controlador funcione adecuadamente según las necesidades requeridas.

Los sensores son dispositivos que transforman una energía a otra. Nos referimos principalmente a los sensores eléctricos, aquellos cuya salida es una señal eléctrica (corriente o voltaje) en forma analógica o digital. Los sensores son aquellos que hacen la interacción entre el mundo físico y los sistemas de medición y control. Estos dispositivos se utilizan para todo tipo de proceso industrial y no industrial su propósito es monitorear, medir, controlar y procesar los datos obtenidos para su correcta utilización.

Los sensores no solo se limitan a la medición y detección de cantidades físicas. También se emplean para medir o detectar propiedades químicas y biológicas presentes en el ambiente mismo o en algún proceso industrial. La señal de salida no siempre tiene que ser una señal eléctrica, muchos termómetros utilizan como sensor un bimetálico formado por dos metales con diferentes coeficientes de dilatación lo cual ocasiona un desplazamiento (señal mecánica) que es proporcional a la temperatura (señal térmica).

Pero en la práctica, los sensores preferidos son aquellos que ofrecen una señal de salida eléctrica. Debido a las características eléctricas de la materia, la variación de un parámetro no eléctrico como temperatura, humedad, presión, etc., viene siempre acompañado por la variación de un parámetro eléctrico resistivo, capacitivo, inductivo, etc. Lo anterior permite realizar sensores eléctricos prácticamente para cualquier variable, sea eléctrica o no eléctrica.

Se pueden implementar sensores que no extraen energía del sistema bajo medición. Esta operación se realiza mediante técnicas de amplificación. También se puede acondicionar y modificar la señal a las necesidades que se requieran, así como mostrar o guardar la información censada por medio de circuitos lineales, filtros, convertidores A/D y pantallas etc.

La transmisión de señales eléctricas es más confiable, limpia y versátil que algunas otras señales.

### 2.3.1 TIPOS DE SENSORES

En la realidad los sensores utilizados en la industria para convertir variables físicas en una señal eléctrica o de otro tipo, necesitan una o más fuentes donde se provea de la energía necesaria para realizar su acción básica. Los sensores basados en la explicación anterior se denominan:

**Sensores Activos:** Se emplean principalmente para medir señales débiles.

**Sensores Pasivos:** Los cuales pueden realizar su acción básica de transducción sin la intervención de una fuente de energía, como podrían ser los termopares estos generan un voltaje de salida proporcional a la temperatura aplicada.

Los sensores electrónicos pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de señal que entrega a la salida. El tipo de variables físicas que detecta, el método de detección, el modo de funcionamiento, la relación entre la entrada y su salida (función de transferencia) etc.

Sensor Analógico: Entrega un voltaje y una corriente que se pueden variar dentro de un rango especial. Los rangos de voltaje de salida más comunes son +10V, +1V,  $\pm 10V$ ,  $\pm 5V$  y  $\pm 1V$ .

Siendo la corriente la que tiene más estándares, la más común es de 4 a 20mA, donde 4mA corresponde a cero en la medición y 20mA la máxima. Pero también existen sensores que dan una corriente de salida de 0 a 20mA y de 10 a 50mA. La salida de corriente es adecuada para ambientes industriales por las siguientes razones:

1. Ubicación de sensores muy remotos y peligrosos.
2. Reducción a dos el número de alambres por sensor.
3. Aislar eléctricamente a los sensores de los instrumentos de medición.
4. Mayor confiabilidad por la inmunidad al ruido y la señal no se atenúa cuando se trasmite a grandes distancias.

Sensores Digitales: A su salida entregan un voltaje o corriente variable en forma de paso discreto de manera codificada, como un pulso o palabra.

La gran variedad de sensores que hay dependiendo de su naturaleza o variable a detectar, da una amplia y extensa gama de opciones para escoger el más adecuado que cubra la necesidad de cada aplicación. Estos a su vez se basan en la aplicación práctica de fenómenos físicos o químicos conocidos y en la utilización de materiales especiales donde dicho fenómeno se mantiene de forma muy útil para la propia conveniencia.

A continuación se presentan algunos de estos principios y cómo se asocian con los sensores.

- *Efecto resistivo:* Variación de la conductividad en semiconductores y aislantes a partir de la magnitud a medir. Por citar algunos:
  - Sensor resistivo de posición (potenciómetros).
  - Esfuerzo mecánico (galgas extensiométricas).
  - Temperatura (RTDs, termistores).
  - Humedad.
  - Campo magnético (magnetoresistencias).

- Luz (fotorresistencias).
  - Concentración de gases (SnO<sub>2</sub>).
- *Efecto capacitivo*: Variación de la constante dieléctrica, la separación entre las placas o el área de las placas a partir de la magnitud a medir, ejemplos:
    - Sensores capacitivos de desplazamiento.
    - Proximidad.
    - Presión.
    - Nivel.
    - Humedad.
    - Fuerza.
- *Efecto inductivo*: Variación de la reluctancia, la corriente o la inductancia mutua a partir de la magnitud a medir, ejemplos:
    - Detectores inductivos de desplazamiento (LVDTs).
    - Velocidad.
    - Aceleración.
    - Presión.
    - Caudal.
    - Flujo.
    - Nivel.
    - Fuerza.
- *Efecto magnético y electromagnético*: Voltaje o corriente inducida a partir de magnetismo por creación de un esfuerzo mecánico, variación de flujo magnético y campo magnético ortogonal, ejemplos:
    - Sensor magneto elásticos.
    - Sensor de efecto Wiegand.

- Taco generadores.
  - Sensor de velocidad lineal (LVS).
  - Sensor de efecto Hall.
- *Efecto piezoeléctrico y piezoresistivo:* Producido por esfuerzos mecánicos directamente o por variaciones de la resistencia, ejemplos:
    - Sensor piezoeléctrico y piezoresistivo de fuerza.
    - Torque.
    - Presión.
    - Aceleración.
    - Vibración.
    - Temperatura.
- *Efecto térmico y termoeléctrico:* Es producido directamente por la variación directa de la resistencia. La creación de señal eléctrica a partir de variaciones de temperatura se conoce como *Efecto seebeck* y constituye el principio de funcionamiento de los termopares y termopilas. El método más común es el termoresistivo el cual se basa en los termistores, RTDs y el *Efecto piroeléctrico*, en donde se basa el funcionamiento de los pirómetros, los radiómetros y los analizadores de infrarrojo. También es posible medir temperatura con semiconductores como el LM35.
- *Efecto óptico y electro óptico:* La señal eléctrica es obtenida por la radiación luminosa directamente o indirectamente por la variación de la resistencia y otros parámetros eléctricos, ejemplos:
    - Detectores Fotovoltaicos de Luz, Humo.
    - Detectores Fotoeléctricos de proximidad.
    - Fotodiodos.
    - Fototransistores.

- Optoacopladores.
- Codificadores Ópticos.
  
- *Efecto autoresonante:* Producción de oscilaciones eléctricas a partir de fenómenos físicos resonantes como vibraciones mecánicas, ondas acústicas en cuerdas o cavidades, ondas superficiales en líquidos o sólidos, radiaciones nucleares, ejemplos:
  - Resonadores de cuarzo (Temperatura, Peso, Fuerza, Presión).
  - Galgas acústicas.
  - Sensores basadas en cilindros vibrantes.
  - Sensores basados en dispositivos de ondas superficiales.
  - Sensor ultrasónico (Velocidad, Nivel y Proximidad).
  
- *Efecto químico y electroquímico:* producen señales eléctricas por el cambio de concentración de sustancias o iones, ejemplos:
  - Sensor de oxígeno y otros gases.
  - Sensor químico basado en MOSFETs.
  - Biosensores.

## 2.4 MICROCONTROLADOR

Desde la invención del circuito integrado, el desarrollo constante de la electrónica digital ha dado lugar a dispositivos cada vez más complejos. Entre ellos los microprocesadores y los microcontroladores.

Los microcontroladores están conquistando el mundo y están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general, se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados

de las computadoras, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores de nuestro hogar.

Escribir software consume mucho tiempo por lo que resulta más costoso y en aplicaciones sencillas, a menudo es más razonable efectuar tareas en hardware, sin embargo, conforme aumenta la complejidad del sistema, aumentan las ventajas del uso de sistemas programables.

Una de las principales ventajas de los sistemas programables es su flexibilidad, esto permite actualizar el funcionamiento de un sistema tan sólo cambiando el programa sin tener que volver a diseñar el hardware. Esta flexibilidad es muy importante, al permitir que los productos se actualicen con facilidad y economía.

En definitiva, un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los elementos de una computadora, generalmente se utiliza para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y por su pequeño tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo que gobierna. Esta última característica es la que le confiere la denominación de controlador incrustado (*embedded controller*).

El microcontrolador puede considerarse como una computadora dedicada a una tarea específica, debido a que en su memoria solamente reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan la conexión de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.

Los microcontroladores disponen de los bloques esenciales: procesador, memoria de datos y de programa o de instrucciones, módulos de E/S, oscilador de reloj, módulos controladores de periféricos, recursos auxiliares etc.

Además de estos elementos, existen una serie de recursos especiales que los fabricantes pueden ofertar, algunos amplían las capacidades de las memorias, otros incorporan nuevos recursos y hay quienes reducen las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples y solo depende del programador el encontrar el modelo mínimo que se ajuste a sus requerimientos y de esta manera minimizar el hardware, el software y sobre todo el costo. Algunos de los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores (*Timers*).
- Perro guardián (*Watchdog*).
- Protección frente a fallo de alimentación (*Brown-out*).
- Estado de bajo consumo.
- Conversores AD y DA.
- Modulador de anchura de pulsos PWM.
- Comparadores analógicos.
- Puertos de E/S digital.
- Puertos de comunicación: serie, USB, I<sup>2</sup>C, etc.

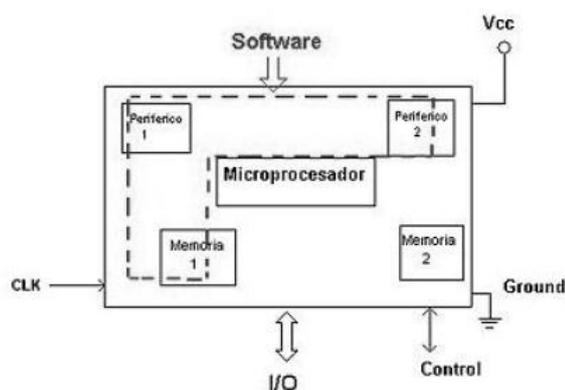
El número de productos que funcionan en base a uno o varios microcontroladores aumenta de forma exponencial, siendo la industria de la informática, la que acapara gran parte de los microcontroladores que se fabrican. Casi todos los periféricos del computador, desde el ratón o el teclado hasta la impresora, son regulados por el programa de un microcontrolador.

Los electrodomésticos (desde hornos y lavadoras hasta televisores y vídeos) incorporan también numerosos microcontroladores e, igualmente, los sistemas de supervisión, vigilancia y alarma en los edificios, utilizan estos chips para optimizar el rendimiento de los ascensores, calefacción, aire acondicionado, etc. Las comunicaciones y sus sistemas de transferencia de información utilizan profusamente estos pequeños computadores, incorporándolos en los grandes automatismos y más comúnmente en los teléfonos móviles.

La instrumentación y la electromedicina son dos campos idóneos para la implantación de estos microcontroladores. Otra importante industria usuaria de los microcontroladores es la automotriz, que los aplica en el control de la climatización, la seguridad y los frenos ABS.

#### 2.4.1 CARACTERÍSTICAS

Son diseñados para disminuir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la CPU, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. Un reproductor de música y/o vídeo digital (mp3 o mp4) requerirá de un procesador de 32 bits o de 64 bits y de uno o más Códec de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) para un automóvil, se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bits, al igual que el sistema de control electrónico del motor del mismo automóvil.



**Figura 4 Esquema de un Microcontrolador**  
**Fuente:** <http://www.alpertron.com.ar/80386.HTM>

Un micro-controlador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo. La idea es que el chip se coloque en el dispositivo,

enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo. Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso. Debido a que se utiliza bastante sitio en el chip para incluir funcionalidad, como los dispositivos de entrada/salida o la memoria.

## **2.5 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS POR RED CELULAR**

### **2.5.1 TELEFONÍA CELULAR**

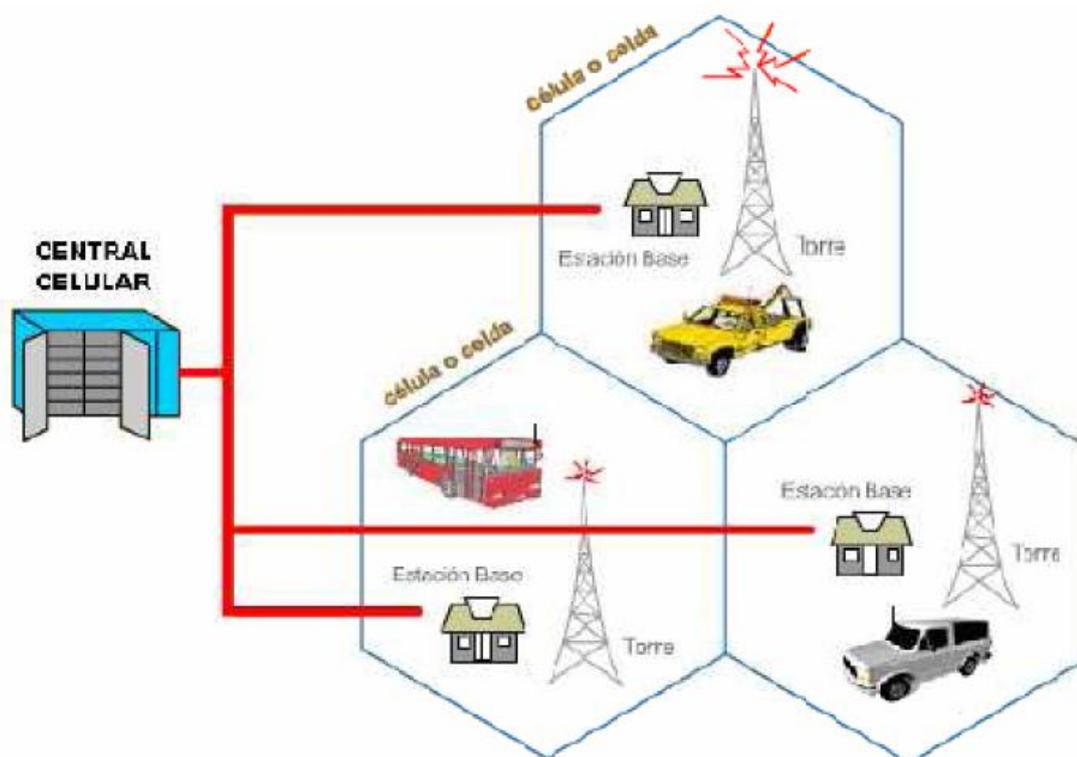
La telefonía celular permite tener una comunicación en tiempo real, transmitiendo voz y datos, gracias a la velocidad con que viaja la información por las redes existentes.

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

La telefonía móvil celular se basa en un sistema de áreas de transmisión denominadas células o celdas, que abarcan áreas comprendidas entre 1,5 y 5 Km, dentro de las cuales existen una o varias estaciones repetidoras que trabajan con una determinada frecuencia, que debe ser diferente de las célula circundantes. El teléfono móvil envía la señal que es

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

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



**Figura 5 Distribución de las Celdas y la central de comunicación**  
**Fuente: <http://sx-de-tx.wikispaces.com/Tecnologia+Celular>**

## 2.5.2 TECNOLOGÍAS DE ACCESO CELULAR

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

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

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

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

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

### **Tecnología FDMA**

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

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

### **Tecnología TDMA**

(Time Division Multiple Access) es una tecnología que establece un protocolo inalámbrico que permite a un gran número de usuarios acceso a

una misma frecuencia de radio, dividiendo y enviando los datos encasillados a diferente tiempo.

La tecnología TDMA comprime las conversaciones digitales y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria.

### **Tecnología CDMA**

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

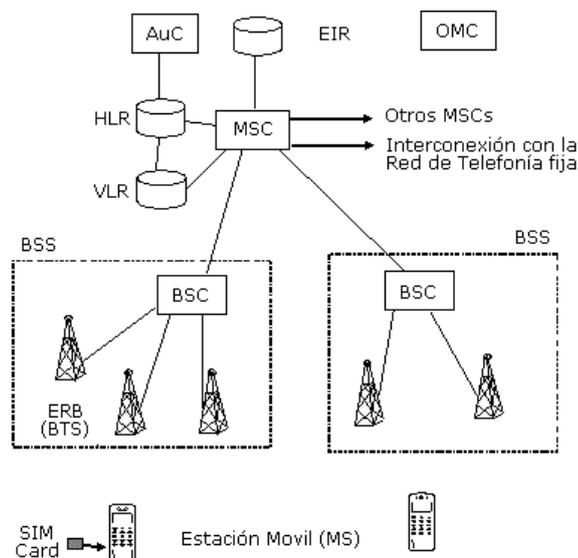
Usando la tecnología CDMA es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico.

### **2.5.3 SISTEMA GLOBAL PARA LAS COMUNICACIONES MÓVILES**

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

### 2.5.3.1 Arquitectura de la Red GSM

Una red GSM está compuesta de varias etapas con funciones específicas.



**Figura 6 Arquitectura GSM**

**Fuente:** [http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialgsm/pagina\\_1.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_1.asp)

La comunicación se origina desde el usuario final o Terminal Móvil (TM), que mantiene una sincronización de señales de control con la estación base más cercana (BTS) y ésta tiene el Módulo de Identificación del Abonados (MIA), que se conecta vía microonda con la Central de Conmutación de Servicios Móviles.

Se puede realizar una comunicación de voz que parte del equipo terminal (TE) o móvil que se encuentra dentro de la cobertura de una estación base (BTS) que está conectada con una central de estaciones bases (BTC) que enruta su llamada hacia una Central de Switchero Móvil (MSC) quien define si su llamada está dentro de la misma operadora o corresponde a otra operadora, la cual la enruta por la Red de Telefonía Pública (PSTN); en caso de ser una comunicación de datos tipo parte del dispositivo móvil, que está bajo dentro de la cobertura de una estación base

(BTS) se comunica con la estación base central (BTC) quien enruta los datos hacia la red de datos.

#### 2.5.3.1.1 Estación Móvil MS



**Figura 7 Tarjeta SIM**

**Fuente:** <http://tecnologia.uncomo.com/articulo>

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

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

*SIM (Subscriber Identity Module)*.- Se encuentra asociado con el abonado, se trata de un chip que el usuario debe introducir en el terminal GSM. Posee un PIN el cual es solicitado al momento de encenderlo. El PUK es una clave de desbloqueo cuando se ha ingresado incorrectamente el PIN por más de tres veces. Posee información para la autenticación del usuario entre los que están:

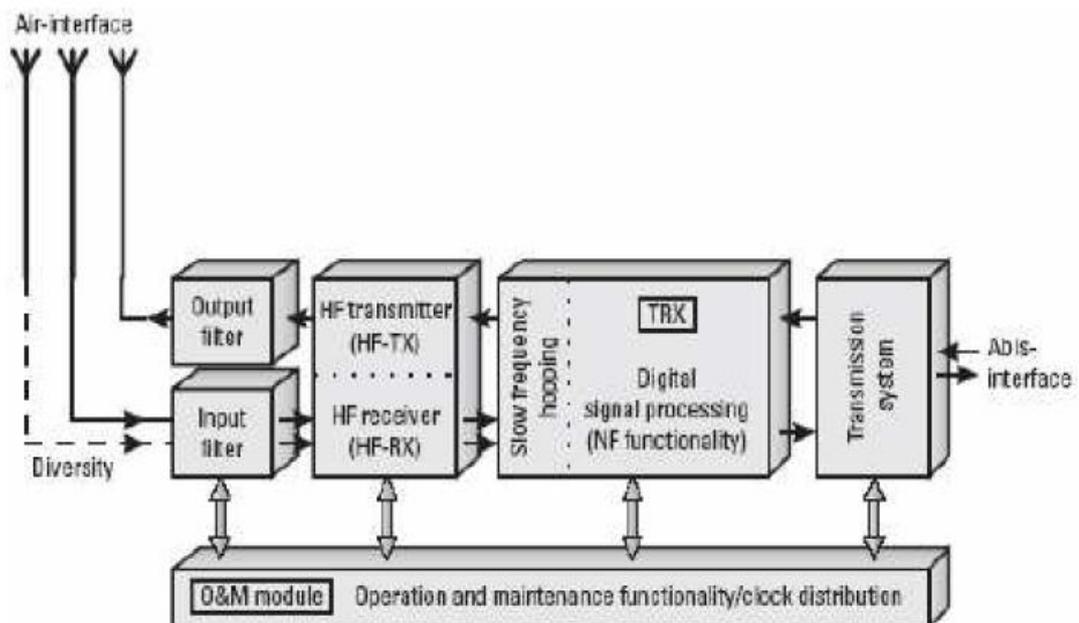
- Identidad Internacional Abonado Móvil (IMSI): Es un elemento particular y característico de cada abonado que posee la identidad del mismo. Está compuesto por el código celular del país, el código de la red celular y el número de identificación del subscriptor.
- Identidad Temporal de Abonado (TMSI):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

- Identificación de Área de Localización (LAI): Posee un código de identificación del país, un código de identificación del operador, y un código de área de localización.

#### 2.5.3.1.2 Estación Base BSS

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

*BTS (Base Transceiver Station).*- La BTS provee la comunicación entre la estación móvil y la red mediante la interfaz aire. Sincroniza la operación y mantenimiento. Se encuentra conectado al BSC. Contiene el equipo para la transmisión y recepción de señales de radio, antenas y equipos de comunicación con la BSC.



**Figura 8 Diagrama de Bloques BTS**  
**Fuente: <http://www.alpertron.com.ar/80386.HTM>**

*BSC (Base Station Controller).*- Se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, los frequency hopping y los controles de las frecuencias de radio de los BTS. La función es mantener la llamada, así como la adaptación de la velocidad del enlace de radio al estándar de 64Kbps utilizado por la red.

#### 2.5.3.1.3 Sistema de Conmutación y Red NSS

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

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

*HLR (Home Location Register).* El HLR es una base de datos que contiene información sobre los usuarios conectados a un determinado MSC, entre la información que almacena el HLR tenemos fundamentalmente la localización del usuario y los servicios a los que tiene acceso.

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

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

*EIR (Equipment Identity Register).* Se utiliza para proporcionar seguridad en las redes GSM pero a nivel de equipos válidos. La EIR contiene una base de datos con todos los terminales que son válidos para ser usados en la red.

Esta base de datos contiene los International Mobile Equipment Identity o IMEI de cada terminal, de manera que si un determinado móvil trata de hacer uso de la red y su IMEI no se encuentra localizado en la base de datos del EIR no puede hacer uso de la red.

#### **2.5.4 SMS (SHORT MESSAGE SERVICE)**

El servicio de mensajería corta consiste en el intercambio de mensajes de texto que pueden incluir letras, números y otros caracteres a través de la red GSM.

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

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

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

Los mensajes SMS pueden ser enviados desde teléfonos TDMA, CDMA, GSM, bajo la red móvil celular y son transferidos entre teléfonos por medio del Centro de Servicio de Mensajes Cortos (SMSC). El SMSC es un software de la operadora de red que se encarga de manejar, procesar y facturar los mensajes.

El despacho de los mensajes se realiza en colas de espera de tal forma que el mensaje tarda un tiempo en llegar al usuario destino el cual depende de la cantidad de mensajes y de la velocidad del software de la operadora.

El desarrollo en los últimos años de la tecnología celular permite realizar transferencia de mensajes entre diferentes operadoras. La interoperabilidad posibilita al cliente utilizar SMS de la misma forma que el servicio de voz, es decir se puede enviar y recibir mensajes de texto de un teléfono a otro en un tiempo muy corto.

#### **2.5.4.1 Características**

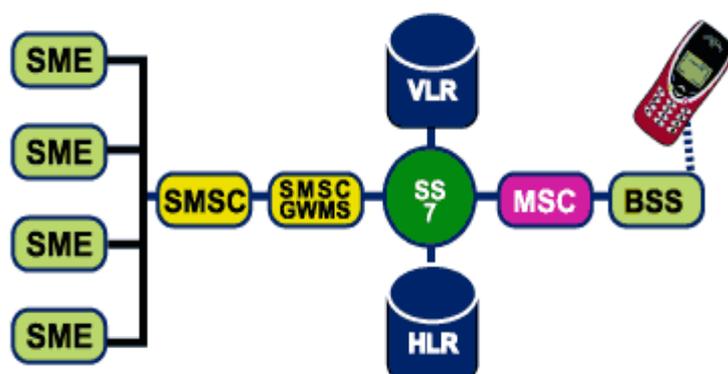
El servicio de mensajería corta utiliza los canales de señalización SACCH (*Slow Associated Control Channel*) y SDCCH (*Slow Dedicated Control Channel*). El SACCH es usado durante el transcurso de una llamada y el SDCCH es usado si el receptor está libre. Las características generales de SMS son:

- **Concatenación:** Se pueden concatenar algunos SMS estándar para formar un mensaje largo. Se pueden concatenar hasta 255 mensajes. Cuando esta característica es usada se debe incluir información adicional para que la aplicación puede reensamblar correctamente los mensajes cortos concatenados. Existe una versión mejorada que también permite concatenar hasta 255 mensajes pero utiliza un campo de referencia de 16 bits en vez de 8 bits que utiliza la versión normal. El campo de referencia de 16 bits reduce la probabilidad de errores en el proceso de concatenación.
- **Compresión:** Permite comprimir los datos de usuario del mensaje. Esta característica es opcional, y se basa en un algoritmo donde la

longitud de la secuencia de salida es inversamente proporcional a la frecuencia con que el carácter ocurre en la secuencia de entrada.

- Mensajería binaria: El SMS puede ser configurado en modo carácter o binario. El modo binario permite mejorar la eficiencia de los datos transmitidos.
- Facturación: Cada mensaje tiene una referencia de facturación asociada, ésta le dice al sistema de facturación la tarifa que se le debe cargar al mensaje.
- Soporte de diferentes alfabetos: Se pueden utilizar dos alfabetos: UCS2 y Alfabeto por defecto GSM de 7 bits. El UCS2 (*Universal Multiple Octet Coded Character Set 2*) incorpora todos los principales lenguajes de todo el mundo. El alfabeto por defecto de 7 bits se deriva del conjunto de caracteres ASCII. También se puede utilizar un alfabeto GSM de 8 bits para datos en modo binario.

#### 2.5.4.2 Arquitectura



**Figura 9 Estructura de Red SMS**

Fuente: [http://www.gsmSpain.com/info\\_tecnica/sms/pagina3.php](http://www.gsmSpain.com/info_tecnica/sms/pagina3.php)

### *Entidad de Envío de Mensajes Cortos SME*

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

### *Centro de Servicio de Mensajes SMSC*

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

### *Centro de Conmutación Móvil MSC*

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

### *SMS-Gateway/Interworking MSC (SMS-GMSC)*

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

### **2.5.4.3 Modelo de Capas**

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

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

**Capa Transferencia:** En esta capa el mensaje es considerado como una secuencia de octetos que contiene información como la longitud del mensaje, creador y destinatario del mensaje, fecha de recepción, etc. Esta capa es también conocida como SMTL (Short Message Transfer Layer).

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

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

#### ***2.5.4.4 Elementos del SMS***

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

***Validity Period:*** Período durante el cual puede estar almacenado un SMS en el SMSC mientras no pueda ser entregado a su destino, si se supera este tiempo el mensaje es eliminado.

***Service Centre Time Stamp:*** Elemento que informa el tiempo al que el SMSC recibió el SMS para ser entregado al SME.

***Protocol Identifier:*** Este elemento indica la forma en la que la aplicación receptora maneja los mensajes entrantes.

***More Messages to Send:*** Elemento que le permite al SMSC informarle al SME que más mensajes están esperando para ser entregados. Utiliza un parámetro booleano para indicar si hay más mensajes para enviar.

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

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

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

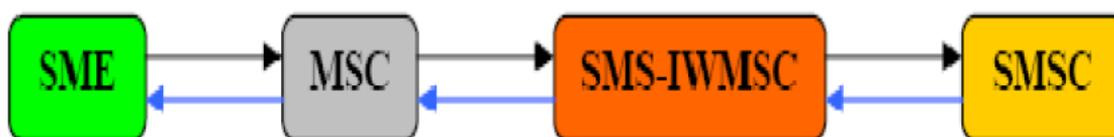
#### 2.5.4.5 Tipos de SMS

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

##### Punto a Punto

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

##### MO (Mobile Originated)

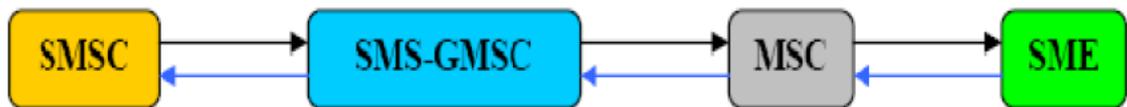


**Figura 10 Mobile Originated (MO)**  
Fuente: Autor

Son los mensajes que se originan en el SME. El mensaje es transportado desde el SME hasta el SMSC (*SMS-SUBMIT*), el destino puede ser otro usuario móvil o una aplicación. Se puede configurar el SME para que el SMSC envíe un reporte de confirmación del mensaje recibido (*SMS-SUBMIT-REPORT*).

El mensaje puede ser enviado a un número corto que previamente ha sido contratado a las operadoras móviles por parte de las empresas que prestan servicios utilizando SMS. Este tipo de mensajes son los que se emplean para participación en concursos, votaciones, petición de alertas o de recepción de información en el móvil.

MT (Mobile Terminated)



**Figura 11 Mobile Terminated (MT)**  
Fuente: Autor

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

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

Punto Multipunto

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

**2.5.4.6 Aplicaciones**

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

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

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

**Servicios de Notificación:** Permite el envío de mensajes a ciertos usuarios que constan en una base de datos específica tales como: clientes de compañías de televisión, clubs deportivos, supermercados y otros minoristas, aerolíneas y bancos. Estos mensajes pueden ser publicitarios, o de notificación entre otros.

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

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

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

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

## 2.6 SISTEMA DE ENCENDIDO DEL AUTOMÓVIL

Cuando se habla de sistema de encendido generalmente nos referimos al sistema necesario e independiente capaz de producir el encendido de la mezcla de combustible y aire dentro del cilindro en los motores de gasolina o LPG, conocidos también como motores de encendido por chispa, ya que en el motor Diesel la propia naturaleza de la formación de la mezcla produce su auto-encendido.

En los motores de gasolina resulta necesario producir una chispa entre dos electrodos separados en el interior del cilindro en el momento justo y con la potencia necesaria para iniciar la combustión.

### 2.6.1 SISTEMAS DE ENCENDIDO

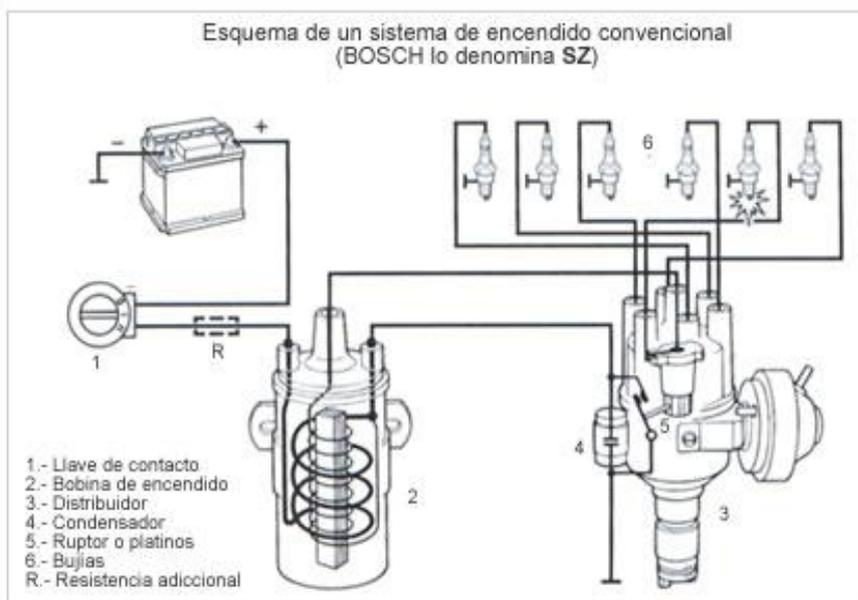
#### *2.6.1.1 Encendido Convencional (por ruptor)*

Este sistema es el más sencillo de los sistemas de encendido por bobina, en el, se cumplen todas las funciones que se le piden a estos dispositivos. Está compuesto por los siguientes elementos:

- **Bobina de encendido (también llamado transformador):** su función es acumular la energía eléctrica de encendido que después se transmite en forma de impulso de alta tensión a través del distribuidor a las bujías.
- **Resistencia previa:** se utiliza en algunos sistemas de encendido (no siempre). Se pone en cortocircuito en el momento de arranque para aumentar la tensión de arranque.
- **Ruptor (también llamado platinos):** cierra y abre el circuito primario de la bobina de encendido, que acumula energía eléctrica con los

contactos del ruptor cerrados que se transforma en impulso de alta tensión cada vez que se abren los contactos.

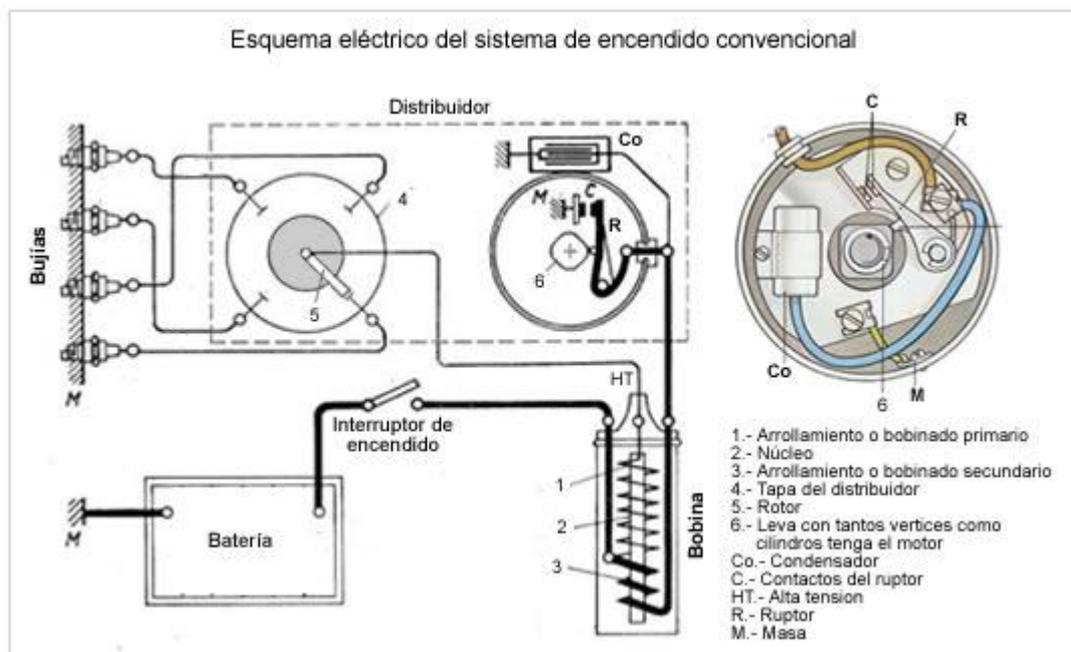
- **Condensador:** proporciona una interrupción exacta de la corriente primaria de la bobina y además minimiza el salto de chispa entre los contactos del ruptor que lo inutilizarían en poco tiempo.
- **Distribuidor de encendido (también llamado delco):** distribuye la alta tensión de encendido a las bujías en un orden predeterminado.
- **Variador de avance centrífugo:** regula automáticamente el momento de encendido en función de las revoluciones del motor.
- **Variador de avance de vacío:** regula automáticamente el momento de encendido en función de la carga del motor.
- **Bujías:** contiene los electrodos que es donde salta la chispa cuando recibe la alta tensión, además la bujía sirve para hermetizar la cámara de combustión con el exterior.



**Figura 12 Encendido Convencional**

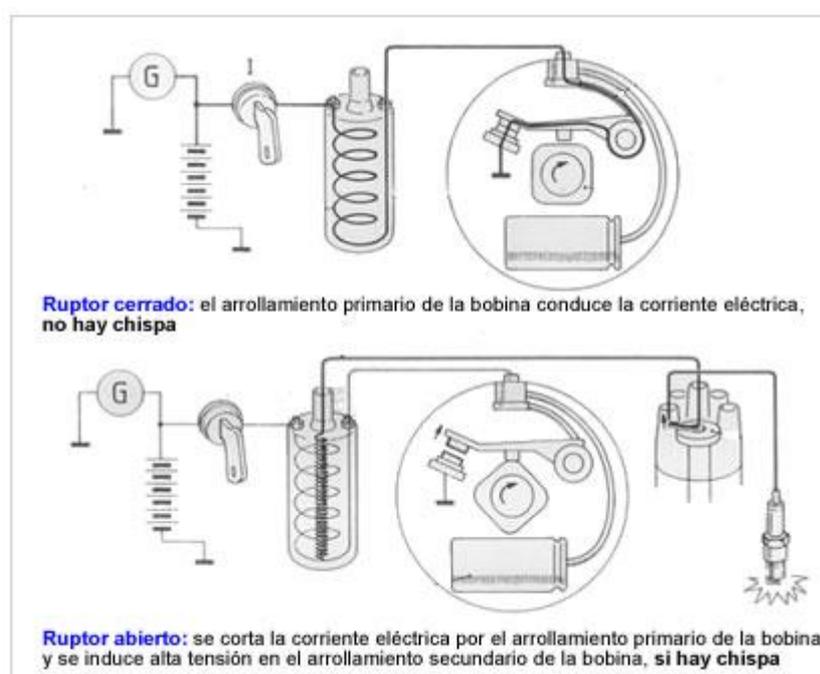
Fuente: [http://www.aficionadosalamecnica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecnica.net/encend_convencional.htm)

Una vez que giramos la llave de contacto a posición de contacto el circuito primario es alimentado por la tensión de batería, el circuito primario está formado por el arrollamiento primario de la bobina de encendido y los contactos del ruptor que cierran el circuito a masa. Con los contactos del ruptor cerrados la corriente eléctrica fluye a masa a través del arrollamiento primario de la bobina. De esta forma se crea en la bobina un campo magnético en el que se acumula la energía de encendido. Cuando se abren los contactos del ruptor la corriente de carga se deriva hacia el condensador que está conectado en paralelo con los contactos del ruptor. El condensador se cargara absorbiendo una parte de la corriente eléctrica hasta que los contactos del ruptor estén lo suficientemente separados evitando que salte un arco eléctrico que haría perder parte de la tensión que se acumulaba en el arrollamiento primario de la bobina. Es gracias a este modo de funcionar, perfeccionado por el montaje del condensador, que la tensión generada en el circuito primario de un sistema de encendido puede alcanzar momentáneamente algunos centenares de voltios.



**Figura 13 Esquema Eléctrico del Encendido Convencional**  
 Fuente: [http://www.aficionadosalamecnica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecnica.net/encend_convencional.htm)

Debido a que la relación entre el número de espiras del bobinado primario y secundario es de 100/1 aproximadamente se obtienen tensiones entre los electrodos de las bujías entre 10 y 15000 Voltios. Una vez que tenemos la alta tensión en el secundario de la bobina esta es enviada al distribuidor a través del cable de alta tensión que une la bobina y el distribuidor. Una vez que tenemos la alta tensión en el distribuidor pasa al rotor que gira en su interior y que distribuye la alta tensión a cada una de las bujías.

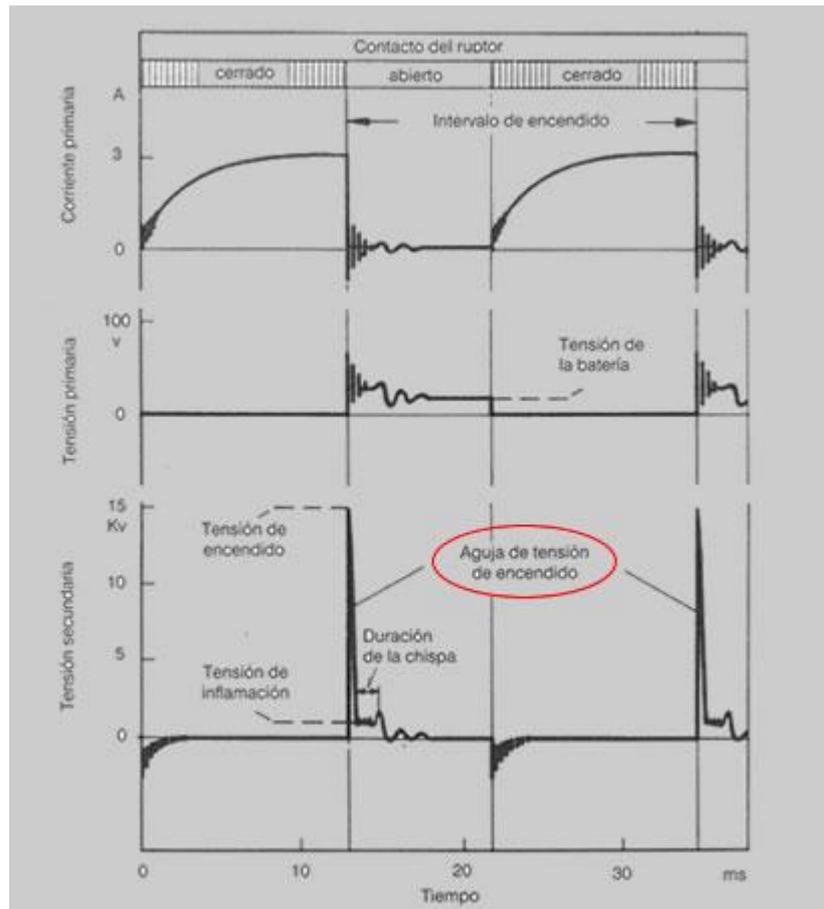


**Figura 14 Ruptor Abierto y Cerrado**

**Fuente:** [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)

En la siguiente figura se han representado las variaciones de corriente y tensión (primaria y secundaria de sus circuitos correspondientes) en función del tiempo. En la curva correspondiente a la corriente primaria, pueden verse las oscilaciones y los cambios de sentido de esta en el momento de abrirse los contactos del ruptor. Las mismas oscilaciones se producen en la tensión primaria. En la curva correspondiente a la tensión secundaria, pueden observarse el máximo valor alcanzado por la tensión de

encendido y la subida brusca de la misma (aguja de tensión), para descender también bruscamente al valor de inflamación, en un cortísimo espacio de tiempo. La tensión de inflamación es ondulada, debido a las variaciones de flujo en el primario. La duración de la chispa supone un corte espacio de tiempo en que los contactos del ruptor permanecen abiertos.



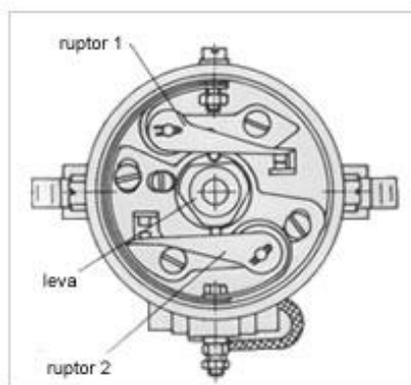
**Figura 15 Variaciones de Corriente y Tensión**

Fuente: [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)

### 2.6.1.2 Sistema de Encendido con Doble Ruptor y Doble Encendido

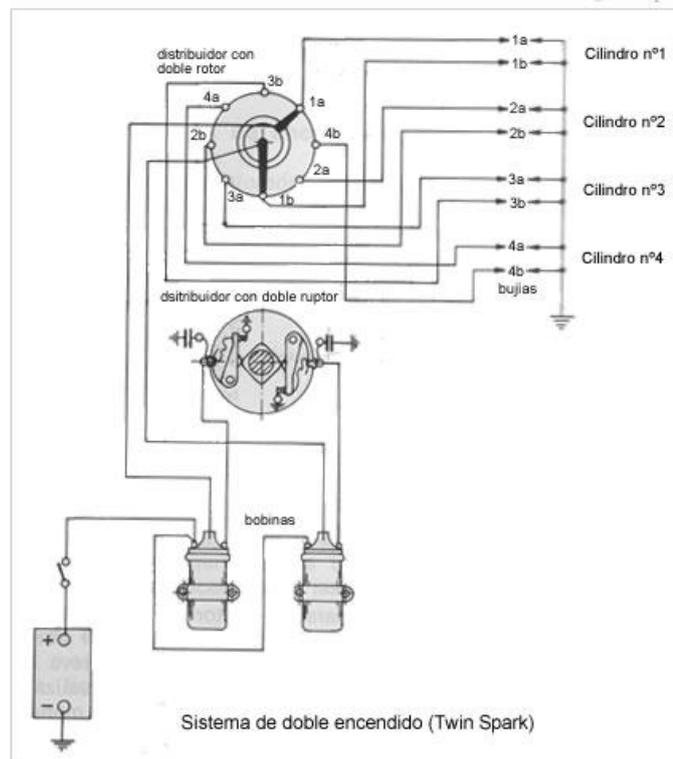
Teniendo en cuenta que a medida que aumenta el número de cilindros en un motor (4,6,8 ..... cilindros) el ángulo disponible de encendido se hace menor ( $\text{ángulo} = 360/n^{\circ}$  cilindros) por lo tanto, y sobre todo a altas

revoluciones del motor puede ser que el sistema de encendido no genere tensión suficiente para hacer saltar la chispa en las bujías. Para minimizar este inconveniente se recurre a fabricar distribuidores con doble ruptor como el representado en la figura, que como puede observarse se trata de un distribuidor para un motor de 6 cilindros. Al llevar dos juegos de contactos que se abren alternativamente, el tiempo de que disponen para realizar la apertura es doble, por cuya razón la leva es de solo tres lóbulos o excentricidades. Además estos distribuidores deben tener en su cabeza dos "rotores" (en vez de uno como hemos visto hasta ahora) que distribuyan la alta tensión generada por sendas bobinas de encendido.



**Figura 16 Sistema de Encendido Doble (8 cilindros)**  
**Fuente: [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)**

Otra disposición adoptada en circuitos de encendido con doble ruptor es el aplicado a vehículos de altas prestaciones, en los que en cada cilindro se montan dos bujías con salto de chispa simultánea. En este circuito los ruptores situados en el distribuidor abren y cierran sus contactos a la vez, estando perfectamente sincronizados en sus tiempos de apertura con una leva de tantos lóbulos como cilindros tiene el motor. Cada uno de los circuitos se alimenta de una bobina independiente, con un impulso de chispa idéntico para cada serie de bujías.



**Figura 17 Sistema de Doble Encendido (Twin Spark)**  
**Fuente:** [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)

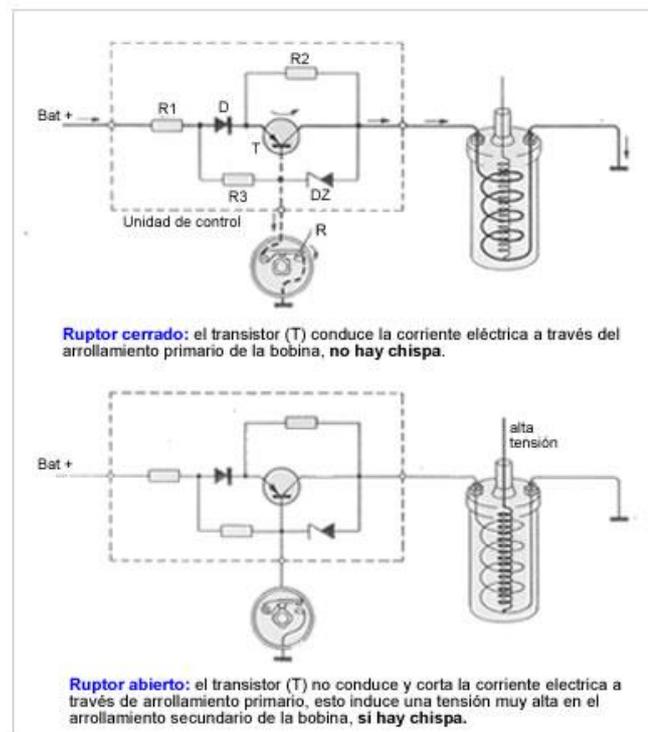
### 2.6.1.3 Encendido Convencional con Ayuda Electrónica

El sistema de encendido convencional tiene unas limitaciones que vienen provocadas por los contactos del ruptor, que solo puede trabajar con corrientes eléctricas de hasta 5 A, en efecto si la intensidad eléctrica que circula por el primario de la bobina es de valor bajo, también resultara de bajo valor la corriente de alta tensión creada en el arrollamiento secundario y de insuficiente la potencia eléctrica para conseguir el salto en el vacío de la chispa entre los electrodos de la bujía. Se necesitan por lo tanto valores elevados de intensidad en el arrollamiento primario de la bobina para obtener buenos resultados en el arrollamiento secundario. Como vemos lo dicho está en contradicción con las posibilidades verdaderas del ruptor y sus contactos ya que cada vez que el ruptor abre sus contactos salta un arco

eléctrico que contribuye a quemarlos, transfiriendo metal de un contacto a otro.

Con la evolución de la electrónica y sus componentes este problema se solucionó. La utilización del transistor como interruptor, permite manejar corrientes eléctricas mucho más elevadas que las admitidas por el ruptor, pudiéndose utilizar bobinas para corrientes eléctricas en su arrollamiento primario de más de 10 A.

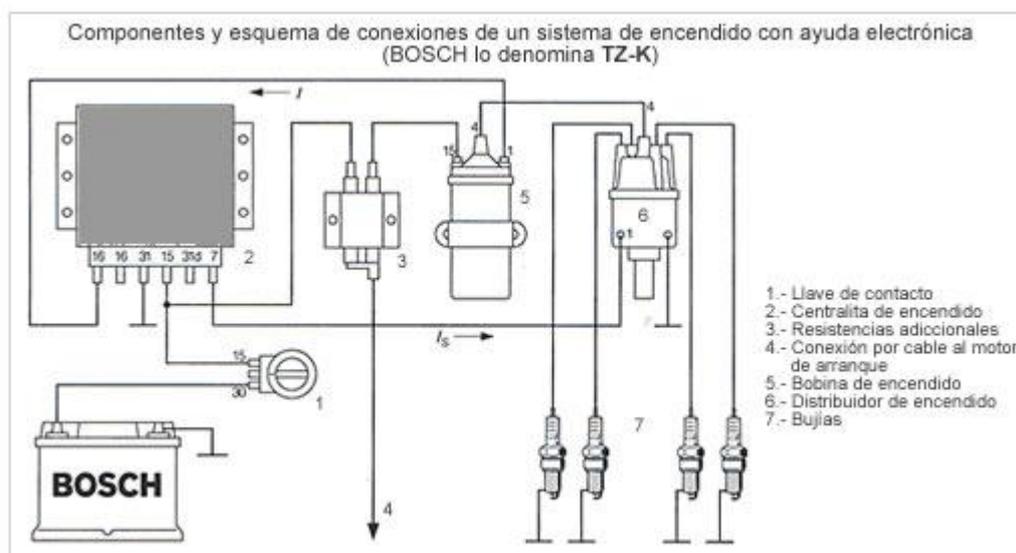
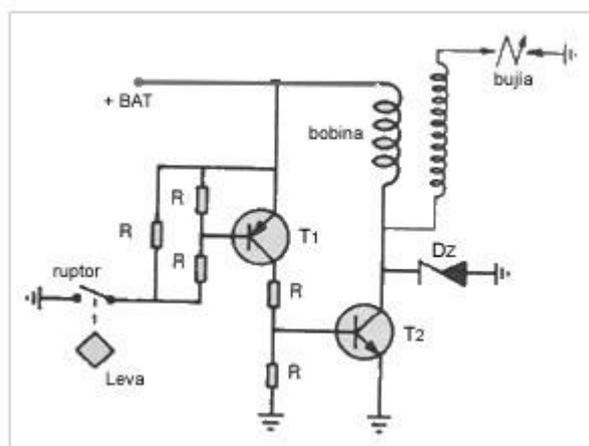
Un transistor de potencia puede tener controlada su corriente de base por el ruptor de modo que la corriente principal que circula hacia la bobina no pase por los contactos de ruptor sino por el transistor (T) como se ve en el esquema inferior. La corriente eléctrica procedente de la batería entra la unidad de control o centralita de encendido, en ella pasa a través del transistor cuya base se polariza negativamente cuando los contactos (R) se cierran guiados por la leva. En este caso el distribuidor es el mismo que el utilizado en el encendido convencional, pero la corriente que circula por los contactos de ruptor ahora es insignificante. Con la suma del diodo zener (DZ) y el juego de resistencias (R1, R2 y R3) puede controlarse perfectamente la corriente de base y proceder a la protección del transistor (T). Cuando los contactos del ruptor (R) se abren, guiados por el movimiento de la leva, la polarización negativa de la base del transistor desaparece y entonces el transistor queda bloqueado cortando la corriente eléctrica que pasa por la bobina. El corte de corriente en el arrollamiento primario de la bobina es mucho más rápido que en los encendidos convencionales de modo que la inducción se produce en unas condiciones muy superiores de efectividad.



**Figura 18 Encendido con Ayuda Electrónica**

**Fuente:** [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)

En la figura 19 puede verse otro tipo de encendido con ayuda electrónica. El transistor T1 tiene un circuito emisor-base gobernado por los contactos del ruptor, que estando cerrados le hacen conducir y de esta forma se establece el circuito base-emisor del transistor T2, lo cual permite que circule la corriente por el arrollamiento primario de la bobina a través del colector-emisor del T2. Cuando los contactos de ruptor se abren queda interrumpido el circuito emisor-base de T1, bloqueándose este transistor, lo que impide al mismo tiempo la conducción de T2 cuyo circuito base-emisor está ahora interrumpido. El conjunto electrónico formado dispone de otros componentes (resistencias, diodos y condensadores), algunos de los cuales no se han representado en la figura, cuya misión es la de proteger a los transistores contra sobrecargas. Como a los transistores empleados para la conmutación en los sistemas de encendido, se les exige una alta potencia y gran resistencia a tensiones eléctricas. Actualmente suele emplearse para esta función un transistor de tipo doble de Darlington.



**Figura 19 Componentes y Esquema de Conexiones**  
**Fuente:** [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm)

Como se ve en el esquema superior el suministro de tensión al primario de la bobina se lleva a cabo a través de un par de resistencias adicionales (3), normalmente conectadas en serie. Al efectuar el arranque se puenta la resistencia izquierda a través del terminal (4), al motor de arranque. Con ello se dispone de un mayor suministro de energía a través de la resistencia adicional derecha, en la bobina de encendido. Esta compensa la desventaja derivada del proceso de arranque y de la caída de tensión en la batería (por el gran consumo de corriente eléctrica que necesita el motor de arranque). Las resistencias previas sirven para limitar la corriente primaria en bobinas

de encendido de baja resistencia y rápida carga. Con ello evitan, especialmente a bajas revoluciones, una sobrecarga en la bobina de encendido y protegen el contacto del ruptor de encendido. Las resistencias adicionales y una bobina de encendido de carga rápida permiten conseguir la optimización del encendido en todo el margen de revoluciones del motor.

## **CAPÍTULO 3:**

### **DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

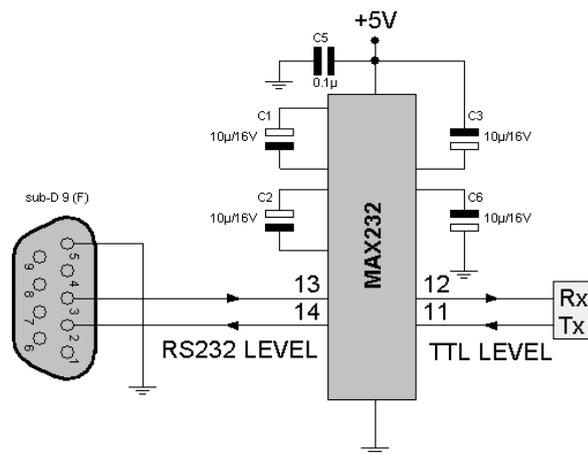
Dentro del campo de la Ingeniería, el desarrollo de un prototipo permite manipular su funcionamiento y corregir los errores que se presentan en las pruebas a las que es sometido, con la única finalidad de obtener un producto adecuado que satisfaga las necesidades para las que ha sido diseñado. En este capítulo se aborda el diseño de hardware y software del prototipo para control de tráfico vehicular, describiendo sus componentes y lógica de funcionamiento.

#### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL HARDWARE UTILIZADO**

El Sistema se compone de varios elementos como son, un convertidor de niveles RS-232/TTL (MAX 232), un microcontrolador (ATMEGA 164P), puerto de comunicación con el módulo SMS, Módulo SMS y elementos pasivos como capacitores resistencias y transistores que complementan el hardware. A continuación se detalla cada uno de los elementos.

##### **3.2.1 CONVERTIDOR DE NIVELES RS232/TTL**

El convertidor de niveles está compuesto por un circuito integrado MAX 232, que permite el cambio de niveles de RS232 a TTL, este integrado se compone internamente de 2 Transciber / 2 Reciber, para comunicación serie como los usados en computadoras en los puertos Com1 y Com2. En la Figura 20, se observa el circuito básico para la conexión del Max232.



**Figura 20 Circuito Básico de Conexión Max232**

**Fuente:** <http://comunidad.dragonjar.org/f209/problemas-16f84a-max232n-7909/>

El convertidor de niveles está conectado a dos puertos y al Módulo SMS. Este caso genera la necesidad de crear una conexión que permita controlar tanto los niveles TTL del Módulo y el microcontrolador, así como los niveles RS232 que genera el puerto de configuración, tomando en cuenta que el mismo debe ser conectado a una computadora.

Las líneas de transmisión y recepción del Módulo funcionan con voltajes TTL, por lo que no existe inconveniente alguno en trabajar directamente entre el Módulo y el microcontrolador, pero el problema se genera el momento en que el Módulo debe ser configurado por un puerto mediante una PC, por lo tanto existen dos puertos a diferentes niveles el uno TTL y el otro RS232, también sólo se tiene un convertidor de niveles.

Este problema tiene solución al puentear los pines 8 con 14 y 7 con 13 del Max232, creando así un canal de conversión de niveles, este canal comienza desde el microcontrolador ATMEGA 164P, con niveles TTL luego pasa por el Max232, cambiando así a niveles RS232, luego regresa al Max232 por acción del puente, entregando al puerto del teléfono niveles TTL y viceversa.

Al puentear el Max232 lo que se desea es conseguir la conexión del puerto de configuración, gracias a esta conexión el módulo puede contar con

dos puertos de conexión que maneja diferentes niveles de voltaje. Como última observación, si el sistema se encuentra trabajando con el módulo, el puerto de configuración puede ser utilizado como un puerto monitoreo, de esta manera se podrá observar el intercambio de información entre el módulo y el controlador de eventos (PC).

### **3.2.2 PUERTO DE CONEXIÓN PARA LA CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO SMS**

Utiliza un conector DB9 macho, con el fin de proveer un puerto (COM) para conectar a un computador, mediante el cual se configura un parámetro de operación que es importante como el número de teléfono al cual el sistema contestará. En la Figura 21, muestra el conector DB9 macho utilizado en el sistema.

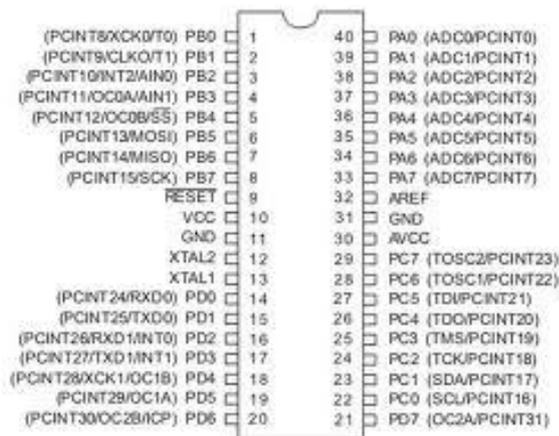


**Figura 21 Puerto de Configuración**  
**Fuente: <http://www.datacap.com.ar/DB9MDB9Mpag.htm>**

### **3.2.3 MICROCONTROLADOR ATMEGA164P**

Es la parte más importante de Sistema, ya que en él reside el software que controla a todo el sistema. El microcontrolador ATMEGA164P es desarrollado por la empresa ATMEL, se compone de 40 pines, en los cuales se encuentran distribuidos cuatro puertos. El ATMEGA164P es provisto de 16Kbytes de memoria FLASH, 512Bytes de memoria EEPROM y 1Kbyte de

memoria de datos (RAM), 131 instrucciones, 32 registros de trabajo de 8 bits para propósito general, 32 líneas programables de entrada/salida y otras características que pueden observarse en el data sheet correspondiente. En la Figura 22, muestra la distribución de pines del ATMEGA164P.

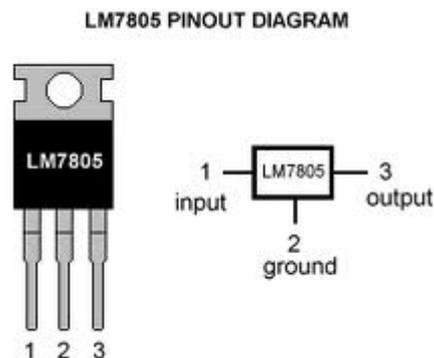


**Figura 22 Pines ATMEGA164P**

Fuente: <http://www.datasheetdir.com/ATMEGA164P+AVR-microcontrollers>

### 3.2.4 REGULADOR LM7805

Es un regulador de voltaje que entrega 5 [V] y una corriente máxima de 1[A], pertenece a la serie de los reguladores LM78XX. Se lo usa en el prototipo para alimentar al microcontrolador ATMEGA164P, a los circuitos integrados MAX232, al sensor de alcohol MQ-3 y a la circuitería de los LEDs.



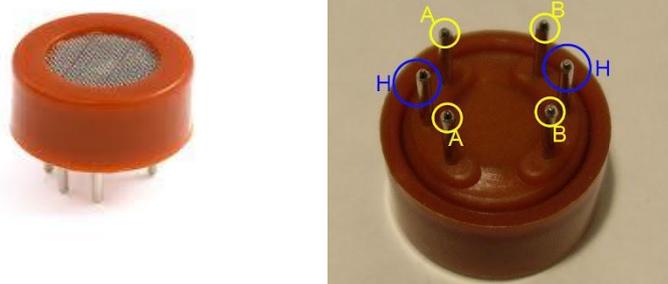
**Figura 23 Conexión típica y distribución de pines**

Fuente: [http://wiki.techinc.nl/index.php/78xx\\_power\\_supply](http://wiki.techinc.nl/index.php/78xx_power_supply)

### 3.2.5 SENSOR DE ALCOHOL MQ-3

Este sensor es muy útil para la detección de concentración de alcohol en el aliento, como los alcoholímetros convencionales. El sensor cambia su resistencia de salida basado en la concentración de alcohol.

El circuito de control es muy simple, lo único que se requiere es una resistencia. Una interfaz simple de implementar sería mediante un convertidor analógico digital de 0 a 3.3V. Sus características y dimensiones son:



**Figura 24 Sensor MQ-3**

**Fuente:** <http://www.skpang.co.uk/catalog/alcohol-gas-sensor-mq3-p-1045.html>

- Circuito de 5V DC o AC
- Requiere voltaje de calentamiento
- Temperatura de operación: -10 a 70 grados Celsius
- Consumo de calor: menos de 750mW
- 16.8mm diámetro y 9.3 mm de alto sin tomar en cuenta los pines

Básicamente, tiene 6 pines, la tapa y el cuerpo. Aunque a pesar de que tiene 6 pines, se suelen utilizar sólo 4 de ellos. Dos de ellos son para el

sistema de calefacción, lo que marco como H y los otros 2 son para la conexión de alimentación y de tierra, que están marcados como A y B.

### 3.2.6 MÓDULO CELULAR FASTRACK

El Fastrack es un módulo celular que proporciona cobertura mundial a través de tecnología Cuatri-banda GSM-GPRS y EDGE. Además introduce un estándar abierto **IES** (Internal Expansion Socket) que proporciona nuevas funcionalidades e interfaces de comunicaciones: GPS, GPIO's, USB, UART2, 2 SPI, 1 DAC, 1 ADC.

El Fastrack es la solución universal acabada Plug and Play con toda la flexibilidad de programación que se adapta a multitud de aplicaciones. Es la forma más rápida y fácil de acercamiento a las posibilidades que ofrece la plataforma Open AT® con su sistema operativo en tiempo real y todo el entorno de desarrollo IDE, ya que no requieren ningún esfuerzo de integración Hardware.



**Figura 25 Fastrack Supreme 20**  
**Fuente:** <http://www.agroterra.com/s/gps+foro>

### **3.3 SOFTWARE**

La finalidad es realizar un programa que tenga por objeto analizar el estado o cantidad de alcohol que una persona tiene, y así poder controlar el encendido o contacto del motor de arranque de un vehículo. En el caso que la persona marque +0.3g/l de alcohol el contacto nunca encenderá y además enviará un mensaje a 3 números celulares (simulando una base de datos policial) alertando sobre el estado del conductor y datos del vehículo.

También alerta sobre desconexión del sistema con un respaldo de medición de un temporizador, para contabilizar el tiempo que no han hecho la prueba de alcoholemia, en caso de violación del sistema.

#### **3.3.1 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR**

##### ***3.3.1.1 Descripción de la Herramienta de Programación***

BASCOM AVR es un compilador basado en lenguaje BASIC, que facilita la programación de microcontroladores AVR de la familia ATMEL. Es una herramienta muy práctica de usar, cuenta con una biblioteca de ayuda en la que el usuario puede consultar acerca del uso y manejo de sentencias a través de ejemplos sencillos y comprensibles. De esta manera el usuario escribe las líneas de código, las compila en código de máquina generando un archivo con extensión .HEX, prueba la ejecución del programa a través de un simulador incluido y finalmente luego de corregir errores transfiere este programa al microcontrolador, a través del bus ISP(*In system programming*).

En la Figura 26, se presenta el entorno de trabajo de la herramienta de programación BASCOM AVR.

```

230 Gosub 'LCD inhalt aktualisieren
231
232 Loop
233
234
235 'Funkt
236
237
238 Function Batterystatus() As Single
239 Local Value As Word
240 Value = Getadc(d)
241 Batterystatus = Value * Ref
242 Batterystatus = Batterystatus * 5.2941
243 End Function
244
245 Sub Control_motor_left(byval Forback As Byte , Byval Speed As Word)
246 If Speed = 0 Then
247 Disable Compare1b
248 I2creceive Powerport_radr , I2ctemp
249 I2ctemp 2 = 0 'Iiftung ausschalten
250 I2ctemp 0 = 1 'Selbsthaltung erhalten
251 I2ctemp 4 = 1 'Blaue leds
252 I2csend Powerport_wadr , I2ctemp
253 Else
254 Enable Compare1b
255 I2creceive Powerport_radr , I2ctemp
256 I2ctemp 2 = 1 'Iiftung einschalten
257 I2ctemp 0 = 1 'Selbsthaltung erhalten
258 I2ctemp 4 = 1 'Blaue leds
259 I2csend Powerport_wadr , I2ctemp
260 End If
261
262 If Forback = 1 Then
263 Mleft_for = 1
264 Mleft_back = 0
265 Else
266 Mleft_for = 0
267 Mleft_back = 1
268 End If
269 Speed Left = Speed
270 End Sub
271
272 Sub Control_motor_right(byval Forback As Byte , Byval Speed As Word)
273 If Speed = 0 Then
274 Disable Compare1a
275 I2creceive Powerport_radr , I2ctemp
276 I2ctemp 2 = 0 'Iiftung ausschalten
277 I2ctemp 0 = 1 'Selbsthaltung erhalten
278 I2ctemp 4 = 1 'Blaue leds

```

**Figura 26 Entorno de trabajo BASCOM AVR**  
Fuente: Autor

### 3.3.1.2 Programación del Microcontrolador

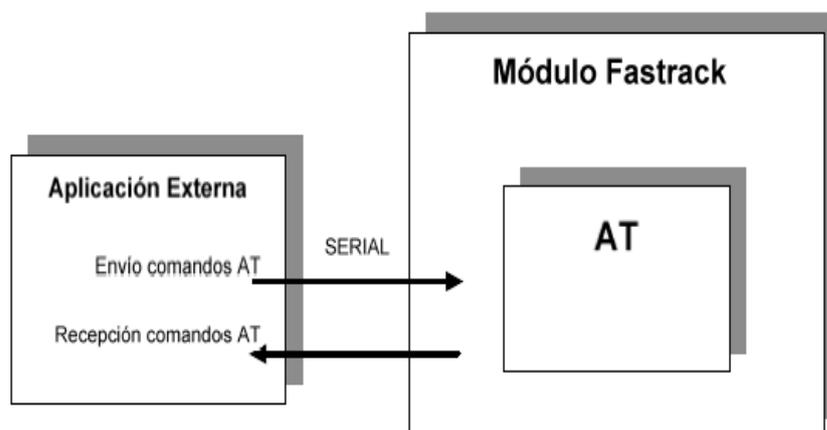
Está desarrollado en base al diagrama de flujo anterior y se utilizó la herramienta de programación BASCOM AVR. El código completo se presenta en el ANEXO I.

### 3.3.2 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO INALÁMBRICO

Este módulo basa su funcionamiento en el uso de Comandos AT (*Attention Command*) que sirven para llamar la atención del módulo inalámbrico con el fin de obtener una respuesta de este último.

### 3.3.2.1 Comandos AT importantes

El uso de comandos AT se realiza con el siguiente módulo de comunicación.



**Figura 27** Comunicación entre el Módulo Fastrack y una aplicación externa  
Fuente: Autor

Los comandos usados en el funcionamiento del prototipo son los siguientes:

**AT&F** Este comando reinicia la configuración de fábrica del módulo.

**ATE0** Esta instrucción quita el ECO producido por el envío de información desde el módulo hacia otro dispositivo, evitando así que la información que el equipo envía, le sea devuelta a él mismo.

**AT+CMGF=1** Esta instrucción dispone al módulo para que la información que envía sea en forma de texto y no en forma hexadecimal.

**AT+CNMI=2,1,0,0,0** Este comando hace que el modo de recibir mensajes sea en formato definido, indicando el número de mensaje recibido.

**AT+CMGD=1,4** Este comando borra todos los mensajes recibidos por la SIM hacia el módulo.

**AT+CMGR=3** Con esta instrucción, se puede leer el texto recibido por la SIM, pero este es un ejemplo ya que el número “3”, significa que el mensaje a ser leído será el que llegó en tercer lugar.

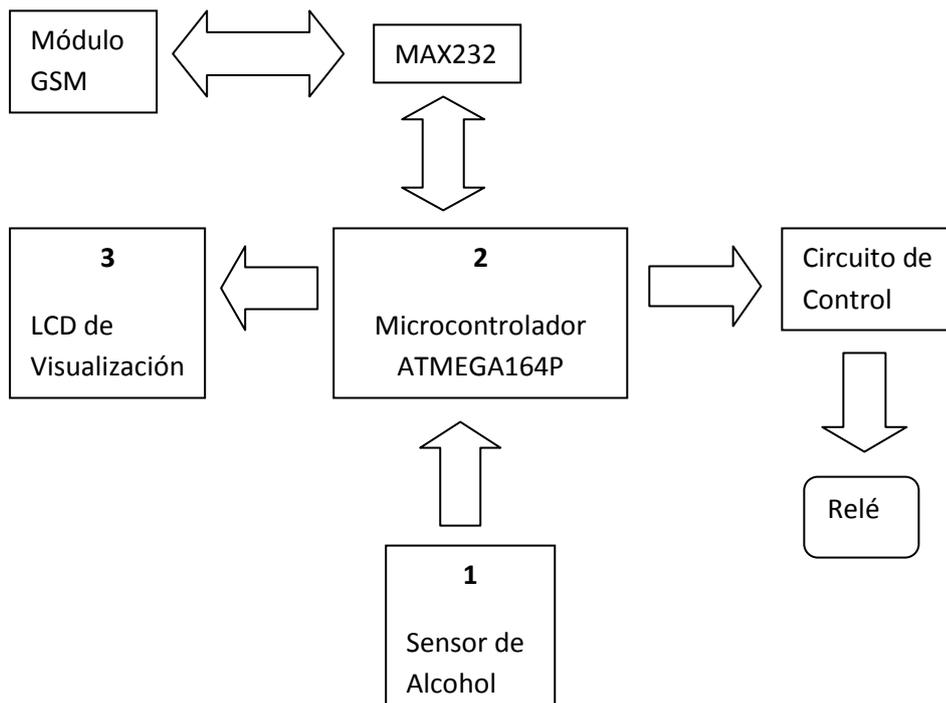
**AT+CMGS= “Numtel”** Con esta instrucción, se envía un mensaje a continuación de colocar el número destinatario con la correspondiente acción.

### 3.3.2.2 Programación del Módulo Inalámbrico

Está desarrollado en base al diagrama de flujo anterior y utilizando los comandos AT. El código completo se presenta en el ANEXO II.

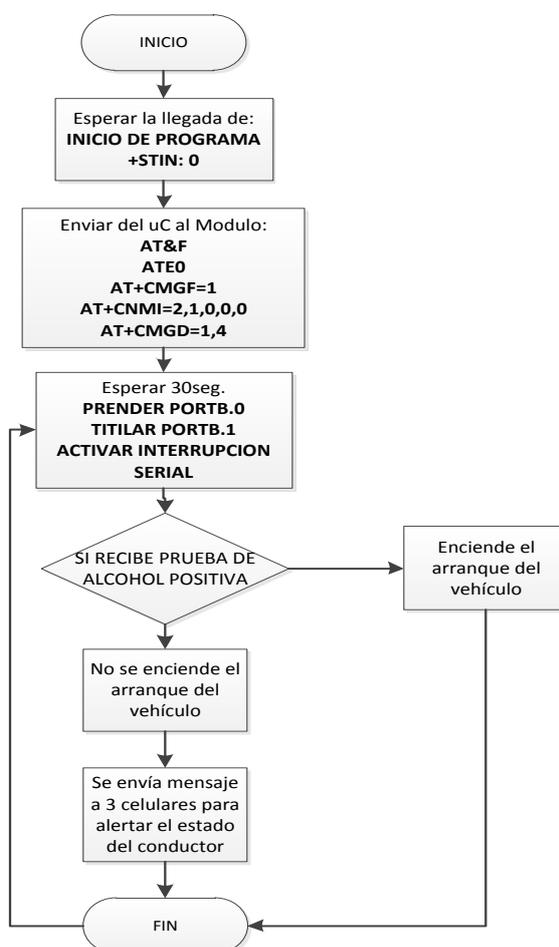
## 3.4 DIAGRAMAS DE PROCESO

### 3.4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES



El funcionamiento es el siguiente: previo al encendido del vehículo, el conductor debe proporcionar una muestra de aliento que pasa por un sensor de alcohol, la muestra será analizada en un microprocesador y el resultado de alcoholemia se lo observará en una pantalla LCD, una pequeña luz roja o verde se iluminará dependiendo de la presencia o no de alcohol. Si la prueba de alcohol es negativa, el dispositivo transmitirá una señal al coche y se podrá encender el motor. Si el dispositivo detecta una prueba positiva de alcohol en el conductor, el motor no encenderá, y además enviará un mensaje de texto a tres diferentes números de celular, estos números deberán ser de personas cercanas al conductor informando que el conductor intenta conducir en estado etílico y que el vehículo no se va a encender.

### 3.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA



1. PASO: El módulo tarda aproximadamente 30 segundos en inicializarse y ponerse a punto, dentro de los cuales a los primeros 10 segundos se puede realizar una inicialización de comandos base.
2. PASO: El módulo GSM envía al microcontrolador lo siguiente:

**INICIO DE PROGRAMA**

**+STIN: 0**

3. PASO: Enviar desde el microcontrolador, comandos base, para el funcionamiento del módulo.

**AT&F**

**ATE0**

**AT+CMGF=1**

**AT+CNMI=2,1,0,0,0**

**AT+CMGD=1,4**

4. PASO: El módulo GSM envía al microcontrolador, lo siguiente:

**+STIN: 98**

**+STIN: 99**

5. PASO: Luego se habilita la interrupción del puerto serial para recibir los datos importantes.
6. PASO: En este paso se espera que aparezca un mensaje en el LCD diciendo que se iniciará la prueba de alcoholemia respectiva.
7. PASO: En caso de ser la prueba positiva, deberá aparecer un mensaje que no puede ser apto para conducir y no se encenderá el

contacto para el arranque y además se enviará un mensaje a 3 números telefónicos para alertar del estado del conductor.

**AT+CMGS="Numero Teléfono"**

**Print "CONDUCTOR EN ESTADO NO APTO PARA CONducIR = 0,555g/L"**

8. PASO: Volver al programa principal donde un led titila para saber que el programa está funcionando correctamente.

### **3.5 DESARROLLO DEL SISTEMA**

El sistema a ser implementado consta de diferentes bloques que son: Adquisición de Datos, Envío/Recepción de Datos y Aplicación.

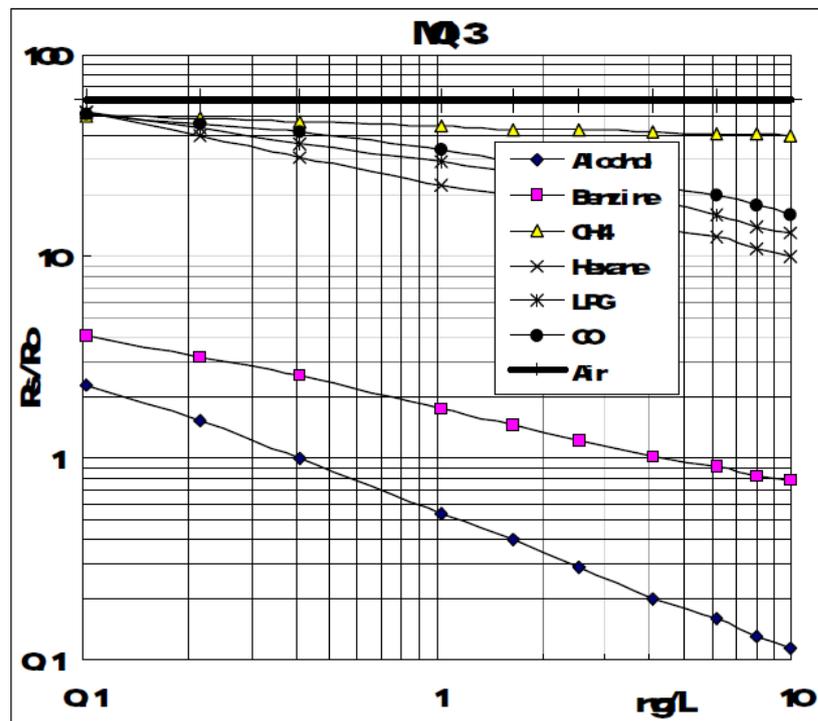
#### **3.5.1 BLOQUE DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

El sensor seleccionado de alcohol MQ-3 posee una señal analógica por lo que se utiliza el convertor análogo digital. Como se observa en las características del microcontrolador ATMEGA164P, este posee 8 conversores de 10 bits. Es importante utilizar la resolución completa del microcontrolador por lo que se debe realizar un proceso de acoplamiento de acuerdo a la naturaleza del sensor.

##### ***3.5.1.1 Acoplamiento del Sensor MQ-3***

El sensor necesita una señal de voltaje para el calentamiento de sus componentes. Esta debe ser periódica manteniéndose en 5V.

El circuito de señal de salida puede responder a los cambios de resistencia de superficie del sensor con precisión. Las características típicas del sensor MQ-3 a 20°C de temperatura, 65% de humedad, 21% de concentración de O<sub>2</sub>, R<sub>L</sub>= 200kΩ, R<sub>0</sub> resistencia del sensor a 0.4mg/L de Alcohol en aire limpio. R<sub>s</sub> será la resistencia del sensor a varias concentraciones de gas alcohol.



**Figura 28 Características de sensibilidad del sensor**  
Fuente: Datasheet MQ-3

La resistencia superficial (R<sub>s</sub>) del sensor es obtenida a través de la señal de voltaje de salida sobre la resistencia de carga. La relación es la siguiente:

$$\frac{R_s}{R_L} = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}}$$

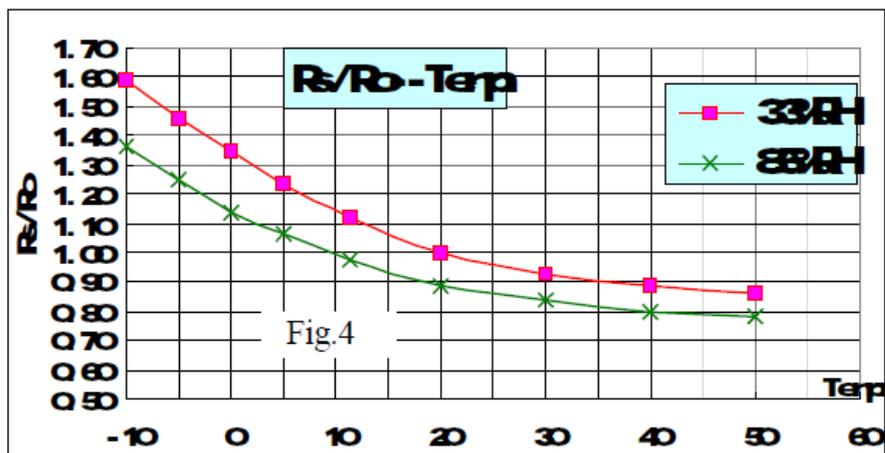
**Ecuación 1 Relación entre R<sub>s</sub> y R<sub>L</sub>**

Fuente: [http://www.futurlec.com/Alcohol\\_Sensor.shtml](http://www.futurlec.com/Alcohol_Sensor.shtml)

$R_s/R_L$ : Relación entre la resistencia superficial y la de carga.

$V_c$ : Voltaje del circuito.

$V_{RL}$ : Voltaje en la resistencia de carga.



**Figura 29** Dependencia de MQ-3 a la temperatura y humedad  
Fuente: Datasheet MQ-3

En la figura 29 observamos la equivalencia en PPM está en función de la relación  $R_s/R_o$  por lo que introduciendo  $R_o$  a la Ecuación 1, dada por el fabricante, se obtendrá datos correspondientes a la curva.

$$\frac{R_s}{R_o} = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} * \frac{R_L}{R_o}$$

**Ecuación 2** Relación entre  $R_s/R_o$   
Fuente: Autor

Obtenido el valor de  $R_s/R_o$  se debe transformar este valor a PPM. Las medidas que emite el sensor varían de 0 a 5V por lo que no es necesaria una etapa de tratamiento de la señal.

El valor del sensor MQ-3 se toma por medio del pin 0 del puerto A del microcontrolador, el cual posee un conversor analógico-digital. Primero se convierte el equivalente decimal de la lectura del voltaje. Con este valor se calcula la relación  $R_s/R_o$  que es necesaria para determinar el equivalente en

PPM. Para encontrar la ecuación que relaciona Rs/Ro con el nivel PPM, se analizó la gráfica de respuesta del sensor Figura 28.

El sensor responde a la siguiente ecuación de respuesta logarítmica:

$$y = 17,5x^{-0,63}$$

**Ecuación 3 Comportamiento logarítmico de MQ-3**

**Fuente:** [http://coolab.umh.es/sea/instrumentacion/trabajos\\_grupos/G11\\_TRAB\\_AJO%20SENSOR%20ALCOHOLIMETRO/SENSOR%20ALCOHOLIMETRO.htm](http://coolab.umh.es/sea/instrumentacion/trabajos_grupos/G11_TRAB_AJO%20SENSOR%20ALCOHOLIMETRO/SENSOR%20ALCOHOLIMETRO.htm)

Y= Resistencia eléctrica del sensor.

17,5 y 0,63 son constantes características de cada gas (Alcohol).

X= Concentración de gas (Alcohol).

Despejando X se obtiene:

$$x = 10^{\frac{\log(17,5) - \log(y)}{0,63}}$$

**Ecuación 4 Respuesta del sensor MQ-3**

**Fuente: Autor**

La Ecuación 4 se aplica en el programa del microcontrolador para tener el equivalente en PPM de la lectura del conversor A/D, el fabricante dice que a 200PPM aproximadamente le corresponde 0,4mg/L de concentración de alcohol.

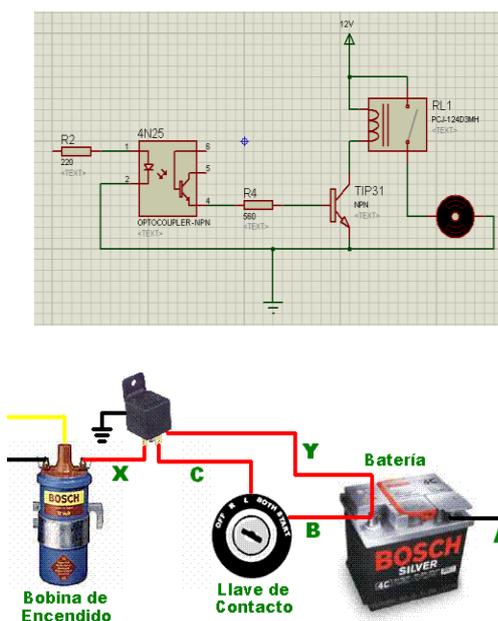
### 3.5.2 BLOQUE DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS

Dependiendo de la información generada por el bloque anterior se enviará una notificación a través de mensajes de texto a 3 números diferentes indicando que su conductor supera los límites legales de alcohol permitido utilizando el módulo GSM. El funcionamiento de este programa está detallado con su diagrama de flujo respectivo en el ítem 3.4.2.

### 3.5.3 BLOQUE DE APLICACIÓN

Este bloque se encarga de varias funciones como la de visualizar en una LCD los datos obtenidos en el primer bloque, así como el encendido de LEDs indicando si la prueba de alcoholemia fue positiva o negativa; y de permitir o no la activación de un relé para el posterior arranque del vehículo.

La LCD se conectó en el puerto C con un bus de 4 bits para el envío de los datos. El encendido de los LEDs se lo controla con los pines RB0 y RB1. El microcontrolador activará el pin RB2 con el propósito de activar el relé automotriz, cuando el conductor esté por debajo de los límites legales de alcohol en su cuerpo. Para esto se utiliza una resistencia para limitar la corriente máxima del puerto que es 25mA, y como además tenemos el voltaje que es 5V podemos encontrar la resistencia que necesitamos aplicando la Ley de Ohm ( $I = V/R$ ), de donde obtenemos una resistencia igual a  $200\Omega$ , comercialmente la resistencia que más se ajusta a nuestro valor obtenido es la de  $220\Omega$ . Cuando RB2, está en 1 lógico el transistor optotransistor 4N25 estará en saturación, saturando al transistor TIP31, quien operará al relé en sí.



**Figura 30** Circuito para el control de Encendido  
Fuente: Autor

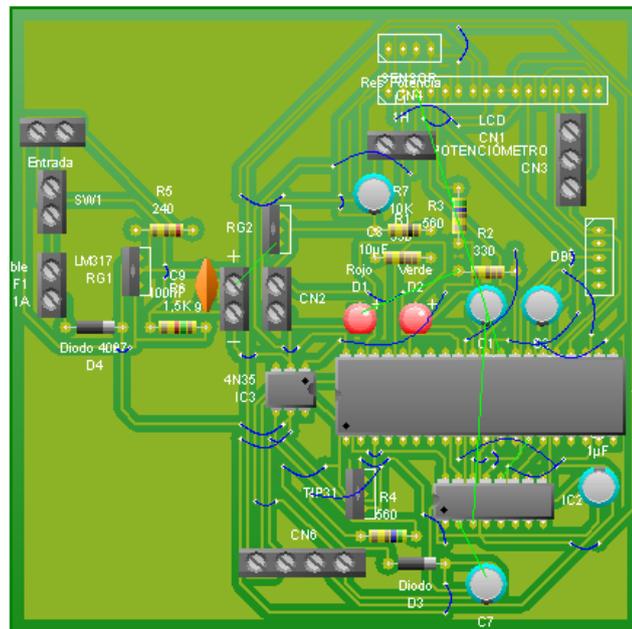
### 3.6 CONSTRUCCIÓN

La construcción abarca la elaboración del circuito impreso, diagramas esquemáticos y circuitales.

#### 3.6.1 ELABORACIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO

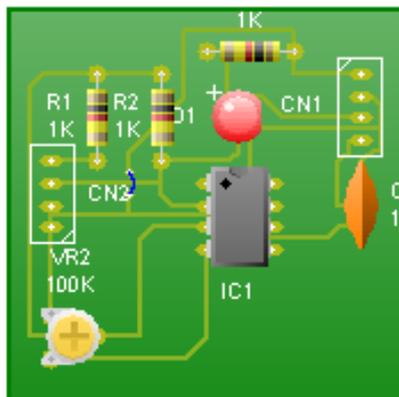
##### 3.6.1.1 Diagramas esquemáticos

En la placa N° 1 presentada en la Figura 31, se muestra la placa que constituye el sistema, se encuentra el microcontrolador, la circuitería para alimentación, los circuitos para la comunicación con el Módulo Fastrack, los conectores para la LCD.



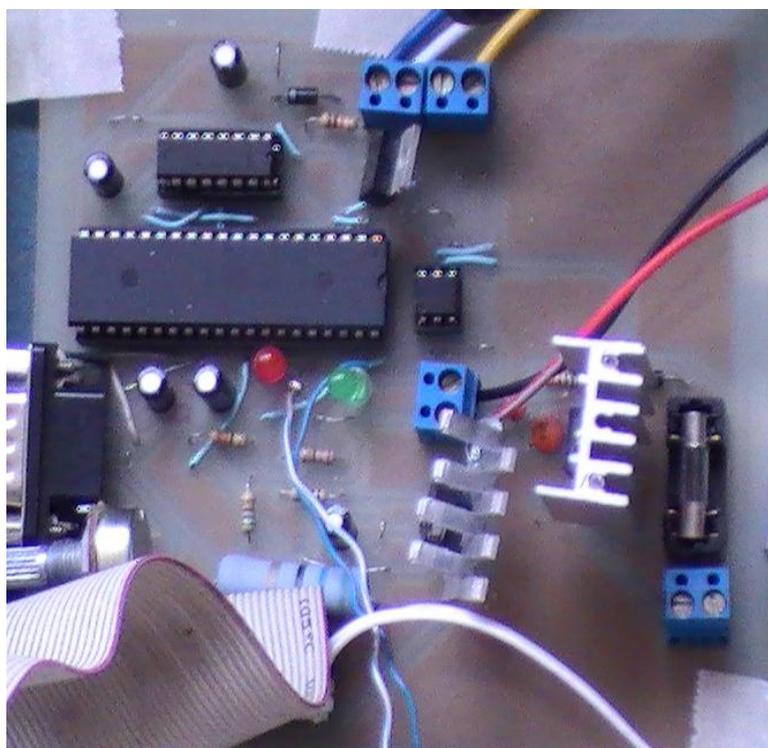
**Figura 31 Placa N° 1 Real World PCB**  
Fuente: Autor

En la placa N°2, presentada en la Figura 32, se encuentra el sensor y la circuitería para la adecuación de su señal.



**Figura 32** Placa N° 2 Real World PCB  
Fuente: Autor

### 3.6.1.2 Diagramas circuitales



**Figura 33** Elementos soldados  
Fuente: Autor

### 3.6.2 MONTAJE DEL SISTEMA

Existen diferentes elementos que deben ser colocados dentro de una caja contenedora la cual mide 25cm de largo, 20cm de ancho y 5cm de profundidad. Es importante que dentro de esta caja se encuentren todos los dispositivos electrónicos.



**Figura 34** Caja Contenedora  
**Fuente:** Autor



**Figura 35** Montaje Final del Sistema  
**Fuente:** Autor

## CAPÍTULO 4:

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

#### 4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe los pasos a seguir para el funcionamiento del sistema, tiempos de respuesta y límites tolerables de error que posee el mismo. Tomando en cuenta que los límites de tiempo dependen de la utilización de la red GSM.

#### 4.2 FUNCIONAMIENTO

##### 4.2.1 PASOS A SEGUIR

1.- Insertar la llave del vehículo en la ignición, de vuelta la llave hasta llegar a la posición de ON o Contacto.



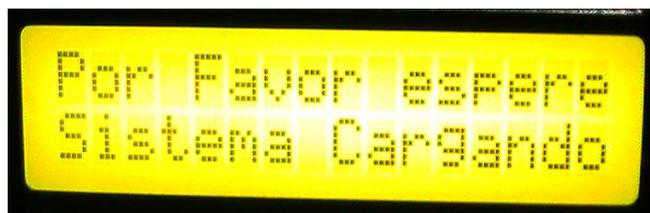
**Figura 36 Ignición del Vehículo**  
**Fuente: Autor**

- 2.- Encienda el sistema presionando el botón ON/OFF.



**Figura 37** Botón de ON/OFF del Sistema  
**Fuente: Autor**

- 3.- Espere mientras el sistema termina de cargarse completamente.



**Figura 38** Inicialización de Sistema  
**Fuente: Autor**

- 4.- Realice la prueba de aliento soplando mínimo por 3 segundos en la unidad.



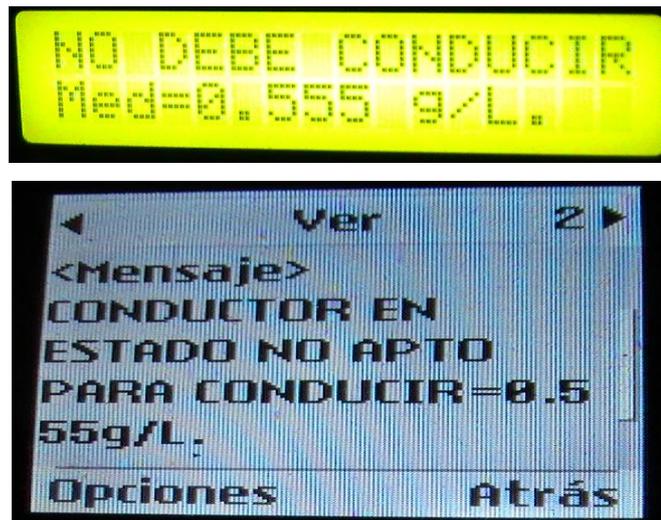
**Figura 39 Prueba de Aliento**  
**Fuente: Autor**

- 5.- Espere a visualizar el resultado de la prueba de aliento.



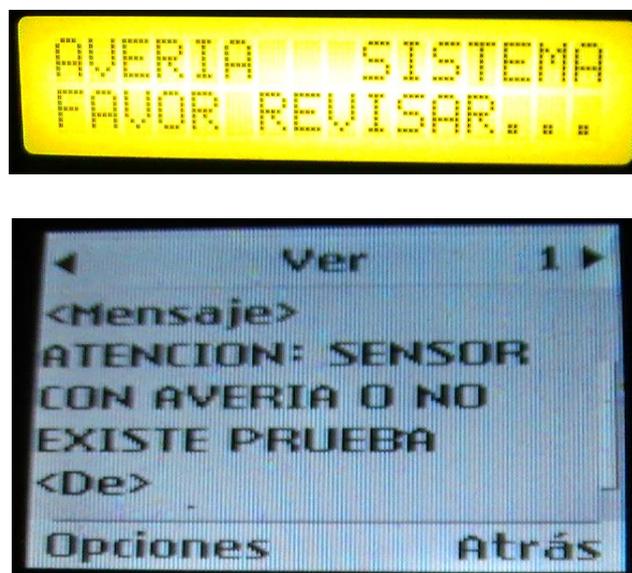
**Figura 40 Prueba de Aliento dentro de los límites permitidos**  
**Fuente: Autor**

Si la prueba de aliento se encuentra dentro de los parámetros permitidos  $<0,3\text{g/L}$ , como se observa en la Figura 40, el vehículo podrá ser encendido.



**Figura 41 Prueba de Aliento fuera de los límites permitidos**  
**Fuente: Autor**

Si la prueba de aliento es  $\geq 0,3\text{g/L}$  como se observa en la Figura 41, el vehículo no podrá ser encendido y a su vez se enviará un mensaje de texto a 3 números de celular informando que el conductor del vehículo no se encuentra apto para conducir.



**Figura 42 Avería de sensor o no existió prueba de aliento**  
**Fuente: Autor**

En el caso de que no se realice la prueba de aliento o a su vez sea desconectado el sensor, se enviará un mensaje de texto a un número celular informando que el sistema tiene una avería o no se realizó el test.

## **4.3 RESULTADOS**

### **4.3.1 TIEMPOS DE RESPUESTA**

Para describir los tiempos de respuesta del sistema, hay que tomar en cuenta la utilización de la red, debido a que si se encuentra en baja o alta utilización provocarán que el mensaje llegue más rápido o tarde en llegar.

#### ***4.3.1.1 Recepción de un Mensaje***

En baja utilización de red, recibir un mensaje tarda menos de 5 segundos, este tiempo aumenta en el caso de la interacción con el sistema, debido a que el procesamiento del mensaje ocupa un tiempo considerable, ya que el microprocesador recepta el valor del sensor y dependiendo de su valor envía una señal al módulo celular y este a su vez el mensaje de texto. Se determinó que el retardo de un mensaje en condiciones de alta utilización de red es de un par de horas (en el mejor de los casos). Por tanto si la red se encuentra muy ocupada no se garantiza el correcto funcionamiento del módulo celular.

#### ***4.3.1.2 Tiempo de Respuesta del Sensor MQ-3***

El sensor de alcohol MQ-3 tarda en procesar la información aproximadamente 750ms, convirtiéndolo así en un sensor de buena apreciación, para aplicaciones dentro de las cuales el tiempo no es un factor crítico.

#### ***4.3.1.3 Tiempo para Activación de Encendido***

Tomando en cuenta que si una persona activará manualmente el interruptor de encendido, este evento es inmediato; por lo tanto el nivel de voltaje que activará al interruptor será indefinido, ya que éste se interrumpirá cuando el usuario apague el sistema o el vehículo; garantizando así la

activación del encendido del vehículo. Pero si a este evento le sumamos el envío de la señal del sensor al microprocesador, el análisis de la señal y la orden del microprocesador para activar el interruptor el tiempo cambia y es de aproximadamente 15 segundos.

### **4.3.2 LÍMITES DE TOLERANCIA DEL SISTEMA**

Partiendo de que ningún sistema es infalible y tomando en cuenta diversos factores externos, el sistema llega a su límite en distintas situaciones las que se describen a continuación.

#### ***4.3.2.1 Falta de Suministro Eléctrico***

En este caso el sistema se apaga por el corte de energía, esto ocasiona que el sistema se quede inactivo hasta cuando se retome la energía, como solución se debería tener una fuente de alimentación ininterrumpida que permita funcionar con el funcionamiento normal.

#### ***4.3.2.2 Funcionamiento Continuo***

Otra de las pruebas realizadas es el funcionamiento continuo del sistema, por lo cual se ha dejado que el sistema opere durante 24 horas seguidas, como comentario a esta prueba, se dice que el sistema en ciertos momentos se inhibe ante la congestión de la red.

### **4.3.3 PRUEBA DE ALIENTO**

Ya que ningún sistema es infalible se pueden producir diferentes problemas en lo referente a la toma de la prueba de aliento, ya sea:

#### ***4.3.3.1 Falla de Sensor***

Debido a diferentes situaciones ya sean ambientales o de otra índole el sensor puede sufrir daños que impedirán tomar una verdadera medida en la prueba de aliento y en cuyo caso no permitirá el encendido del vehículo cuando el conductor no se encuentre bajo los efectos del alcohol. Para solucionar este inconveniente el módulo Fastrack podrá recibir un mensaje de texto clave que activará al interruptor y así posteriormente el encendido del vehículo.

#### ***4.3.3.2 Prueba de Aliento no Realizada***

En el caso en que el conductor no realice la prueba de aliento, el sistema enviará un mensaje de texto informando que el sistema se encuentra con avería, no permitiendo así el encendido del vehículo e informando de una posible falla en el sistema.



## **CAPÍTULO 5:**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- La telefonía celular tiene un crecimiento grande hoy en día y se encuentra difundida en más de la mitad de la población, por lo tanto el desarrollo de proyectos que involucre el uso de un celular o a su vez módulos celulares permiten una gran gama de aplicaciones, que puede ayudar a mejorar nuestro estilo de vida.
- El módem Fastrack es de gran ayuda, ya que sirve de interfaz con aplicaciones desarrolladas en el computador para manejar la información que este recibe, mediante el manejo de comandos AT.
- El servicio SMS, hoy en día es uno de los más utilizados para intercambiar información entre persona a persona, por lo tanto este medio de comunicación ha tenido un gran desarrollo y ha sido aplicado en la presente tesis, ya que constituye una solución de bajo costo.
- Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un 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 son enviados.
- Hay que mencionar que ningún sistema es infalible, por lo tanto este sistema al no trabajar en tiempo real (depende del tráfico generado en

la red GSM), se convierte en un sistema medianamente confiable, en el sentido de que no se puede garantizar la ejecución de los comandos en un tiempo determinado.

- En cuanto a la seguridad, el sistema no es muy seguro ya que podría ser violado mediante un sistema bloqueador de celulares, este tipo de dispositivos son capaces de interferir la señal celular con ruido ocasionando la pérdida de señal.
- Luego de las pruebas realizadas exitosamente con sistema, se concluye además que el trabajo desarrollado constituye una herramienta útil, para la prevención de accidentes de tránsito causados por influencia del alcohol en las personas durante la conducción. Por lo tanto se espera que este sistema sirva como base para el desarrollo de futuros proyectos en el área.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Los comandos AT tienen una lista extensa de comandos, que no solo sirven para trabajar con mensajería corta, sino también para un gran número de aplicaciones como por ejemplo: realización de llamadas, interacción con protocolos IP, procesamiento de imágenes mediante MMS etc., por tanto se recomienda implementar proyectos que aprovechen algunas de las aplicaciones mencionadas anteriormente.
- El sensor de alcohol MQ-3 es muy útil para este tipo de proyectos, claro está que en comparación con otros sensores como el denominado “pila de combustible” que se encuentran en el mercado, este sensor tiene ciertos limitantes, en cuanto a tiempo de procesamiento, duración y sensibilidad. Por lo tanto si se desea

mayor precisión en los datos se recomienda utilizar un sensor de alcohol basado en la llamada pila de combustible.

- Como mejoras al proyecto, se podría mencionar la implementación de un programa para el reconocimiento de voz, para que este sistema se haga más personalizado e informe este evento al terminal celular con mayor prioridad, luego active una alarma para disuadir el ingreso a personas no deseadas como conductores en el vehículo.
- Entre las aplicaciones en el vehículo que se le pueden dar a este sistema se encuentran, sistemas de seguridad para automóviles (mediante un mensaje se abrirían las puertas), sistemas telefónicos inteligentes (mediante un mensaje de voz previamente cargado contestar una llamada telefónica), etc.
- En el caso de que el sistema se apague por corte de energía, este quedará inactivo hasta cuando se retome el suministro de energía, como solución se debería tener una fuente de alimentación ininterrumpida que permita un funcionamiento normal del sistema.



## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

1. Álvarez, F.J., Del Río, M.C. y Prada, R. (1992). Pautas del consumo de fármacos, alcohol y drogas de abuso en conductores de vehículos. En: *Aportaciones al tema de Conducta y Seguridad Vial*. Madrid: Fundación Mapfre.
2. Álvarez F.J., Sancho M., Vega J., Del Río M.C., Rams M.A. y Queipo D. (1997). Alcohol involvement in fatal road accidents in Spain. En: Mercier-Guyon C, editor. *Proceedings for the 14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*. Annecy: CERMT, 745- 750.
3. Barbone, F., McMahon, A.D., Davey, P.G., Morris, A.D., Reid, I.C., McDevitt, D.G. y MacDonald, T.M. (1998). *Association of road-traffic accidents with benzodiazepine use*. *Lancet*. Oct 24, 352, 1331-1336.
4. CDC (2004).
5. Cintel.(1996). *Sistemas de Comunicación Personal y Tecnologías Digitales Inalámbricas*. Santa Fe.
6. Crouse, W. (1993). *Mecánica del automóvil*. Marcombo Boixareu.
7. Del Río, M.C., Prada, R. y Álvarez, F.J. (1993). Fármacos y conducción de vehículos: la información al paciente. *Jano*, 45, 1062.
8. Del Río, M.D. y Álvarez, F.J. (1995). Illegal drug taking and driving: patterns of drug taking among Spanish drivers. *Drug Alcohol Depend*, 37, 83-86.
9. Del Río, M.C., Álvarez, F.J. (1999). Alcohol use among fatally injured drivers in Spain. *Forensic Science International*, 104,117-125.
10. Del Río, M.C. y Álvarez, F.J. (2001). Illicit drugs and fitness to drive: assessment in Spanish Medical Driving Test Centres. *Drug Alcohol Depend*, 64,19-25.
11. Del Río, M.C. (2002). Alcohol, jóvenes y accidentes de tráfico. *Trastornos Adictivos*, 4, 20-27.

12. Del Río, M.C., Gómez, J., Sancho, M. y Álvarez, F.J. (2002). Alcohol, illicit drugs and medicinal drugs in fatally injured drivers in Spain between 1991 and 2000. *Forensic Science International*, 127, 63-70.
13. Eby, D. W., Trombley, D. A., Molnar, L. J. y Shope, J. T. (1998). *The assessment of older driver's capabilities: A review of the literature*. Interim Report. The University of Michigan Transportation Research Institute.
14. Freeman, G. (1993). *Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones*. Editorial Limusa S.A.
15. Fundación Francisco Ferrer. (1995). *Los accidentes de tráfico. Una problemática juvenil*. Barcelona: Fundación Francisco Ferrer.
16. Gabinete de Estudios Sociológicos Bernard Krief. (1994). *Juventud y automóvil en España*. Madrid: Gabinete de Estudios Sociológicos Bernard Krief.
17. Garrido, P., Oromi, J., Prat, A., Barcelo, A., Burgues, M., Ruiz, T. y Pedro, B. (1991). Accidentes de tráfico y consumo de medicamentos. *Medicina Integral*, 17, 347- 351.
18. Harris, W. y Mackie, A. (1972). *A study of the relationships among fatigue, hours of service and safety of operations of truck and bus drivers*. HSRI. California: BMCSRD.
19. Harris, W. (1977). Fatigue, circadian rhythm and truck accidents. En: Harris, W., *Vigilance: relationships among theory, psychological correlates, and operational performance*. New York: Plenum Press.
20. Liberty Mutual and Students Against Destructive Decisions (2002). *Teens Today*.
21. McLean, A.J. y Holubowyear, O.T. (1980). Alcohol and the risk of accidents involvement. *Drugs and Traffic Safety*, June, 15-19.
22. Montoro, L., Tortosa, F. y Soler, J. (1988). La atención y las distracciones. *Tráfico*, 39,40-41.
23. Montoro, L., Carbonell, E.J. y Tejero, P. (1993). *Evaluación del impacto formal sobre factores motivacionales de la campaña "Accidents jo dic no"*. Informe de investigación C-353/93.

24. Montoro, L., Carbonell, E.J., Sanmartin, J. y Tortosa, F. (1995a). *Seguridad Vial: Del factor humano a las nuevas tecnologías*. Madrid: Síntesis.
25. Montoro, L., Carbonell, E.J. y Bañuls, R. (1995b). *Los accidentes de tráfico de los jóvenes*. En: Programa de prevención de accidentes de tráfico en jóvenes asociados al consumo de alcohol. Libro de ponencias curso regional de formadores. Castilla-La Mancha: Consejería de sanidad.
26. Montoro, L., Carbonell, E., Tortosa, F. y Sanmartín, J. (1996). *Pautas de conducta. Informe sobre aspectos desconocidos de la seguridad vial*. Madrid: BMW IBERICA, S.A.
27. Montoro, L., Tortosa, F. y Sanmartín, J. (1998). *Curso de Psicología para Postgraduados específico sobre: Reconocimiento de conductores y permiso de armas*. Valencia: Intrás.
28. Montoro, L., Alonso, F., Esteban, C., y Toledo, F. (2000). *Manual de seguridad vial: El factor humano*. Valencia: Ariel-Intrás.
29. Montoro, L. (2001). *Master Psicología de Tráfico y Seguridad*. Valencia: Intrás.
30. MTOP(2013).
31. Muñoz, L., Pascual, J.R. y Sacasa, L. (1982). *Manual de farmacología*. León: Editora Universitaria. (Serie Textos: nr 7). En: Pascual Simón JR, Fernández Rodríguez BL. (2002). Consideraciones generales sobre drogas de abuso. MEDISAN, 6(4).
32. Muñoz, M. (1996). *Informe sobre jóvenes conductores*. Madrid: Instituto Mapfre de Seguridad Vial.
33. Muñoz-Rivas, M.J. y Graña, J.L. (2001). Factores familiares de riesgo y de protección para el consumo de drogas en adolescentes. *Psicothema*, 13, 87-94.
34. Nanda, S. y Konnur, N. (2006). Adolescent Drug & Alcohol Use in the 21st Century. *Pediatric Annals*, 35, 193-200.
35. Nelson, T.M. (1981). Personal perception of fatigue. En: Foot, H.C. et al., *Research and practice*, 181-188.

- 36.OMS. (2004). Los problemas de salud y el comportamiento de los jóvenes. En: *La salud de los jóvenes. Un reto y una esperanza*. Madrid: Gráficos Reunidos.
- 37.OPS. (2010).
- 38.Pallas, R. *Sensores y Acondicionadores de Señal*. Alfaomega.
- 39.Prada, C., Prada, R., Del Río, M. C. y Álvarez, F. J. (1995). Accidentes de tráfico en la población española. *Medicina Clínica*, 105, 601-604.
- 40.Prada, R., Del Río, M.C. y Álvarez, F.J. (1995). Presencia de procesos patológicos en los conductores españoles: su relevancia en el campo de la seguridad vial. *Revista española de salud pública*, 69, 499-508.
- 41.Salleras, L. (1980). Alcohol y Accidentes. *Medicina Clínica*, 90, 775-778.
- 42.SIAT(2009). Piloto de Anuario Estadístico: *Accidentes de Tránsito Año 2009*.
- 43.Substance Abuse and Mental Health Services Administration. (2003). *National Survey on Drug Use and Health Report, "Drugged Driving 2002 Update"*.
- 44.Tomasi, W.(2003). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Editorial Prentice Hall.
- 45.Tortosa, F. y Montoro, L. (2002). La Psicología aplicada a la selección de conductores. Cien años salvando vidas. *Psicothema*, 14, 714-725.
- 46.U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. (1999). *Saving Teenage Lives*.
- 47.Willette, R.E. y Walsh, J.M. (1984). *Las drogas, el conductor y la seguridad en el tránsito*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.

## LINCOGRAFÍA

1. Grajales, E. (2012). *Vanguardia en Tecnología Celular*. Recuperado el 07 de Julio del 2012, de <http://sx-dex.wikispaces.com/Tecnologia+Celular>.
2. Teleco. *GSM: Arquitectura*. Recuperado el 10 de Julio del 2012, de [http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es\\_tutorialgsm/pagina\\_1.asp](http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_1.asp).
3. Alpern, D. (2010). *El Microprocesador 80386*. Recuperado el 04 de Agosto del 2012, de <http://www.alpertron.com.ar/80386.HTM>.
4. GSMspain (2004). *SMS: Elementos de Red y Arquitectura*. Recuperado el 21 de Octubre del 2012, de [http://www.gsmspain.com/info\\_tecnica/sms/pagina3.php](http://www.gsmspain.com/info_tecnica/sms/pagina3.php).
5. Aficionados a la Mecánica (2008). *Sistemas de Encendido*. Recuperado el 21 de Octubre del 2012, de [http://www.aficionadosalamecanica.net/encend\\_convencional.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/encend_convencional.htm).
6. DatasheetDir. *Microcontrolador AVR*. Recuperado el 21 de Octubre del 2012, de <http://www.datasheetdir.com/ATMEGA164P+AVR-microcontrollers>.
7. Wiki. *Fuente de Alimentación*. Recuperado el 08 de Septiembre del 2012, de [http://wiki.techinc.nl/index.php/78xx\\_power\\_supply](http://wiki.techinc.nl/index.php/78xx_power_supply).
8. SK Pang electronics (2010). *Sensor Gas Alcohol MQ-3*. Recuperado el 08 de Septiembre del 2012, de <http://www.skpang.co.uk/catalog/alcohol-gas-sensor-mq3-p-1045.html>.
9. Futurlec. *Información Técnica-Sensor de Alcohol*. Recuperado el 08 de Septiembre del 2012, de [http://www.futurlec.com/Alcohol\\_Sensor.shtml](http://www.futurlec.com/Alcohol_Sensor.shtml).



## **ANEXOS**

## ANEXO 1.

### PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA164P

' IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD PARA EL BLOQUEO DE  
ENCENDIDO DE UN VEHÍCULO MEDIANTE ALCOCHECK

'AUTOR: EDISON CUPUERÁN

'INICIO DE MICROCONTROLADOR, VELOCIDAD DE TX, CRISTAL

'\*\*\*\*\*

\$regfile = "m164pdef.dat" 'USO ATMEGA 164P

\$crystal = 8000000 'CRISTAL 8MHZ

\$baud = 9600 'VELOCIDAD DE TRANSMISION ENTRE MICRO Y MODULO A 9600bps

'\*\*\*\*\*

'CONFIGURACION DE PUERTOS

'\*\*\*\*\*

Config Portb.2 = Output 'salida rele

Config Portb.0 = Output 'salida led verde

Config Portb.1 = Output 'salida led rojo

Config Portd.7 = Output

Ddrd.7 = 1

Portd.7 = 1

Config Portc = Output 'PUERTO C SALIDA para lcd

'\*\*\*\*\*

'CONFIGURACION DE INTERRUPCIONES

'\*\*\*\*\*

Const K = 5 / 1023 'CONFIGURO EL ADC PARA QUE SEA INTERNO el  
voltaje de un bit

Config Adc = Single , Prescaler = Auto ',

Reference = Internal

Start Adc

Config Lcd = 16 \* 2 'LCD DE 16 CARACTERES Y 2 LINEAS

Config Lcdbus = 4 'MODO DE USO A 4 BITS

```

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portc.4 , Db5 = Portc.5 , Db6 = Portc.6
, Db7 = Portc.7 , E = Portc.3 , Rs = Portc.2

```

```

'CONFIGURACION DE PINES DEL LCD

```

```

Cls

```

```

On Urxrc Recibe

```

```

Enable Urxrc

```

```

'CONFIGURO INTERRUPCION SERIAL

```

```

Enable Interrupts

```

```

'HABILITO LA RECEPCION

```

```

'HABILITO LA INTERRUPCION

```

```

'*****

```

```

'DECLARACION DE VARIABLES

```

```

'*****

```

```

Dim Enter As String * 80

```

```

Dim Ingreso As String * 80 'VARIABLE PARA INGRESO DE MENSAJES

```

```

Dim Vacio As String * 2

```

```

Dim Prender As String * 10

```

```

Dim Ok As String * 2

```

```

Dim Comi As String * 1

```

```

Dim Ctrlz As String * 1

```

```

Dim Numtel As String * 10

```

```

Dim Numtel1 As String * 10

```

```

Dim Numtel2 As String * 10

```

```

Dim Msj1 As String * 10

```

```

Dim Msj2 As String * 10

```

```

Dim Nummsj As String * 10

```

```

Dim Var As String * 10

```

```

Dim Temp As Single

```

```

'Long

```

```

Dim A As Word

```

```

Dim S As Single

```

```
Dim Temp2 As Single
```

```
Dim A2 As Word
```

```
Dim S2 As Single
```

```
Dim Med1 As Single
```

```
Dim Med2 As Single
```

```
Dim Dif As Single
```

```
Dim Dt As String * 5
```

```
Dim Df As String * 5
```

```
Dim Comprobar As Integer
```

```
'*****
```

```
'INICIALIZACION DE VARIABLES
```

```
'*****
```

```
Comi = Chr(34) 'CARACTER DE COMILLAS
```

```
Ctrlz = Chr(26) 'CARACTER DE CONTROL+Z
```

```
Numtel = "0959551998" 'NUM TELEF. DESTINATARIO
```

```
Numtel1 = "0985274890"
```

```
Numtel2 = "0998997022"
```

```
Comprobar = 0
```

```
'*****
```

```
'INICIO DE PROGRAMA PRINCIPAL
```

```
'*****
```

```
Locate 1 , 1 'ESCRIBIR EN EL LCD
```

```
Lcd "***BIENVENIDO***"
```

```
Locate 2 , 1
```

```
Lcd " * S.A.M.A. * "
```

```
Portb.0 = 0
```

```
Portb.1 = 0
```

```
Portb.2 = 0 'CONFIGURACION INICIAL ENVIO DATOS DEL MICRO AL MODULO
```

```
Print "AT&F"
```

```
Wait 1
```

```
Print "ATE0"
```

```
Wait 1
```

```
Print "AT+CMGF=1"
```

```
Wait 1
```

```

Print "AT+CNMI=2,1,0,0,0"
Wait 1
Print "AT+CMGD=1,4"
Locate 1 , 1
'ESCRIBIR EN EL LCD
Lcd "Por Favor espere"
Locate 2 , 1
Lcd "Sistema Cargando"
Wait 25                                'ESPERO 30 SEGUNDOS

Cls

Locate 1 , 1                            'ESCRIBIR EN EL LCD
Lcd "Sistema Listo..."
Locate 2 , 1
Lcd "Iniciar TEST    "
A2 = Getadc(0)                          'LEO TEMPERATURA DEL ADC
S2 = A2 * K
Med1 = S2 / 5.34
Wait 2

Locate 1 , 1                            'ESCRIBIR EN EL LCD
Lcd "Por favor Sople "
Locate 2 , 1
Lcd "minimo 3 seg.  "
Wait 3

Do

A = Getadc(0)                            'LEO TEMPERATURA DEL ADC
S = A * K
Med2 = S / 5.34                          'ALMACENO TEMPERATURA
Dif = S - S2
Temp = Abs(dif)
Dt = Fusing(temp , "#.###")
Df = Fusing(med2 , "#.###")

    If Temp <= 0.05 Then

```

```

Print "AT+CMGS=" ; Comi ; Numtel ; Comi
Wait 2
Print "ATENCION: SENSOR CON AVERIA O NO EXISTE PRUEBA" ;
Ctrlz
Waitms 500
Averia:
    Locate 1 , 1                                'ESCRIBIR EN EL LCD
    Lcd "AVERIA SISTEMA"
    Locate 2 , 1                                'ESCRIBIR EN EL LCD
    Lcd "FAVOR REVISAR..."
    Wait 2
    If Comprobar = 0 Then
        Goto Averia
    Else
Remoto:
        Locate 1 , 1                            'ESCRIBIR EN EL LCD
        Lcd "BUEN VIAJE....."
        Locate 2 , 1                            'ESCRIBIR EN EL LCD
        Lcd "ENCENDIDO REMOTO"
        Wait 2
        Goto Remoto
    End If
End If

    If Temp > 0.05 Then                        'And
Temp < 1.6 Then
        If S > 0.6 And S < 1.6 Then          'lo que marca el sensor
                                                entre no soplar
            Locate 1 , 1                        'ESCRIBIR EN EL LCD
            Lcd "BUEN VIAJE...UD."
            Locate 2 , 1                        'ESCRIBIR EN EL LCD
            Lcd "PUEDE CONDUCIR.."
            Wait 2
            Goto Prendete
        ' End If
    End If

```

```

        If S >= 1.6 Then

            '          End If

'If Temp >= 1.6 Then
    Print "AT+CMGS=" ; Comi ; Numtel ; Comi
    Wait 2
    Print "CONDUCTOR EN ESTADO NO APTO PARA CONDUCIR=" ; Df ;
"g/L." ; Ctrlz
    Waitms 500
    Wait 4
    Print "AT+CMGS=" ; Comi ; Numtel1 ; Comi
    Wait 2
    Print "CONDUCTOR EN ESTADO NO APTO PARA CONDUCIR=" ; Df ;
"g/L." ; Ctrlz
    Waitms 500
    Wait 4
    Print "AT+CMGS=" ; Comi ; Numtel2 ; Comi
    Wait 2
    Print "CONDUCTOR EN ESTADO NO APTO PARA CONDUCIR=" ; Df ;
"g/L." ; Ctrlz
    Waitms 500
    '*****
    Wait 4
    Print "AT+CMGS=" ; Comi ; Numtel1 ; Comi
    Wait 2
    Print "CONDUCTOR EN ESTADO NO APTO PARA CONDUCIR=" ; Df ;
"g/L." ; Ctrlz
    Waitms 500
    Wait 4
    Print "AT+CMGS=" ; Comi ; Numtel1 ; Comi
    Wait 2
    Print "CONDUCTOR EN ESTADO NO APTO PARA CONDUCIR=" ; Df ;
"g/L." ; Ctrlz
    Waitms 500
    '*****

```

```

Locate 1 , 1                                     'ESCRIBIR EN EL LCD
Lcd "NO DEBE CONDUCIR"
Locate 2 , 1
Lcd "Med=" ; Df ; " g/L. "

Inicio:
Portb.2 = 0
Portb.0 = 1
Goto Inicio
End If
' Else

Prendete:
Portb.2 = 1
Portb.1 = 1
Locate 1 , 1
Lcd "...BUEN VIAJE..."
Locate 2 , 1
Lcd "Med=" ; Df ; " g/L. "
Goto Prendete
End If

Loop

'INTERRUPCION DEL PORTICO SERIAL
Recibe:
Var = Inkey()      'ESPERA RECIBIR EL + DE LA CADENA +CMTI: "SM",n
If Var = "+" Then
Input Ingreso Noecho      'ALMACENA LA CADEMA +CTMI EN
                          LA VARIABLE INGRESO

Wait 1
Msg1 = Mid(ingreso , 1 , 5)      'SEPARO +CMTI:
Msg2 = Mid(ingreso , 8 , 2)      'SEPARO SM
Nummsj = Mid(ingreso , 12 , 1) 'SEPARO EL NUMERO DE MENSAJE
If Msg1 = "CMTI:" Then
If Msg2 = "SM" Then
Print "AT+CMGR=" ; Nummsj      'PIDO EL MENSAJE AL
MODULO DESDE EL MICRO

Waitms 100
Input Vacio Noecho      'ALMACENO ENTER

```

```
Input Enter Noecho 'ALMACENO DATOS DEL MENSAJE
Input Prender Noecho 'ALMACENO EL MENSAJE COMO
                                                    P1, P2, ETC

Ok = Mid(prender , 2 , 2)
  If Ok = "P1" Then
    Portb.2 = 1
    Comprobar = 1
  End If
End If
End If
End If

Return

End
```

## ANEXO 2.

### CÓDIGO MÓDULO FASTRACK

#### ***Comandos generales***

- a) AT+CGMI: Identificación del fabricante
- b) AT+CGSN: Obtener número de serie
- c) AT+CIMI: Obtener el IMSI.
- d) AT+CPAS: Leer estado del modem

#### ***Comandos del servicio de red***

- a) AT+CSQ: Obtener calidad de la señal
- b) AT+COPS: Selección de un operador
- c) AT+CREG: Registrarse en una red
- d) AT+WOPN: Leer nombre del operador

#### ***Comandos de seguridad:***

- a) AT+CPIN: Introducir el PIN
- b) AT+CPINC: Obtener el número de reintentos que quedan
- c) AT+CPWD: Cambiar password

#### ***Comandos para la agenda de teléfonos***

- a) AT+CPBR: Leer todas las entradas
- b) AT+CPBF: Encontrar una entrada
- c) AT+CPBW: Almacenar una entrada
- d) AT+CPBS: Buscar una entrada

### ***Comandos para SMS***

- a) AT+CPMS: Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
- b) AT+CMGF: Seleccionar formato de los mensajes SMS
- c) AT+CMGR: Leer un mensaje SMS almacenado
- d) AT+CMGL: Listar los mensajes almacenados
- e) AT+CMGS: Enviar mensaje SMS
- f) AT+CMGW: Almacenar mensaje en memoria
- g) AT+CMSS: Enviar mensaje almacenado
- h) AT+CSCA: Establecer el Centro de mensajes a usar
- i) AT+WMS



Structure and configuration of MQ-3 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro  $Al_2O_3$  ceramic tube, Tin Dioxide ( $SnO_2$ ) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-3 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

#### E. Sensitivity characteristic curve

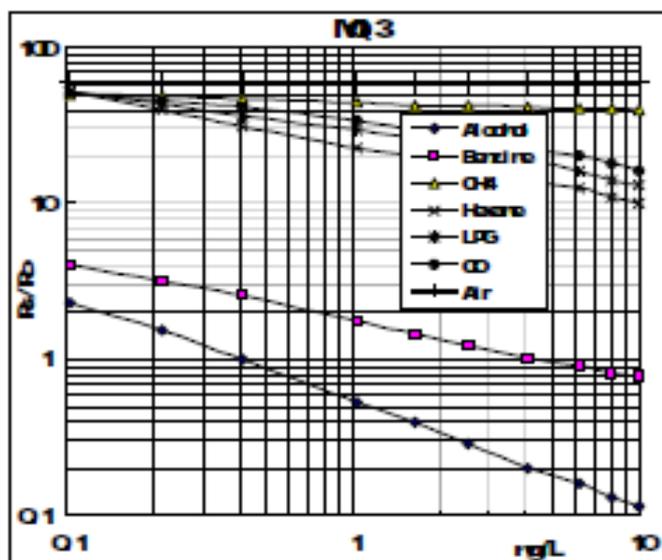


Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-3

Fig.3 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-3 for several gases.

in their: Temp: 20℃.

Humidity: 65%.

O<sub>2</sub> concentration 21%

RL=200kΩ

R<sub>0</sub>: sensor resistance at 0.4mg/L of

Alcohol in the clean air.

R<sub>s</sub>: sensor resistance at various concentrations of gases.

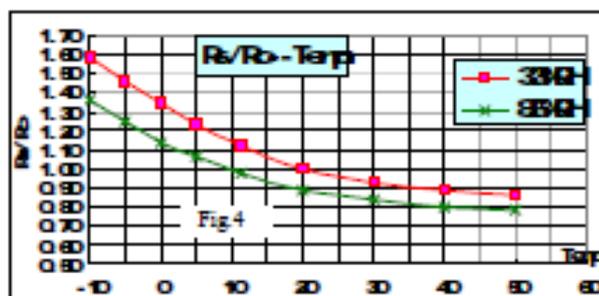


Fig.4 shows the typical dependence of the MQ-3 on temperature and humidity.

R<sub>0</sub>: sensor resistance at 0.4mg/L of

Alcohol in air at 33%RH and 20℃

R<sub>s</sub>: sensor resistance at 0.4mg/L of

Alcohol at different temperatures and humidities.

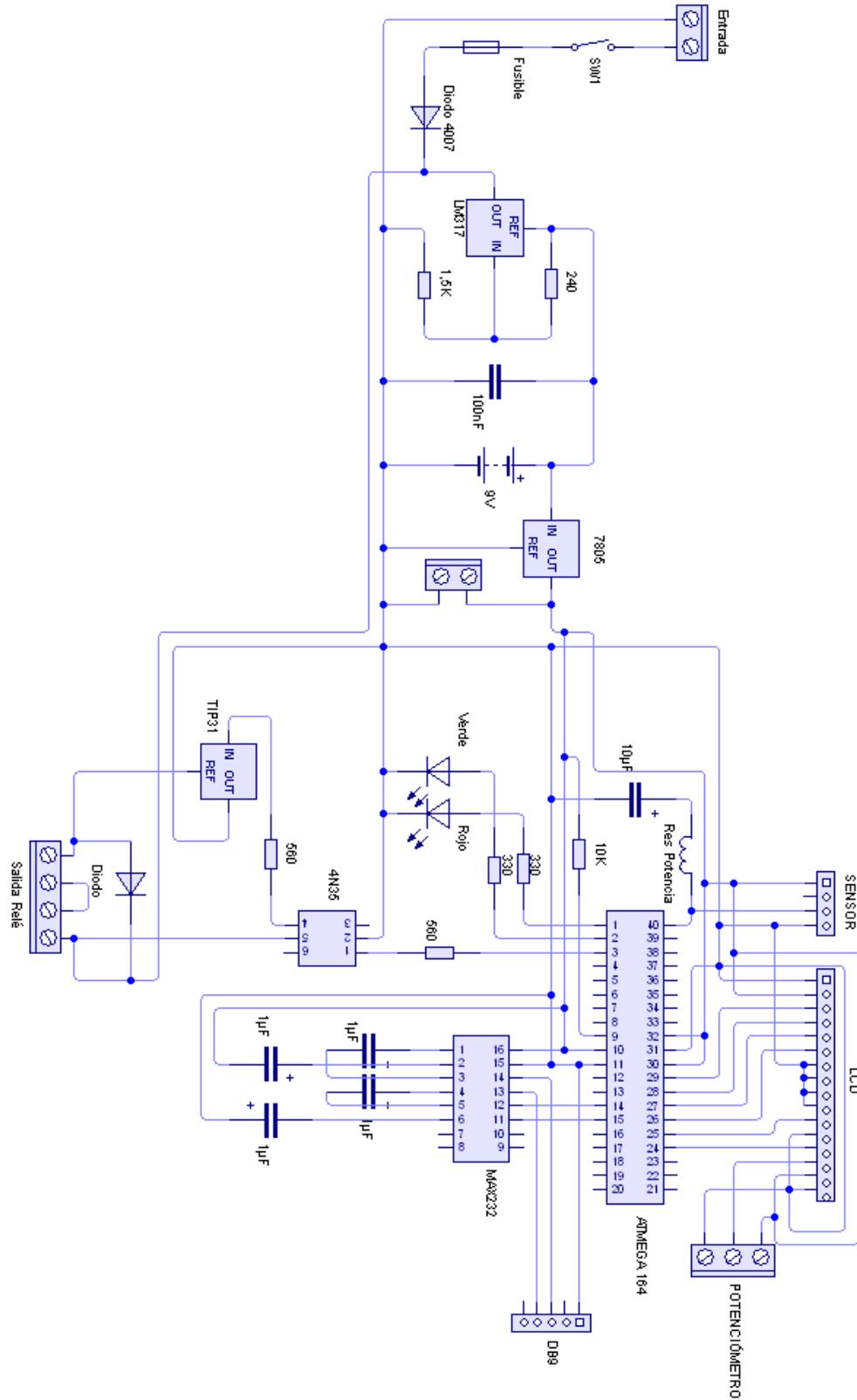
#### SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-3 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 0.4mg/L (approximately 200ppm) of Alcohol concentration in air and use value of Load resistance (R<sub>L</sub>) about 200KΩ (100KΩ to 470KΩ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

## ANEXO 4

### CIRCUITO DE CONTROL



**ANEXO 5****PLACA DE CONTROL PCB Wizard (ArtWork)**