

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
ESPE - LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TESIS DE GRADO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL  
CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO

REALIZADO POR:

EURO RODRIGO MENA MENA  
JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS

LATACUNGA - ECUADOR

2005

## CERTIFICACIÓN

Certificamos que la presente Tesis de Grado fue desarrollada en su totalidad por los Señores: EURO RODRIGO MENA MENA Y JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS bajo nuestra dirección:

.....

INGENIERO JUAN CASTRO  
DIRECTOR DE TESIS

.....

INGENIERO AUGUSTO BOURGEAT  
CODIRECTOR DE TESIS

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia todo el apoyo recibido durante mi etapa académica, en especial a mis padres, esposa e hijas, a quienes no pude dedicarles todo el tiempo que se merecen, y porque sin su ánimo y cariño jamás habría finalizado mi carrera universitaria.

A los señores ingenieros Juan Castro y Augusto Bourgeat, director y codirector respectivamente de esta tesis, que siempre me apoyaron tanto a nivel profesional como personal durante la realización de este trabajo. Lejos de ser una relación profesional, he encontrado en sus consejos y comprensión a un buen amigo y compañero de trabajo. Gracias por lo tanto, por esa amistad y relación profesional sin la que estoy seguro que este trabajo no hubiese llegado a un buen término.

A José Luis, compañero de investigación, agradezco su paciencia y apoyo durante la realización de este trabajo. Al resto de amigos a los que no nombré por miedo a olvidarme de alguien, debo agradecer su amistad y compañerismo que han hecho de mi vida profesional una experiencia muy positiva.

Rodrigo Mena.

## DEDICATORIA

Tener verdadero éxito en la vida es: reír mucho y muchas veces; ganar el respeto de personas inteligentes; gozar del cariño de niños; ganar el reconocimiento de personas calificadas y saber soportar la traición de falsos amigos; apreciar la belleza; buscar lo mejor en los demás; dejar el mundo un poquito mejor de como lo encontraste - con un hijo sano, un jardín bonito o una persona más feliz; saber que al menos alguien ha vivido mejor gracias a ti.

Dedico mi esfuerzo a mi esposa, quien ha sabido entender las ausencias debidas a mi vida académica y la dedicación a este trabajo.

A mis hijas con quienes he compartido vivencias y he aprendido cosas que no se hallan en los textos.

Rodrigo Mena

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Enrique y María por haberme brindado la oportunidad de ser un profesional proporcionándome su cariño, comprensión y afecto durante el transcurso de mi carrera estudiantil, además por enseñarme valores y buenas costumbres mismos que fueron asimilados por mí con una enorme gratitud y responsabilidad, a mis hermanas Nancy, Soledad y María, a mi novia Lorena y su hermana Mercedes que de una u otra manera siempre me ayudaron para alcanzar el cumplimiento de mi carrera.

Además agradezco a los docentes, personal administrativo, amigos y compañeros de la Escuela Politécnica del Ejército por los conocimientos adquiridos en las aulas de enseñanza, en especial a Rodrigo por haberme permitido conocer su persona y profesionalismo, finalmente a mis docentes el Ingeniero Juan Castro y Augusto Bourgeat quienes han demostrado un alto nivel de preparación académica para guiar la presente tesis.

José Luis Mullo

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se lo dedico con mucho afecto a mis padres Enrique y María por quererme y brindarme todos sus consejos y vivencias, a mis hermanas Nancy, Soledad y María que siempre estuvieron pendientes de mis estudios.

A mi novia Lorena por estar junto a mí brindándome su amor y palabras de aliento, a su hermana Mercedes, juntas nos colaboraron de una forma extraordinaria en el desarrollo y culminación de la tesis. A mis docentes quienes se encargaron de prepararme académicamente cumpliendo sus labores con absoluta responsabilidad y profesionalismo.

**José Luis Mullo**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL  
CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO**

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

	PÁG.
I.- EL ALCOHOL Y SUS ÍNDICES DE MORTALIDAD.	1
1.1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE LA MORTALIDAD.	1
1.2.- ACCIDENTES DE TRANSITO A TRAVÉS DE LA HISTORIA.	2
1.3.- LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LOS ACCIDENTES. DE TRANSITO.	3
1.4.- LA INCIDENCIA DEL ALCOHOL EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.	8
1.5.- SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS.	10
1.5.1.- SEGURIDAD ACTIVA.	11
1.5.2.- SEGURIDAD PASIVA.	18
II.- DISEÑO DE UN ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO.	26
2.1.- SENSORES INTELIGENTES.	26
2.2.- SENSORES OLFATIVOS.	27
2.2.1.- INTRODUCCIÓN.	27
2.2.2.- LA NARIZ ELECTRÓNICA.	28
2.2.3.- TIPOS Y APLICACIONES DE LA NARIZ ELECTRÓNICA.	31
2.2.4.- EL ALCOCHECK.	42
2.3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.	43
2.4.- SELECCIÓN DE COMPONENTES.	45
2.4.1.- SELECCIÓN DEL ALCOCHECK.	45

2.4.2.- SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.	46
2.4.3.- SELECCIÓN Y DISEÑO DE LA ETAPA DE BLOQUEO.	53
2.5.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.	58
III.- CONSTRUCCIÓN DE UN ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO.	60
3.1.- ADECUACIÓN DEL ALCOCHECK.	60
3.2.- CONSTRUCCIÓN DE LA ETAPA DE PROCESAMIENTO DE SEÑALES.	65
3.2.1.- ADECUACIÓN DE VOLTAJE A CADA ELEMENTO.	65
3.2.2.- PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.	66
3.2.3.- ADECUACIÓN DE LAS SEÑALES DEL LCD.	71
3.2.4.- ADECUACIÓN DE LAS SEÑALES DEL TECLADO.	87
3.2.5 .- ADECUACIÓN DEL RELÉ Y SU TRANSISTOR.	90
3.2.6.- CONEXIONES EN EL PROTOBOARD Y DESARROLLO DE LA PLACA.	92
3.3.- INSTALACIÓN EN EL VEHÍCULO.	95
3.3.1.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE PROCESAMIENTO.	96
3.3.2.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE SENSADO.	98
3.3.3.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE BLOQUEO AL ENCENDIDO.	99
IV.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y FIABILIDAD DEL SISTEMA	100
4.1.- CÁLCULOS DE ETANOL EN AIRE.	100
4.2.- ABSORCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ELIMINACIÓN DEL ETANOL.	101
4.3.- CÁLCULOS DE MASA, ENERGÍA Y TASA ALCOHÓLICA.	103
4.4.- VERIFICACIÓN DEL ALCOHOLÍMETRO.	104
4.5.- COMPROBACIÓN DEL DISPOSITIVO DE BLOQUEO.	106

4.6.- MANUAL DE USUARIO DEL ALCOHOLÍMETRO.	111
CONCLUSIONES.	117
RECOMENDACIONES.	118
GLOSARIO.	120
BIBLIOGRAFÍA.	122
ANEXOS.	124
ANEXO 1 PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR 16F877.	124
ANEXO 2 CERTIFICACIÓN DEL ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO.	145
ANEXO 3 VALORES REGISTRADOS DEL ALCOHOLÍMETRO.	146
ANEXO 4 NIVELES DE ALCOHOLEMIA.	148

## INTRODUCCIÓN

Los automóviles de la actualidad están dotados de diseños eficientes y potencias elevadas razón por lo cual son más veloces y necesitan de mejores sistemas de seguridad. A su vez los conductores se sienten más seguros y aumentan su velocidad media al conducir. “Un coche bien diseñado puede salvar vidas condenadas por las leyes de la física y por la locura de sus conductores”. Pero por muy bien diseñado que esté un automóvil, si el conductor desconoce el uso correcto de los elementos de seguridad, si no está en condiciones de conducir (drogas, alcohol) o simplemente es imprudente, el accidente está escrito.

Los fabricantes de autos invierten todos los años grandes cantidades de dinero en los sistemas de seguridad de sus coches, logrando que año tras año los vehículos sean más seguros. Sin embargo, estos nuevos sistemas no se han difundido tanto como sus fabricantes quisieran y es por eso que muchos de los compradores de automóviles desconocen el equipo de seguridad de los mismos y difícilmente lo utilizan como criterio de selección en una compra.

Datos proporcionados por la Jefatura Nacional de Tránsito, establecen que conducir en estado de embriaguez es la cuarta causa de accidentes de tránsito en el Ecuador, por lo tanto, este proyecto responde al deseo de solucionar en parte este problema.

En el primer capítulo se realiza un estudio sobre el alcohol y su influencia en los accidentes de tránsito, haciendo relación a los sistemas de seguridad implementados en el automóvil.

En el segundo capítulo se realiza un estudio de los diferentes tipos de sensores olfativos que existen, entre ellos los sensores de alcohol que se constituirá en la

parte fundamental para continuar nuestro proyecto, así como en la selección de componentes y diseño del prototipo de alcoholímetro con dispositivo de bloqueo para un Honda Civic modelo 1994.

Posteriormente en el tercer capítulo se procede a la adecuación e instalación de cada elemento escogido con la finalidad de que su funcionamiento sea eficiente en el vehículo.

Finalmente en el cuarto capítulo se realizan cálculos y mediciones de alcoholemia, los mismos que servirán para determinar un correcto funcionamiento y fiabilidad del sistema creado, evitando que una persona en estado embriaguez pueda conducir un vehículo arriesgando su vida y la de las demás personas implicadas en un accidente de tránsito.

## **I. EL ALCOHOL Y SUS INDICES DE MORTALIDAD.**

### **1.1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS SOBRE LA MORTALIDAD.**

La primera clasificación de las defunciones según la causa de muerte se remonta al decenio 1861-1870. Esta primera clasificación tuvo únicamente cinco enfermedades. Posteriormente, la causa de mortalidad se clasificó según la lista de 99 diagnósticos del Dr. Bertillon que constituyó el origen de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que se utiliza en la actualidad para la codificación de las causas de defunción. Hoy en día esta clasificación consta de más de 6.000 enfermedades.

Actualmente la estadística que refleja el aspecto sanitario del movimiento natural de la población es la Estadística de Defunciones según la causa de muerte. Esta estadística se realiza siguiendo los criterios establecidos por la OMS en la CIE.

En esta clasificación se recomienda que la causa de muerte que debe investigarse y tabularse sea la causa básica de la defunción, esta se define como la enfermedad o lesión que inició la cadena de acontecimientos patológicos que condujeron directamente a la muerte. Cuando la causa es una lesión traumática, se considera causa básica las circunstancias del accidente o violencia que produjo la lesión fatal.

Precisamente, este conjunto o cadena de enfermedades es la que debe facilitar el médico certificador de la defunción en el boletín estadístico. A partir de estas causas, denominadas por la OMS inmediata, intermedia, fundamental y otros procesos, y siguiendo las normas internacionales para la selección de la causa básica se va a llegar a esta última.

Esta estadística proporciona información sobre la mortalidad atendiendo a la causa básica de la defunción, su distribución por sexo, edad, residencia y mes de defunción. También ofrece indicadores que permiten realizar comparaciones geográficas y medir la mortalidad prematura: tasas estandarizadas de mortalidad y años potenciales de vida perdidos, a nivel de comunidad autónoma y grandes grupos de causas de muerte.

## **1.2.- ACCIDENTES DE TRÁNSITO A TRAVÉS DE LA HISTORIA.**

De acuerdo con las cifras de la Organización Mundial de la Salud más de 1.2 millones de personas perderán la vida debido a un accidente de tránsito y cerca de 50 millones sufrirán lesiones que incluso pueden convertirlas en discapacitadas, convirtiendo el hecho en la novena causa de muerte en todo el mundo.

Los países con menores ingresos son los que sufren una mayor incidencia de accidentes viales, debido a esta causa, en América Latina mueren anualmente 14.8 personas por cada 100 mil habitantes, mientras que en Europa el indicador se reduce a 11 personas por cada 100 mil habitantes. Durante el año 2000 en los 31 países de América Latina y el Caribe murieron 220 mil personas cifra superior a las 110 mil víctimas registradas en las 35 naciones con mayores ingresos en el mundo.

A pesar del incremento de los sistemas de seguridad en el automóvil y de las campañas de seguridad vial que llevan adelante los países desarrollados, las proyecciones no son alentadoras, pues se estima que del puesto número nueve que actualmente ocupan los accidentes en el ranking de las causas de muerte, llegaran a la tercera casilla en el año 2020, superando incluso a las enfermedades

cerebrovasculares y las muertes causadas por el VIH/SIDA<sup>1</sup> que del segundo lugar bajará al puesto 10.

Los accidentes no son accidentales, **pues el 85% son el resultado de una conducta irresponsable al volante**, pues los indicadores lo muestran; 5% fallas del vehículo y del restante a factores ambientales, dentro de los factores humanos que más inciden en esta situación está el exceso de velocidad (33%), **el consumo de alcohol (28%)** y el poco uso de los cinturones de seguridad (10%) entre otros.

La historia sangrienta del automóvil indica que desde su aparición en el mundo han muerto más de 40 millones de personas debido a los accidentes viales, registrándose como primera víctima una mujer de 44 años, quien murió en 1896, luego de ser atropellada en Londres, por un automóvil que se desplazaba a una velocidad de 12 Km/h.

A nivel mundial, los costos económicos de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en carreteras se calculan en 518 mil millones de dólares por año. En los países en desarrollo, los costos se estiman en 100 mil millones de dólares, una cifra que representa el doble de la cantidad anual de ayuda a los países en desarrollo. Estudios sugieren que en 2002, la mitad de las muertes por accidentes de tránsito ocurrieron en personas de entre 15 y 44 años de edad, que, en muchos casos, eran sostén de familia.

**En el Ecuador hasta 1980 las muertes por accidentes de tránsito no figuraban entre las diez principales; en 1988 ya estaban en el noveno puesto y en la actualidad se estima que llegaron al tercer puesto. Además en el año 2003 se registraron 10369 accidentes de tránsito de los cuales existieron 6841 heridos y 1139 muertos con una clara tendencia a incrementarse.**

---

<sup>1</sup> [http://www.paho.org/spanish/dd/pin/whd04\\_releases.htm](http://www.paho.org/spanish/dd/pin/whd04_releases.htm).

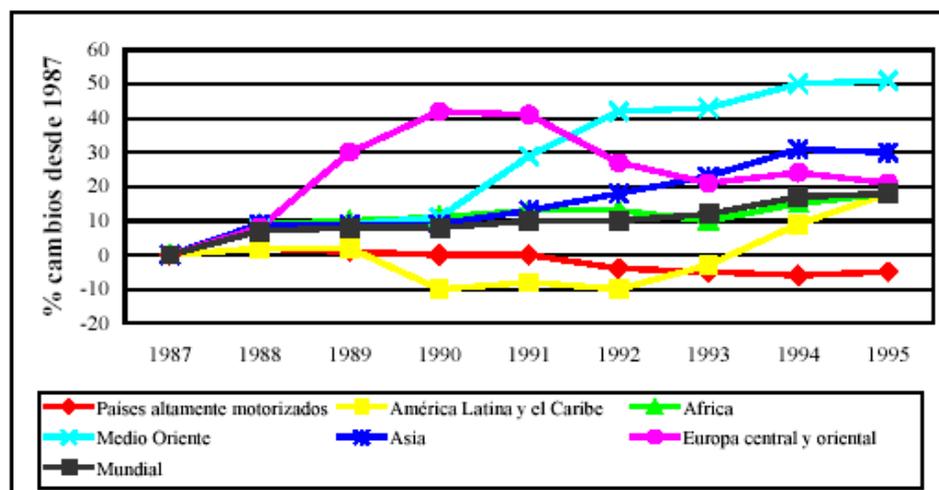
### **1.3.- LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.**

Casi 130.000 personas mueren anualmente en las autopistas y carreteras de América. Más de 44.500 muertes ocurren en los Estados Unidos, en donde los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte entre los hispanos. Según estadísticas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para las Américas, en 2002 se registraron 128.908 muertes en choques de tránsito en el continente. Más del 76 % de estas muertes - es decir, 98.213 casos- ocurrieron en las carreteras de Estados Unidos, Brasil, México y Colombia, los países más poblados de la región. Y esto ocurre, a pesar de que se conoce la urgente necesidad de adoptar medidas en varios frentes para evitar estas muertes y discapacidades, las pérdidas y el sufrimiento que causan.

Ya existen muchos programas y políticas para prevenir los choques de tránsito. Incluyen estrategias para abordar las tasas de velocidad y consumo de alcohol; la promoción del uso de cascos y cinturones de seguridad, y otras restricciones; así como también aumentar la visibilidad de las personas que caminan y andan en bicicleta. Un esfuerzo concertado por parte de los gobiernos, organismos no gubernamentales y empresas privadas para mejorar la seguridad vial puede hacer un mundo de diferencia.

Las lesiones por accidentes de tránsito son la causa principal de muertes por traumatismo, la décima causa de todas las muertes y la novena de las principales causas de mortalidad en todo el mundo. Constituyen un problema cuya magnitud aumenta rápidamente, ya que se estima que el número de muertes a consecuencia de lesiones aumentará de 5,1 millones en 1990 a 8,4 millones en el 2020. La rápida urbanización y motorización de los países en desarrollo será la causa principal de este aumento y este será aún mayor debido a las fallas en el trazado de las carreteras y a la falta de programas de prevención del sector de salud pública.

Los estudios sobre los accidentes de tráfico y sus consecuencias en los países en desarrollo son relativamente pocos comparados con la magnitud del problema. Existe poca conciencia de su contribución a la carga de mortalidad, por lo que se descuida la investigación y formulación de políticas adecuadas, tanto a nivel nacional como internacional. La falta de datos científicos, económicos y de factor de riesgo a nivel nacional, especialmente en los países en desarrollo, ha inhibido la respuesta de los organismos internacionales. Como un primer paso hacia la resolución del problema, se requieren datos exactos a nivel nacional que permitan tomar decisiones sobre las prioridades del sector de salud pública, planificar las estrategias de prevención para disminuir la incidencia de las lesiones por accidentes de tránsito, supervisar su evolución en el tiempo y evaluar el impacto de las intervenciones. La Figura 1.1 ilustra la disminución, lenta pero constante, de las lesiones por accidentes de tránsito en los países altamente motorizados en los que se han realizado trabajos importantes para vigilar y prevenir estas lesiones.



**Figura 1.1 Lesiones por accidentes de tránsito<sup>2</sup>**

Existen muchos factores que contribuyen a causar accidentes de tránsito, estos pueden agruparse en tres áreas principales:

a.- Factores medioambientales.

<sup>2</sup> [http://www.paho.org/spanish/dd/ais/be\\_v25n1-acctransito.htm](http://www.paho.org/spanish/dd/ais/be_v25n1-acctransito.htm).

**b.- Factores vehiculares.**

**c.- Factores humanos.**

El error humano es un factor que está presente en el 85% de los accidentes graves, los factores medioambientales constituyen el 5% y los vehiculares en un 10%. Ciertamente algunos accidentes de tránsito suceden por más de un factor.

#### **a.- FACTORES MEDIOAMBIENTALES.**

El tránsito se desarrolla en la vía pública, el nivel de exigencias para el conductor vendrá impuesto por las características de la vía pública, condiciones meteorológicas, modalidad de circulación, normas de señales de circulación, etc. Varios aspectos relacionados con la vía pública y la conducción pueden analizarse. La ingeniería de Tránsito procura disminuir las causas de accidentes ocasionadas por factores ambientales y los propios de la vía. Entre los factores que más inciden a que se produzca un accidente están la lluvia, neblina y el viento.

**La lluvia** puede influir negativamente en la conducción y exige adoptar mayores precauciones para la seguridad, sus efectos más importantes son una reducción de la adherencia de los neumáticos (peligro de deslizamiento) y una disminución de la visibilidad, ocasionando una disminución de la luminosidad, quedando a la vez afectados los espejos retrovisores, cristales de los faros y luces. Para mejorar la visibilidad se debe encender las luces de posición y de alcance medio, si es necesario y poner en funcionamiento los limpiaparabrisas.

**La niebla** reduce la visibilidad y la adherencia. Se deben mantener encendidas las luces correspondientes del vehículo, reducir la velocidad, aumentar la distancia de seguridad, no adelantarse y prestar atención en las marcas viales. Si fuera inevitable tener que inmovilizar el vehículo en el caso de grave reducción de visibilidad hay que situarlo fuera de la calzada, lo mas alejado

posible, adoptando todas las precauciones de señalización. En ruta se aconseja estacionar en un lugar amplio.

**El viento** cuando sopla de costado suele ser un serio peligro puesto que puede provocar el vuelco del vehículo e incluso la salida de la calzada, por este motivo se debe disminuir la velocidad. Las ventanillas deben permanecer cerradas para evitar la pérdida de estabilidad por el efecto de remolino (eso también ahorra combustible). Arrastrando un remolque se debe reducir aún más la velocidad en beneficio de la estabilidad y la seguridad. Las motocicletas (especialmente los ciclomotores) son los más afectados por el viento, por lo que deben circular muy despacio para controlar el vehículo, evitar desplazamientos y caídas. El mayor riesgo se produce cuando se pasa al lado de un camión, que temporalmente obstruye la circulación y desestabiliza el vehículo. Un consejo es el sujetar firmemente el manubrio con ambas manos.

#### **b.- FACTORES HUMANOS.**

Como se había anotado anteriormente un 85%, de los accidentes se producen por errores humanos y las conductas que más frecuentemente causan accidentes son:

- Exceso de velocidad.
- Uso abusivo de la calzada.
- No respetar la distancia entre vehículos.
- No respetar la prioridad de paso.
- Adelantamientos prohibidos.
- Cruzar semáforo con luz roja y/o adelantarse a la luz verde.
- Estacionamientos en lugares prohibidos.
- No usar cinturón de seguridad.
- No usar casco (cuando se viaja en moto vehículos).
- **Uso indebido de alcohol, drogas y/o medicamentos.**

- Llevar más de un acompañante en motocicletas.
- Llevar menores de 10 años en motocicletas.
- Llevar niños en los asientos delanteros o sin las sillas de adaptación correspondientes.
- Conducir vehículos operando sistemas de comunicaciones como radios, celulares, etc.

La velocidad es un factor que tiene incidencia significativa en los accidentes y además está relacionada directamente con el consumo de alcohol, el mismo que será estudiado más adelante. Respecto a la velocidad se distinguen dos tipos de infracciones:

- No respetar los límites máximos y mínimos establecidos por la normativa.
- Circular a velocidad excesiva o peligrosa, para las condiciones que presente el tránsito en el lugar.

Se deben respetar los límites máximos de velocidad y ajustar la velocidad a las diferentes y cambiantes situaciones del tránsito. La falta de adecuación de la velocidad a las situaciones y circunstancias de cada momento es la causa más frecuente de accidentes graves. A mayor velocidad mayor será el riesgo de accidente. A mayor velocidad se necesitará:

- Menor tiempo de reacción.
- Mayor distancia de frenado.
- Mayor ha de ser la anticipación con que habrá que prever las maniobras y situaciones.

### **c.- FACTORES VEHICULARES.**

De la misma manera si el vehículo tiene desajustes mecánicos como pueden ser malos frenos, defectos en la dirección, problemas importantes de

suspensión, neumáticos inservibles para circular, sólo para citar los más significativos, es también un peligroso ocupante de la calzada y sólo requerirá la concurrencia de circunstancias generadoras de un siniestro que éste produzca.

#### **1.4.- LA INCIDENCIA DEL ALCOHOL EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.**

El alcohol tiene influencia negativa en la conducción; porque es una droga psicodépresora de carácter sedante-hipnótico, incluso en pequeñas cantidades (un vaso). Sólo una décima parte del alcohol ingerido es eliminado por los pulmones o los riñones, el resto pasa directamente a la sangre, afectando negativamente el cerebro, a la vista y perturbando las aptitudes del conductor. El alcohol produce en el conductor:

- Un falso estado de euforia.
- Un aumento del tiempo de reacción.
- La reducción del campo visual (efecto "túnel").
- Detención en un carril sin motivo.
- No guardar la distancia de seguridad.
- Realizar giros excesivamente amplios.
- Invadir el carril contrario.
- Respuesta retardada a la señalización.
- Conducción desigual y adelantamientos peligrosos.
- Falta de señalización en las maniobras.
- Circular por dirección prohibida.
- Salida de la zona de circulación.

La cantidad de alcohol existente en la sangre, se determina por los gramos del alcohol por litro, que es denominada "Tasa de alcoholemia": Esta se puede determinar analizando el aire exhalado por el conductor mediante el alcocheck, su sangre u orina. La tasa de alcoholemia máxima tolerada para conducir en todo el territorio nacional es de:

- Conductores en general menor a 0,8 gramos por litro (g/l)<sup>3</sup>.

El 0,5 se alcanza con 3 copas de whisky (40°) o 6 copas de vino, en una persona que pese 150 lb. En conductores con menos de dos años de experiencia, basta un cubalibre o una lata de cerveza para disminuir su motricidad.

Pero lo que se recomienda es que si va a manejar no beba nada de alcohol, cuando el conductor sea sometido a la prueba de alcoholemia y el resultado de la prueba es positivo, los agentes podrán remitir el vehículo a una dependencia oficial, y el implicado podrá quedar detenido por la fuerza pública. El alcohol produce el cuarenta por ciento de las víctimas mortales en los accidentes de tráfico. Junto a las distracciones, los excesos de velocidad y el desprecio a las medidas de protección y retención, el alcohol es una de las mayores causas de mortandad en el tráfico en todo el mundo.

El alcohol y la seguridad del tránsito viajan en direcciones opuestas y despreciar esta verdad es una forma de suicidio. Una buena parte de nuestra juventud es víctima de sus consecuencias cada fin de semana. Nada menos que el 25 por ciento de los accidentes mortales en el tráfico, se producen entre jóvenes de ambos sexos entre los 18 y los 25 años. Existen muchos tópicos que a modo de excusa, pretenden justificar su consumo, pero está demostrado que el alcohol, no previene las enfermedades del corazón, no aumenta el apetito ni, el crecimiento, no sirve para combatir el frío, no es un estimulante, no es un alimento, no aporta elementos nutritivos, no aumenta la potencia sexual. El alcohol es en definitiva, una de las mayores males que padece el tráfico en todo el mundo.

---

<sup>3</sup> Ley de Tránsito y Transporte Terrestre del Ecuador.

**Datos estadísticos proporcionados por la Jefatura Nacional de Tránsito del Ecuador conjuntamente con el Departamento Técnico de ANETA informan que en el 2003 existieron 10369 accidentes de tránsito, de los cuales un porcentaje muy significativo es causado por conductores que conducen en estado etílico. Razón por la cual es imprescindible diseñar un dispositivo que bloquee el vehículo cuando en su interior el conductor sobrepase el límite de alcohol permitido.**

### **1.5.- SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS.**

Los automóviles en la actualidad están dotados de potencias elevadas razón por la cual son más veloces y por lo tanto deben cumplir con normativas de seguridad, las mismas que se encargan de disminuir en parte o totalmente daños a los ocupantes de los mismos.

Los sistemas de seguridad evolucionan, pero a su vez los conductores se sienten más seguros y aumentan su velocidad media al conducir. Un coche bien diseñado puede salvar vidas condenadas por las leyes de la física y por la locura de sus conductores. Pero por muy bien diseñado que esté un automóvil, si el conductor desconoce el uso correcto de los elementos de seguridad, si no está en condiciones de conducir (drogas, alcohol) o simplemente es imprudente, el accidente está escrito. Los fabricantes de autos invierten todos los años grandes cantidades de dinero en los sistemas de seguridad de sus coches, logrando que año tras año los vehículos sean más seguros. Sin embargo, estos nuevos sistemas no se han difundido tanto como sus fabricantes quisieran y es por eso que muchos de los compradores de automóviles desconocen el equipo de seguridad de los mismos y **difícilmente lo utilizan como criterio de selección en una compra.**

A continuación trataremos de explicar de manera breve algunos de los sistemas de seguridad más comunes en la actualidad.

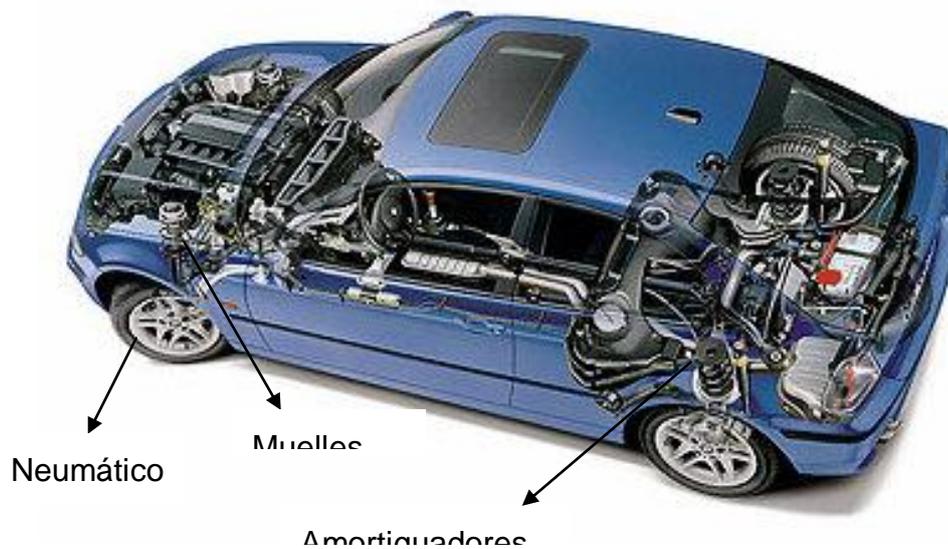
### **1.5.1.- SEGURIDAD ACTIVA.**

Estos sistemas están conformados por todos aquellos dispositivos o elementos que ayudan a controlar mejor el vehículo para evitar que un accidente suceda. Algunos de estos elementos pueden ser muy obvios como la suspensión, frenos, luces, etc, mientras que otros son de mayor tecnología y de funcionamiento desconocido para la mayoría de la gente como lo son: ABS, control de tracción, control de estabilidad, etc.

#### **a.- SUSPENSIÓN.**

**El sistema de suspensión de un automóvil tiene la misión de hacer más cómoda la marcha del mismo para los pasajeros y contribuir en todo momento a la mayor estabilidad del vehículo. Para cumplir estos objetivos deberá tener dos cualidades importantes: elasticidad que evita que las desigualdades del terreno se transmitan al vehículo en forma de golpes secos, y amortiguación que impide un balanceo excesivo.**

**Componen el sistema de suspensión de la Figura 1.2 los neumáticos, las ballestas o muelles y los amortiguadores. Los neumáticos absorben las desigualdades pequeñas del terreno, evitando que se transmitan vibraciones a la carrocería por esta causa; las ballestas o muelles (según los casos) absorben las desigualdades grandes del terreno, evitando que a la carrocería se transmitan golpes fuertes debido a ellas y, en cambio, el paso del vehículo se traduce en una oscilación; los amortiguadores frenan las oscilaciones de las ballestas o muelles producidas por las grandes desigualdades del terreno.**



**Figura 1.2 Componentes del Sistema de Suspensión**

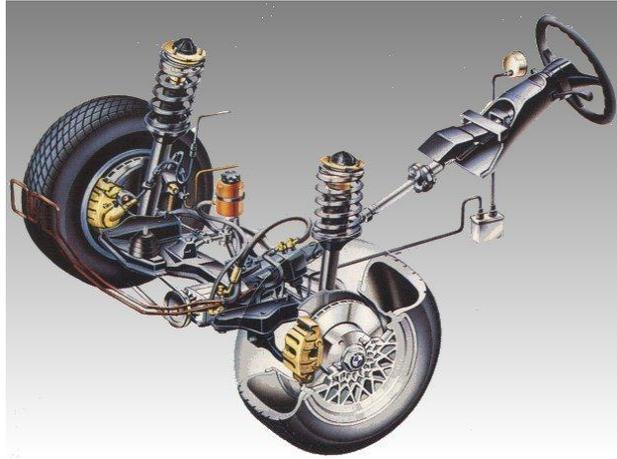
El diseño del sistema de suspensión se realiza de manera que ésta sea lo suficientemente eficaz para atenuar e incluso impedir cualquier movimiento de la carrocería con relación al suelo, de manera que el vehículo se mantenga durante la marcha en la posición más horizontal posible tanto en línea recta, como en curvas, aceleraciones y frenadas, cualquiera que sea el estado de la carretera, la fuerza centrífuga actuante o las condiciones meteorológicas (viento) con las que circula.<sup>4</sup>

#### **b.- LA DIRECCIÓN.**

El sistema de dirección de un automóvil (Figura 1.3) tiene la misión de orientar sus ruedas delanteras para hacerles seguir la trayectoria deseada por el conductor. A estas ruedas se les llama directrices y son gobernadas por un volante situado en la cabina del vehículo.

---

<sup>4</sup> ALONSO J. “Técnicas del AUTOMÓVIL CHASIS”, Paraninfo, España 1998, Pág. 368.



**Figura 1.3 Sistema de Dirección**

Todo el sistema debe reunir las cualidades de ser preciso, de fácil manejo y no transmitir al conductor las irregularidades de la carretera en forma de vibraciones.

### **c.- DISEÑO DE LOS ASIENTOS.**

Se debe considerar de suma importancia debido a que en cierta forma por medio de un diseño adecuado de los mismos el conductor puede sentirse cómodo y por lo tanto va a ser más difícil que se canse ocasionando descuidos en el momento de conducir.

Los asientos se fabrican (Figura 1.4) de forma adecuada para que se adapten al cuerpo del conductor (sobre todo en la espalda) y además que lo sujeten en las curvas.

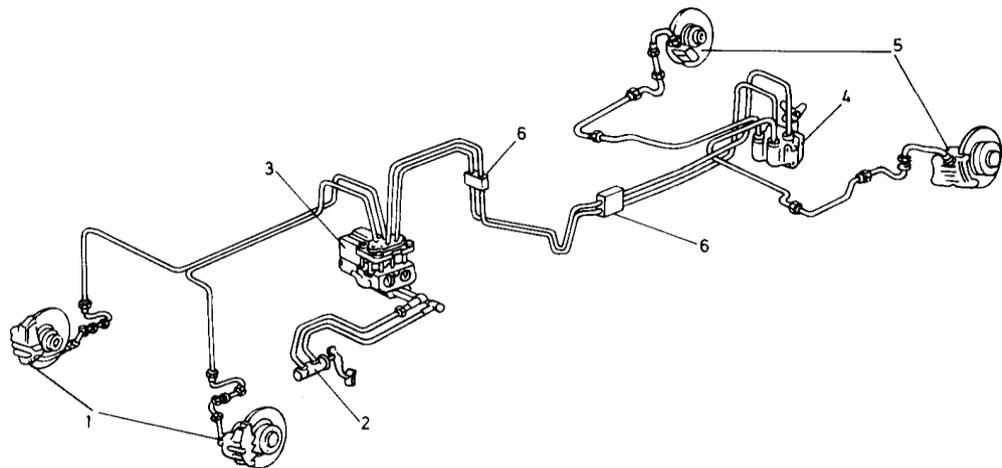


**Figura 1.4 Asiento**

#### **d.- SISTEMAS DE FRENOS ANTIBLOQUEO (ABS).**

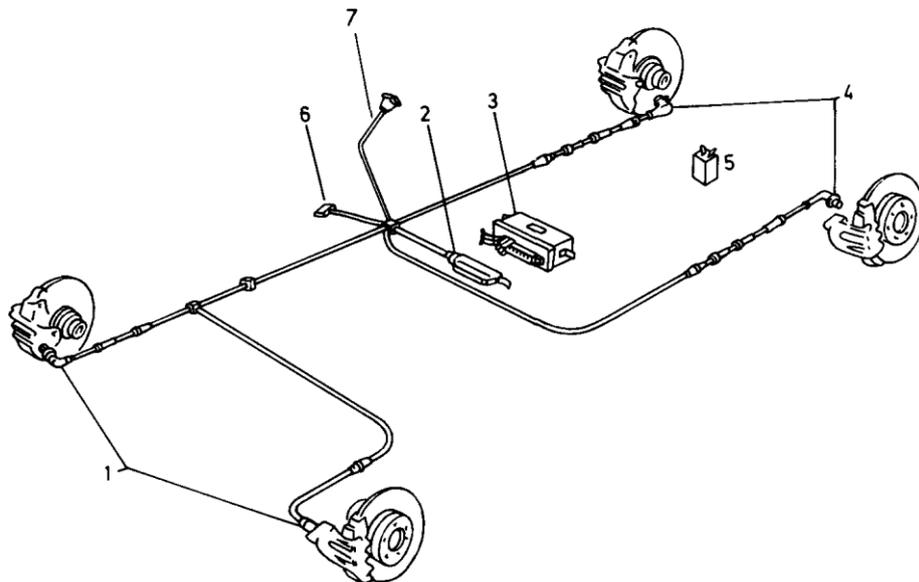
Las siglas ABS corresponden a la expresión inglesa "Anti-lock Braking System"; atendiendo a su traducción en español, deberíamos reemplazarlas por las siglas SFA (Sistema de Frenos Antibloqueo). Estas siglas se utilizan como denominación genérica para los sistemas de freno con control sobre la presión del bombín de freno para evitar el bloqueo de las ruedas.

Este sistema (Figuras 1.5 y 1.6) es el resultado de incorporar un control electrónico a la presión ejercida por la bomba de frenos sobre los bombines de las ruedas mediante microprocesadores y evitar de esta forma que éstas lleguen a bloquearse cuando el conductor actúa enérgicamente sobre el pedal de freno o al frenar en un firme de escasa adherencia (bajo coeficiente de rozamiento entre cubierta del neumático y calzada).



- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1) Pinzas de los frenos delanteros. | 4) Corrector de frenado                       |
| 2) Bomba de frenos.                 | 5) Pinzas de los frenos traseros.             |
| 3) Módulo hidráulico.               | 6) Regletas de unión entre tramos de tuberías |

**Figura 1.5 Instalación hidráulica de un ABS.**



- |   |  |
|---|--|
| 1) Captadores sobre rueda                               | 5) Relé de alimentación del sistema.     |
| 2) Enchufe de 35 clavijas.                              | 6) Enchufe para el módulo hidráulico.    |
| 3) Módulo electrónico.                                  | 7) Testigo luminoso en tablero de mandos |
| 4) Captadores sobre rueda fónica de los frenos traseros |  |

### **Figura 1.6 Instalación eléctrica de un Sistema de frenos ABS.**

Evitar el bloqueo de las ruedas al frenar es una mejora importante en la seguridad activa del vehículo, en primer lugar porque mientras las ruedas giran se mantiene el control direccional sobre el vehículo y se pueden esquivar obstáculos, mientras que con las ruedas directrices bloqueadas se pierde dicho control del vehículo, que sigue una trayectoria diferente de la que quisiera el conductor.

La pérdida de control direccional se produce por utilizar toda la fuerza de adherencia entre suelo y cubierta en el esfuerzo de frenado. El ABS también influye en el espacio de frenado, que es mínimo cuando se efectúa un frenado enérgico sin bloquear las ruedas, pues la energía cinética del vehículo se transforma en calor de manera más eficiente por el rozamiento entre forros y disco de frenos que entre cubierta y calzada, que es donde se transforma en calor la energía cinética del vehículo cuando se bloquean las ruedas.

En consecuencia, se evitan deformaciones en la cubierta del neumático, pues cuando arrastramos una rueda bloqueada por el suelo de la carretera se producen desgastes en la banda de rodadura del neumático.

Sobre un piso seco de buena adherencia, un frenazo a 120 km/h con bloqueo de ruedas puede ocasionar un desgaste de 4 mm en la zona arrastrada de la banda de rodadura de la cubierta del neumático. Estos desgastes, al ser locales, generan desequilibrios que afectan a la estructura de la cubierta del neumático, pudiendo llegar a producir vibraciones nocivas para el sistema de dirección y transmisión si la rueda afectada es a la vez motriz y directriz.

Sobre suelo mojado es cuando verdaderamente el sistema ABS resulta de una eficacia excelente ya que evita el "aquaplaning" al frenar. El "aquaplaning" o hidroplaneo ocurre cuando hay tal cantidad de agua sobre el asfalto y la velocidad de avance del automóvil es tan elevada que las ranuras del dibujo de la banda de rodadura de las ruedas no pueden drenar el agua de debajo de ellas.

Cuando se llega a esta situación se crea una cuña de agua que va penetrando debajo del neumático hasta que éste pierde el contacto con el asfalto; en esta situación el vehículo flota sobre un colchón de agua sin control alguno; tanto es así, que una leve ráfaga de viento puede empujarlo fuera de la carretera.

Cuando se frena sobre mojado, si se bloquean las ruedas, se elimina parte del efecto de drenaje, pues las ranuras del dibujo de la banda de rodadura son unos canales inmóviles que tienden a evitar que el agua penetre debajo de la rueda y, en estas condiciones, el hidroplaneo es factible incluso a bajas velocidades.

**Cuando sobre el suelo está depositada una capa de partículas sueltas como arena, grava, nieve fresca o barro, que lo convierten en inestable, los frenos con sistema ABS, al evitar el bloqueo de las ruedas, permiten que el conductor mantenga el control direccional del vehículo; pero, en estos casos excepcionales, aumenta la distancia de frenado. Con unos frenos normales, si se produce el bloqueo de las ruedas sobre este tipo de suelo, éstas se hunden un poco en el lecho de partículas y se crea delante de ellas una cuña del material situado sobre el firme que ayuda a detener el vehículo, ya que el hecho de tener que arrastrar la cuña añade una resistencia extra al deslizamiento de las ruedas. Como con los ABS no se bloquean las ruedas, tampoco se arrastra material ni se forma la cuña en la parte delantera de la banda de rodadura de la cubierta.**

#### **e.- SISTEMA DE CONTROL DE TRACCIÓN (TCS).**

Este sistema detecta cuando una de las ruedas de tracción (delantera en tracción delantera o trasera en tracción trasera) está patinando y ha perdido “agarre”, entonces actúa disminuyendo la potencia en esa rueda, mejorando la tracción y el control del vehículo.

#### **f.- BLOQUEO ELECTRÓNICO DEL DIFERENCIAL (EBD).**

Cuando damos una vuelta en nuestro coche las ruedas que van por la parte interna de la curva recorren una menor distancia que las ruedas que van por la parte externa, esta diferencia es compensada por el diferencial. Sin embargo, si el vehículo patina (por ejemplo en un arrancón) es muy probable que una de las llantas de tracción gire más rápido que la otra (normalmente gira más rápido la que tiene menos peso, o sea, la del lado del acompañante si se viaja solo) perdiendo tracción y estabilidad. El sistema EBD detecta si un neumático gira más rápido que el otro y bloquea el diferencial para no perder potencia y avanzar de manera segura.

#### **g.- CONTROL DE ESTABILIDAD.**

Este sistema es de gran utilidad, ya que detecta si el vehículo durante una curva o maniobra evasiva pierde su trayectoria ideal (se va de frente, gira en exceso, etc.) y recupera esta trayectoria frenando independientemente las ruedas del vehículo.

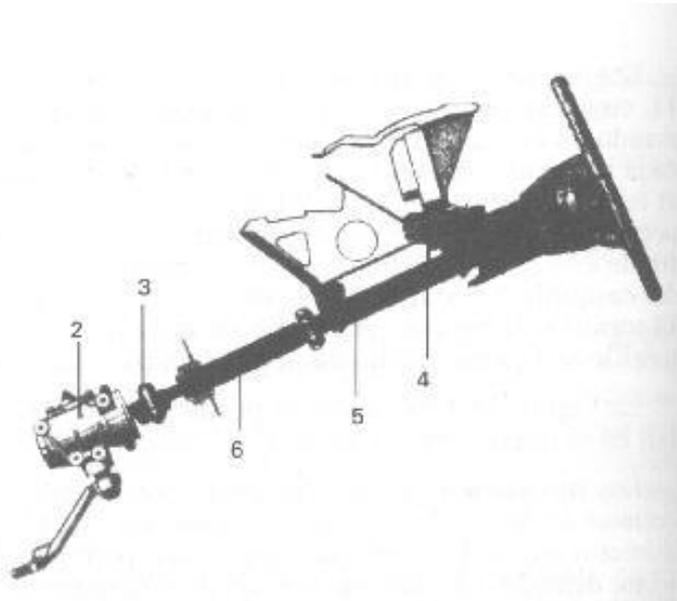
#### **1.5.2.- SEGURIDAD PASIVA.**

La seguridad pasiva condiciona la fabricación de todos los componentes del interior del habitáculo del vehículo, de manera que en caso de accidente disminuya los daños que se pueden ocasionar los pasajeros, o los evite totalmente, entre ellos tenemos: los árboles de dirección, cinturones de seguridad, diseño de los cristales, air-bag, entre otros.

#### **a.- ÁRBOLES DE DIRECCIÓN.**

La columna de dirección de los vehículos actuales viene diseñada de tal forma que en caso de accidente con un choque frontal el volante no provoque ningún daño hacia el conductor por efecto de su desplazamiento hacia el mismo.

Un modelo utilizado es el que presenta la Figura 1.7 en el que se indica la columna de dirección 5 está partida intercalándose un tubo ondulado 6 que en caso de colisión del vehículo se deforma, de manera que el volante se desvíe hacia el parabrisas sin que exista posibilidad de herir al conductor.<sup>5</sup>



**Figura 1.7 Columna de Dirección Partida**

Otro modelo es el que indica la Figura 1.8 en el que se puede observar que la columna de dirección 11 se aloja en la caña de dirección apoyada en los casquillos 10 y 12, recibiendo por sus extremo superior el volante de dirección y uniéndose por el inferior al piñón de cremallera por medio de la junta elástica de caucho 14.

---

<sup>5</sup> ALONSO J., “Técnicas del AUTOMÓVIL CHASIS”, Paraninfo, España 1998, Pág. 430.

Tanto en este modelo como en otros la columna está partida y unida por sus mitades por una junta cardánica 13 que protege al conductor para que no se incruste el volante en su pecho en caso de choque frontal y que además permite desplazar el volante de la dirección a la posición más adecuada de manejo para el conductor.

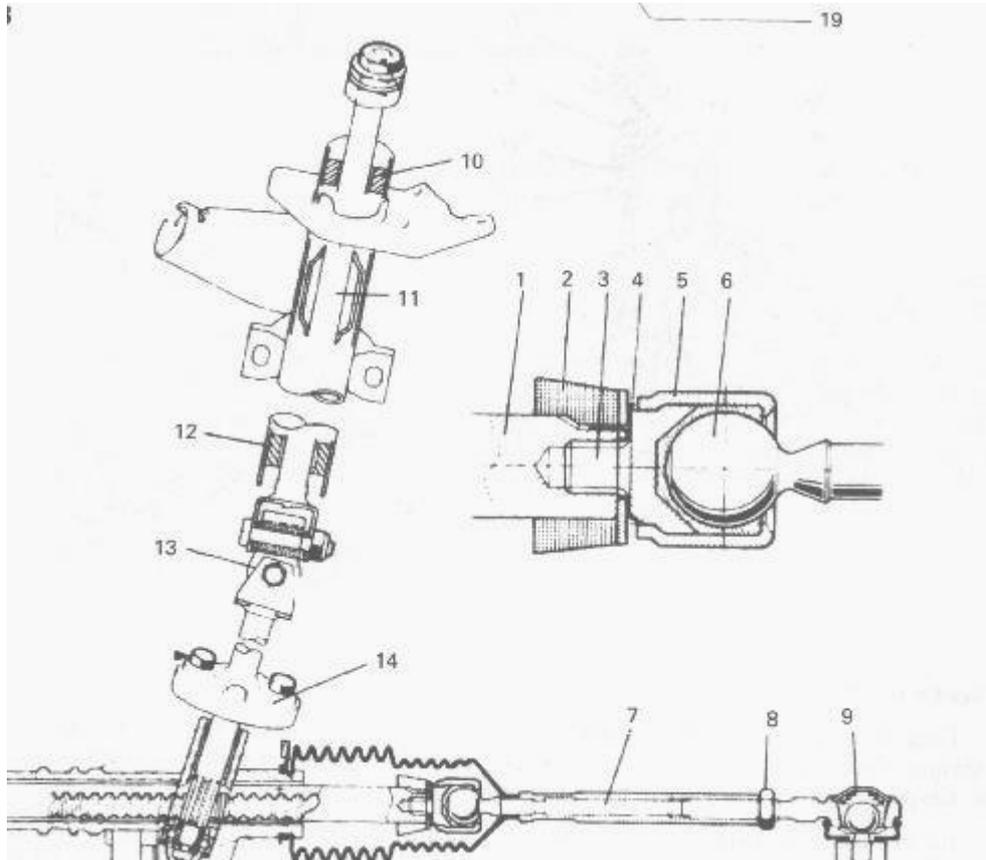
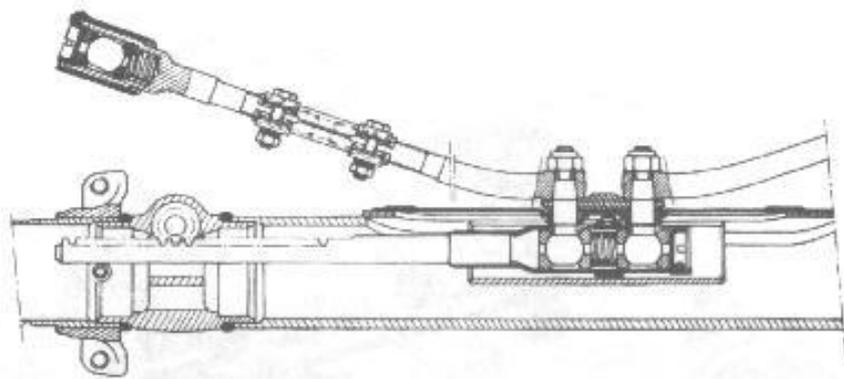


Figura 1.8 Columna de Dirección con Cremallera

En algunos modelos se dispone de una columna de dirección con eje retráctil como la citada en la Figura 1.9 consiste en dos ejes embutidos uno en el otro, de manera que en caso de colisión del vehículo pueda acortarse la longitud por introducción de una parte del eje sobre la otra, lo que supone un alto grado de seguridad para el conductor.

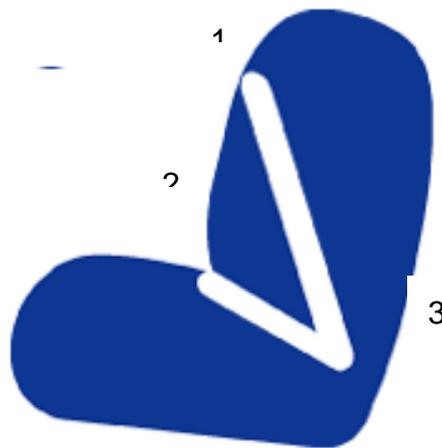


**Figura 1.9 Columna de dirección con eje retráctil**

#### **b.- CINTURONES DE SEGURIDAD.**

La función principal de los cinturones de seguridad es sujetar a los ocupantes del vehículo contra el asiento en caso de un choque o colisión evitando que en una colisión o choque puedan salir despedidos, golpeándose directamente contra el cristal del parabrisas o el salpicadero.

En sus inicios los cinturones de seguridad solamente consistían en una correa con anclaje de dos puntos que sujetaba al conductor y ocupantes todo el tiempo, actualmente los cinturones de seguridad tienen 3 puntos de anclaje y sujetan a su usuario solamente en el momento que existen sacudidas en el automóvil y principalmente cuando exista un impacto en el mismo, en el caso que no exista ninguna de las dos situaciones anteriores el cinturón ya no sujeta al usuario. La Figura 1.10 indica la disposición del cinturón de seguridad.



**Figura 1.10 Cinturón de Seguridad**

#### **c.- DISEÑO DE LOS CRISTALES.**

El cristal del parabrisas es de seguridad para evitar las lesiones a los ocupantes; está templado y cuando se rompe se forman trozos muy pequeños y redondeados que no cortan. Este tipo de cristal es muy resistente a golpes y cuando se rompe queda agrietado completamente pero los trozos no se sueltan totalmente quedando el cristal montado y conservando una relativa visibilidad.

#### **d.- DISEÑO DE LA CARROCERÍA.**

En los automóviles actuales ha adquirido una gran importancia el diseño de las carrocerías pues no sólo se trata de conseguir un vehículo de líneas agradables, sino que además debe poseer una buena aerodinámica, de manera que la resistencia a vencer en su movimiento sea la mínima posible. Esto supone que para la misma potencia del motor el consumo de combustible se reduce y las prestaciones quedan aumentadas<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> ALONSO J., “Técnicas del AUTOMÓVIL CHASIS”, Paraninfo, España 1998, Pág. 368.

Por lo que se refiere a la seguridad, la carrocería debe presentar la rigidez más adecuada, suficiente para absorber la energía de un choque sin aplastamiento, pero no tan rígida como para que la energía del impacto se transfiera a los pasajeros. Las de tipo monocasco son las que mejor se adaptan a estas exigencias, con deformaciones progresivas en caso de accidente, tanto de la parte delantera como de la parte trasera, manteniendo intacto el espacio destinado a pasajeros. La Figura 1.11 muestra los dispositivos de seguridad de un automóvil.



7 Cintas de ancho de banda grande



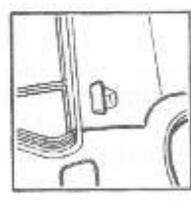
6 Diseño del anclaje del cinturón para mejorar la seguridad



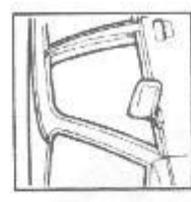
5 Refuerzo del larguero de las puertas delanteras para protección



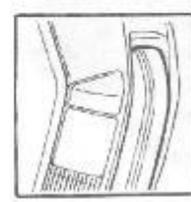
4 Cerradura de seguridad. No se abren las puertas en caso de choque



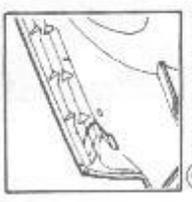
3 Cerradura de seguridad. No se abren las puertas en caso de choque



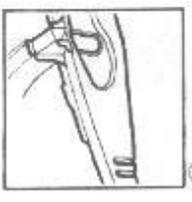
2 Empuñaduras de puertas y parachoques encastrados. Ausencia de ventanillas y cualquier otro prominente



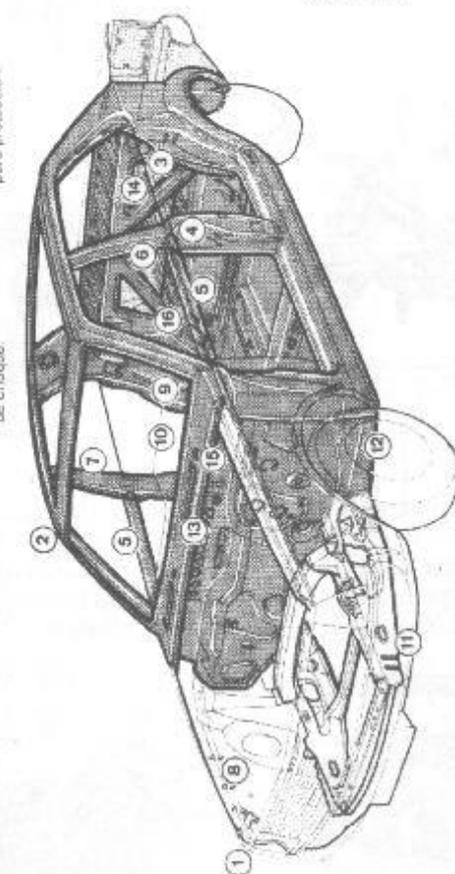
1 Ninguna agresividad exterior. Empuñaduras de puertas y parachoques encastrados. Ausencia de ventanillas y cualquier otro prominente



8 Pasos de rueda con puntos de deformación progresiva



11 Travesaño de chasis con puntos de deformación progresiva



9

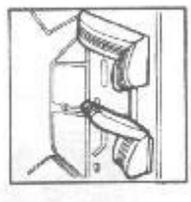


10

Zona frontal del habitáculo concebida para evitar al máximo el golpe del pasajero y minimizar las consecuencias. Gran distancia entre pasajero y tablero de a bordo. Eliminación de elementos agresivos en el interior. Formas redondeadas y acolchadas del tablero. Tablero de a bordo fabricado con material que absorbe la energía del impacto y muy resistente a la rotura

Mejor distribución de las fuerzas sobre el tórax

Zona delantera de deformación progresiva  
- Habitáculo protegido  
- Zona trasera de deformación progresiva



16 Armazón de soporte delantera de elementos agresivos para los pasajeros traseros



15 Eje de dirección retráctil que impide al volante impactar en el pecho del conductor



14 Depósito de gasolina lejos del punto de choques que enciende



13 Travesaño inferior del parabrisas reforzado para protección del habitáculo



12 Estructura que impide la intrusión de la rueda en caso de choque delantero

Figura 1.13

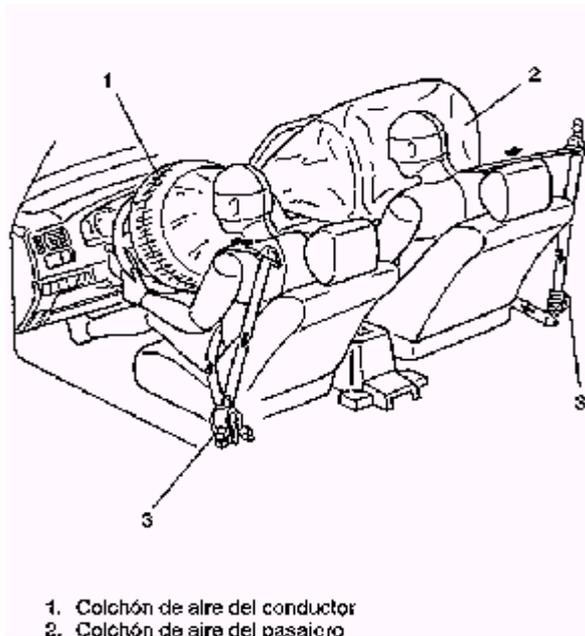
### **Figura 1.11 Dispositivos de seguridad de la carrocería**

Además en un diseño adecuado de la carrocería se debe considerar que la visibilidad sea la adecuada procurando que los pilares que sujetan al techo sean lo más finos posible, evitándose así al máximo los llamados ángulos muertos y aumentando la superficie acristalada.

#### **e.- LA BOLSA DE AIRE (AIR – BAG).**

**Vehículos modernos emplean este sistema de seguridad que se caracteriza por ser complementaria a los cinturones de seguridad su ubicación es en el centro del volante de la dirección.**

Este dispositivo funciona en el momento que un sensor de impacto detecte que se ha producido un choque en el vehículo enviando información a la unidad SDM (Módulo de Detección y Diagnóstico) para que active a un circuito de encendido para el generador de gas que a su vez infla una bolsa. Debido a su inflado instantáneo se interpone entre el cuerpo del conductor y el volante con lo que permite evitar impactos en la cabeza que podría provocar un choque frontal del vehículo. El mando de encendido para el inflado de la bolsa es por un compuesto químico mediante un fulminante que al ser activado produce nitrógeno. La Figura 1.12 muestra la disposición de este sistema en el vehículo.



**Figura 1.12 Sistema Air - Bag**

Como puede entenderse en la actualidad se ha mejorado los sistemas de los vehículos tratando de hacerlos más seguros. A partir del siguiente capítulo se podrá entender el papel importante que juegan estos sistemas para salvaguardar la vida de los ocupantes del automotor, por lo que se destaca la realización de un alcoholímetro con dispositivo de bloqueo que servirá para minimizar los accidentes de tránsito ocurridos a nivel nacional.

## **II.- DISEÑO DE UN ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO**

## **2.1.- SENSORES INTELIGENTES.**

La evolución de los sistemas electrónicos ha permitido importantes avances en el desarrollo e imitación de los sentidos humanos, hasta ahora muy logrados en el caso auditivo y en la visión, el desafío para los especialistas en el momento presente es conseguir réplicas fiables del gusto y del olfato, los objetivos hasta el momento presente están en conseguir sistemas que permitan asegurar la calidad de alimentos, dosificación de fármacos, control ambiental y mejora de los sistemas de seguridad de índole militar.

Existe actualmente un importante número de aplicaciones, las más corrientes hasta el momento se refieren a clasificaciones de olores y aromas referido a alimentos y bebidas, unas veces cuantificando y otras midiendo frescura o madurez.

Es también importante el destacar la aplicación futura en medicina para detección de enfermedades, diagnóstico rápido; ya la medicina China usó el aliento para ello hace cientos de años, ejemplos clásicos son la acetona en diabéticos, la halitosis en enfermos gástricos. Asimismo aparecen prometedores resultados en la detección precoz del cáncer. Dentro de poco seremos testigos de la incorporación de la nariz electrónica en las técnicas médicas avanzadas de diagnóstico.

En la actualidad la utilización conjunta de lengua y nariz electrónica mejora la calidad de la clasificación de olores y aromas. Ante el cambio de postura de cómo recoger la información en el proceso de su captación, si medir parámetros sencillos o atributos más genéricos tales que la, calidad, condición o estado, ha motivado el interés hacia nuevos instrumentos como la nariz electrónica y el paladar electrónico o sensor del gusto. Este último está siendo reforzado por el uso de técnicas como la voltametría de pulsos, implementada por pequeños

sistemas de microelectrodos que proporcionan una información muy valiosa en el caso de compuestos líquidos como zumos, lácteos y bebidas.

Al combinar información generada de acuerdo a distinto origen, se incorpora una dimensión adicional de información que mejora la validez de las medidas.

## **2.2.- SENSORES OLFATIVOS**

### **2.2.1.- INTRODUCCIÓN.**

Los primeros sistemas de olfato electrónicos experimentales aparecieron a los finales de los ochenta. De hecho, se lleva más de dos décadas investigando y perfeccionando este tipo de instrumentos, a pesar de lo cual las narices electrónicas actuales distan mucho de la perfección y versatilidad del sistema olfativo humano. Hoy en día es impensable diseñar una nariz electrónica genérica que pueda sustituir a un operario en todas y en cada una de las actividades en la que actualmente es necesario utilizar el olfato humano.

Desde principios de los noventa existen narices electrónicas (NE) comerciales que permiten realizar estudios sobre la utilización de esta tecnología en diferentes aplicaciones. Estos equipos son de carácter genérico ya que no han sido diseñados específicamente para una aplicación concreta. Sin embargo, debido al estado actual de esta tecnología hay muchas aplicaciones en las que la optimización del instrumento es vital para un funcionamiento eficaz. Por este motivo existe otra clase de sistemas de olfato electrónico que se han diseñado desde un principio para aplicaciones específicas<sup>7</sup>.

La dedicación exclusiva ha permitido una optimización del equipo que de otra forma no se podría realizar. A este tipo de sistemas se les denomina

---

<sup>7</sup> BREZMES J., “Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de maduración de la fruta”, Tesis, Capítulo 3.

“Application Specific Electronic Noses” o “ASEN” (narices electrónicas para especificaciones específicas) y solo recientemente están apareciendo en el mercado equipos comerciales que siguen esa filosofía, como el “Frésense”, sistema expresamente diseñado para monitorear el estado de conservación del pescado. El futuro de estos equipos es mucho más prometedor que de las aplicaciones genéricas.

Los sensores de gases tienen un amplio historial, pero la tecnología de narices electrónicas todavía es incipiente, las matrices de sensores unidas a las técnicas de reconocimiento de patrones junto con la inteligencia artificial permiten avanzar en la mejora de esas narices. Las así llamadas narices artificiales que detectan e identifican olores y vapores suponen costes en EE.UU. de 20.000 hasta 100.000 dólares en Europa y básicamente se usan en laboratorio.

Los avances arrancan cuando los investigadores ingleses de la Universidad de Warwick (Reino Unido) desarrollan matrices para detectar olores, primero con narices de óxidos metálicos y después de polímeros. En 1990 tiene lugar una Conferencia en Islandia propiciada por Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) que motiva una aceleración en el desarrollo de las llamadas narices electrónicas. Es importante definir qué es lo que conocemos como una nariz electrónica: “Un instrumento que contiene una matriz de sensores químicos de parcial especificidad y un apropiado sistema de identificación de patrones capaz de identificar olores simples o compuestos”.

### **2.2.2.- LA NARIZ ELECTRÓNICA.**

Para conseguir imitar el sentido humano, se han identificado una serie de etapas que caracterizan el olfato humano, que comienza con la aspiración que toma muestras de aire que contienen moléculas portadoras de olor las cuales atraviesan las estructuras óseas curvadas llamadas turbinadas que crean flujos gaseosos turbulentos que transportan las mezclas de volátiles hacia las membranas de mucosas olfatorias que recubren al epitelio olfativo, en cuyos

terminales se ubican las células, cilios que detectan los olores.

Como hemos visto el sentido del olfato procede del estímulo del sentido humano del olfato por las moléculas olorosas emitidas por un objeto por ejemplo una flor. Las moléculas olorosas penetran en la cavidad nasal a través del área olfativa (epitelio), situado debajo del bulbo olfativo. El camino olfativo recorre la distancia que va desde el epitelio al cerebro. Primero hay una capa delgada en la cual están colocados unos pelos-cilios de las células olfativas.

Los receptores que enlazan las proteínas están situados en la superficie de los cilios y actúan como receptores quimiosensores. Se supone que hay un número reducido de proteínas detectoras (unas 100), de forma que los receptores tienen sensibilidades superpuestas. Existen aproximadamente 100 millones de células olfativas (50 millones en la nariz) que se supone que amplifican la señal y generan mensajes secundarios, que a su vez controlan los canales de iones generando señales que circulan por los *axons* desde los nervios olfativos hasta los aproximadamente 5.000 glomérulos del bulbo olfativo.

Estas señales se procesan después por las 100.000 células mitrales y más tarde se envían por la capa de células granulares al cerebro. A lo largo de estos últimos años se ha ido conociendo mejor estos mecanismos, aunque todavía quedan detalles a comprender así, la calidad del sistema humano es considerable. El subsiguiente procesado neural intensifica la sensibilidad en al menos tres órdenes de magnitud, corrige derivas y permite la discriminación de hasta al menos varios cientos de olores. De hecho los olores naturales son mezclas de especies químicas que tienen miles de constituyentes, a veces mínimas diferencias de contenidos suponen olores típicos de un producto.

La máquina olfativa o nariz humana es el instrumento por excelencia del olfato o aroma de los productos (perfumes, cosméticos, jabones, etc.) alimentos, carnes, pescados, quesos, bebidas (vinos, licores, cervezas).

Su cuantificación supone un proceso costoso, puesto que los paneles de expertos (catadores) requieren que trabajen en tiempos cortos. Cuando se trata de medir las propiedades físico-químicas con técnicas analíticas convencionales, que no sólo son caras por tiempo y equipos sino que inadecuadas, los componentes de sutiles diferencias de aromas radican en contenidos de componentes por debajo de los límites de detección de dichos instrumentos. Además, las relaciones entre las propiedades físico-químicas de las moléculas olorosas y su impacto sensorial no está muy claro, por lo que se hace precisa una instrumentación que pueda imitar al sentido humano de olfato y que pueda dar de forma rápida y económica la información sensorial.

La arquitectura genérica de una nariz electrónica se basa en el esquema de un olor que aparece como un activador de un material, que transforma una entrada química en una señal electrónica. Hay una gran cantidad de sensores capaces de realizar estas funciones, pero por lo general son de baja especificidad, además es necesario enfrentarlos a escenarios donde hay una mezcla de gases, hasta cientos de componentes químicos; la mayoría de las matrices de sensores carecen de la especificidad precisa, por lo que el manejo de la estructura nariz puede darnos la requerida selectividad. Se ha hecho un importante esfuerzo investigador para usar materiales inorgánicos, óxidos y catalíticos, modulando su conductividad tras la adsorción y trabajando a temperaturas mayores a la ambiental. Existen los sensibles a alcoholes, pero detectan mal los olores basados en compuestos de azufre o nitrogenados.

La señal individual de los sensores de la nariz electrónica, produce una señal dependiente del tiempo en respuesta a un olor: Las señales de subida o bajada del sensor dependiendo de los siguientes parámetros:

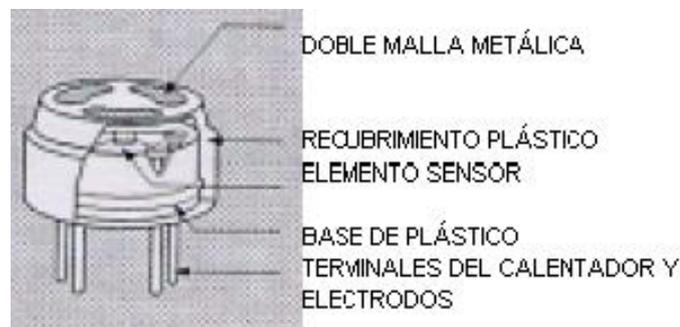
- Flujo del gas de arrastre: Los olores, llegan al epitelio olfativo en forma de gas mezclado con el aire que se respira.
- Naturaleza y concentración del olor.

- Cinética de reacción olor – material activo.
- Difusión del olor en el material activo.
- Naturaleza del material sensor.
- Naturaleza del sustrato.
- Condiciones ambientales (temperatura, humedad, presión).

Hasta ahora no se han desarrollado modelos válidos del comportamiento temporal de estos sensores, sin embargo existe un amplio repertorio de modelos estacionarios.

### 2.2.3.- TIPOS Y APLICACIONES DE LA NARIZ ELECTRÓNICA.

El sensor semiconductor de óxido de estaño (Figura 2.1) basa su funcionamiento en la variación de resistencia que presenta una capa activa ante diferentes compuestos volátiles, por lo tanto están catalogados como sensores resistivos.



**Figura 2.1 Sensor de óxido de estaño**

El sensor se calienta a una temperatura cercana de los 30° C, a través de una resistencia de calentamiento o heater, y en ese momento debido a la ausencia de oxígeno los electrones libres fluyen fácilmente entre las fronteras granuladas de dióxido de estaño.

En aire puro, el oxígeno, que atrapa electrones debido a su afinidad electrónica queda absorbido en la superficie de dióxido de estaño creando una barrera de potencial en las fronteras granulares. Esta barrera dificulta la libre circulación de electrones aumentando la resistencia eléctrica de la capa activa.

Ante una atmósfera rica en gases reductores (como pueden ser los gases combustibles), la superficie de dióxido de estaño absorbe estas moléculas gaseosas provocando su oxidación. Este proceso disminuye la barrera potencial facilitando la circulación de electrones libres lo que reduce la resistencia del sensor. La reacción entre los gases y el oxígeno de la superficie varía según la temperatura y composición de la capa activa. Combinando diferentes temperaturas de trabajo y dopantes en la capa activa se pueden crear sensores con sensibilidades optimizadas para detectar compuestos volátiles concretos, consiguiendo de esta manera una familia de sensores con sensibilidades solapadas entre sí.

La sensibilidad de este tipo de sensor se suele definir por la relación entre incremento de concentración de un determinado gas y el incremento de resistencia que produce. En determinados rangos de concentración, la relación entre la resistencia del sensor y la concentración del gas desoxidado puede ser descrita por las especificaciones de cada modelo con gráficas logarítmicas en las que representa la relación entre la resistencia final y la de reposo ( $R_s / R_0$ ) frente a la concentración de diferentes volátiles. De todas formas, estas gráficas representan características típicas ya que la reproducibilidad entre sensores no es la misma.

Los sensores de óxido de estaño se han probado en diferentes aplicaciones comerciales. Su falta de selectividad permite considerarlos en un amplio rango de aplicaciones, aunque esa misma característica ha limitado en gran medida su aplicación industrial. La tabla 2.1 muestra algunas de las aplicaciones en las que se ha estudiado utilizar este tipo de sensores.

<b>Categoría</b>	<b>Uso doméstico</b>	<b>Uso comercial e industrial</b>
<b>Gases combustibles</b> - Metano - Propano - Hidrógeno	- Alarma de gases para casas, vehículos y barcas.	- Sistemas de detección de gas para comercios, plantas industriales y petroquímicas. - Detectores de gas portables.
<u>Gases tóxicos</u> - Monóxido de carbono - Amoníaco - Otros.	- Detectores de CO para casas, vehículos, barcas.	- Detectores de fugas de amoníaco para refrigeradores. - Detectores de gas portables.
<b>Alcohol</b>	- Etilómetros	- Etilómetros profesionales
<b>Vapores orgánicos</b>		- Detectores de disolventes para fábricas.
CFCs (Clorofluorocarburos)		- Detectores de CFCs para congeladores, aire acondicionado, procesos de limpieza para componentes eléctricos.

<b>Otros</b> - Oxígeno - Hidrógeno		- Detectores de oxígeno para el mantenimiento de transformadores y baterías.
<b>Detectores de fuego</b>	- Alarmas de fuego.	- Sistemas de detección de fuego.

**Tabla 2.1 Aplicaciones de los sensores de óxido de estaño**

Actualmente existen 2 clases de sensores de óxido de estaño de acuerdo a su fabricante y son:

**a.- Sensores Fígaro.**

Fígaro Inc. Fue la primera empresa en comercializar este tipo de sensores, la larga vida útil de sus unidades, su elevada sensibilidad, rapidez de respuesta, excelente durabilidad y bajo coste, son las características que permiten considerar su utilización.

Los sensores de la serie 8 en la Figura 2.2 se caracterizan por tener una resistencia calefactora (heater) dentro de un tubo cerámico de alúmina, estando la pasta semiconductor depositada sobre la superficie cilíndrica con dos electrodos grabados en oro. Para conseguir una buena estabilidad a largo plazo, la pasta es sinterizada durante un periodo de largo tiempo bajo condiciones de temperatura y atmósfera controladas, gracias a su complicada geometría, estos sensores tienen alta sensibilidad y buena estabilidad a largo plazo

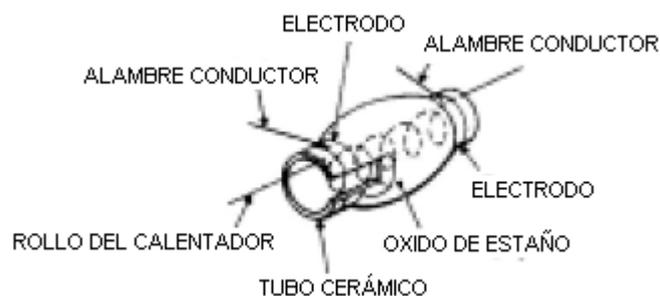


Figura 2.2 Esquema de los sensores Fígaro serie 8

Comercialmente, los sensores de la serie 8 presentan dos configuraciones esquematizadas en la Figura 2.3. La figura izquierda corresponde a una configuración estándar, con una base y encapsulado de resina. La segunda configuración (representada a la derecha) se caracteriza por tener una base cerámica sobre la que descansa el elemento sensor y esta recubierto por una malla metálica empleada como medio de protección.

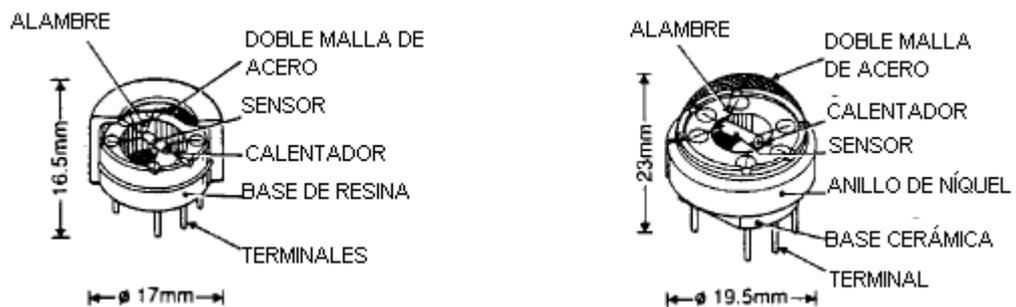


Figura 2.3 Tipos de sensores Fígaro serie 8

Los sensores de la serie 2000 se caracterizan por tener una capa gruesa de óxido de metal semiconductor como elemento sensor. Tanto el heater como el elemento sensor están situados sobre un mismo substrato plano. De estos sensores existen cuatro modelos con diferentes estructuras.

- Tipo S1: Su estructura es muy simple, dispone de una sola cara en la que se encuentran el heater y el elemento sensor. (Figura 2.4)

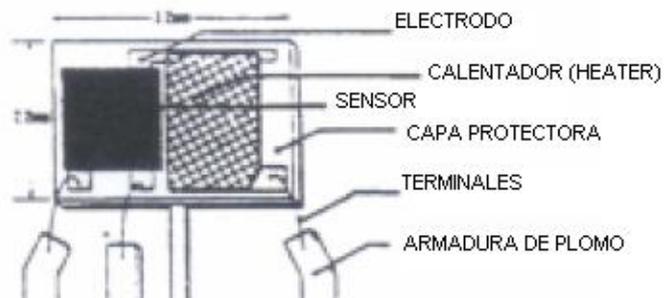


Figura 2. 4 Sensor Figaro serie 2000 tipo S1

- Tipo S2: Dispone de dos elementos sensores, que están en una sola cara, lo que permite obtener información de dos sensores al mismo tiempo (Figura 2.5)

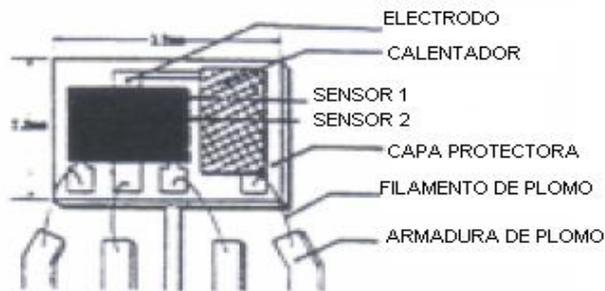


Figura 2. 5 Sensor Fígaro serie 2000 tipo S2

- Tipo M1: Su estructura es un poco más compleja, dispone de una sola cara en la que se encuentra de forma miniaturizada el heater y el elemento sensor. (Figura 2.6)

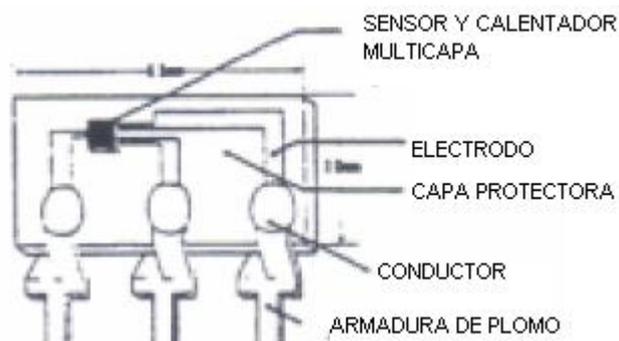


Figura 2.6 Sensor Fígaro serie 2000 tipo M1

- Tipo D1: Se distingue del resto por tener dos caras. En una se encuentra el elemento sensor y en otra el heater (Figura 2.7)

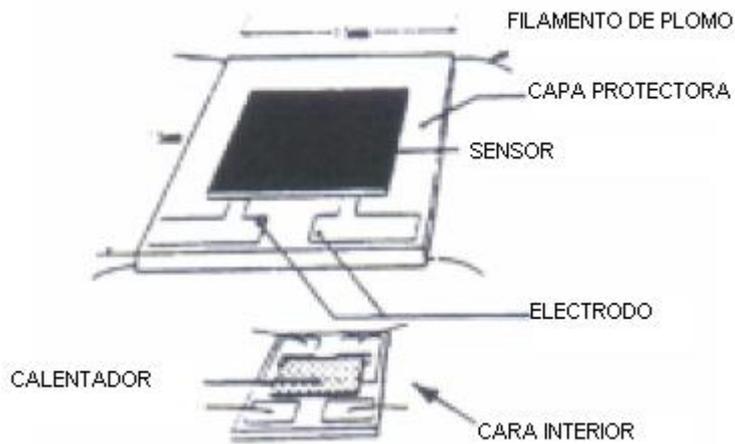
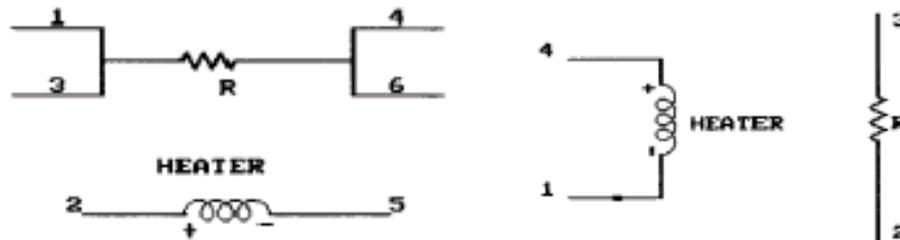


Figura 2.7 Sensor Fígaro serie 2000 tipo D1

Los sensores de la casa Fígaro como todos los sensores de óxido de estaño pueden catalogarse como sensores resistivos<sup>8</sup>. Además para trabajar correctamente requieren que la capa activa esté a temperaturas elevadas del orden de los 30 °C por lo que necesitan de una resistencia calefactora o un heater que eleve la temperatura hasta su valor de trabajo. La Figura 2.8 muestra los terminales de dichos sensores, a la izquierda el sensor serie 8 con 6 terminales y



a la derecha el sensor serie 2000 con 4 terminales.

Figura 2.8 Esquema de los terminales de los sensores serie 8 y 2000

Además la tabla 2.2 indica la codificación de los sensores Fígaro y sus aplicaciones:

<sup>8</sup> <http://www4.inti.gov.ar/GD/4jornadas2002/pdf/citei-171.pdf>.

SENSOR	APLICACIÓN	DETECCIÓN
TGS 800	Control de calidad de aire	Aire contaminado: Humo de tabaco, gasolina, etc
TGS 822	Detección de vapores de alcohol	Alcohol, Tolueno, Xileno
TGS 825	Detección de gas tóxico	Sulfuro de hidrógeno
TGS 826	Detección de gas tóxico	Amoníaco
TGS 880	Control de cocinas	Gases Volátiles, vapor de agua en alimentos
TGS 882	Control de cocinas	Vapor de alcohol en los alimentos
TGS 882	Detección de gas combustible	Hidrocarburos en general
TGS 2611	Detección de gas combustible	Metano, gas natural
TGS 2620	Detección de solubles orgánicos	Alcohol, solubles orgánicos

Tabla 2.2 Sensores de la serie Figaro

#### **b.- Sensores FIS.**

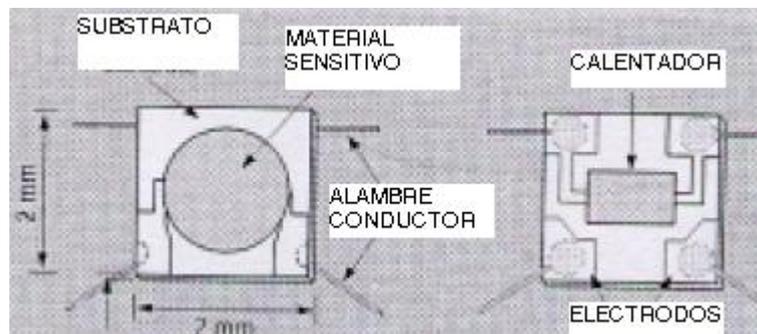
**En el mercado existen 2 tipos de sensores FIS y son:**

- Serie SP: Son sensores de óxido de estaño cuyo funcionamiento y tecnología esta basado sobre un delgado substrato cerámico de alúmina en el que se encuentran los electrodos de oro. Esta configuración permite una reducción de potencia del 50% respecto a los sensores de la casa Figaro. En la cara opuesta del substrato se deposita el heater de platino u óxido de rutenio. El encapsulado que protege al elemento sensor se puede ver en la Figura 2.9



**Figura 2.9 Encapsulado del sensor FIS SP**

En la Figura 2.10 podemos visualizar el esquema correspondiente al sensor SP.



**Figura 2.10 Esquema del sensor FIS SP**

La tabla 2.3 muestra en forma detallada los diferentes modelos de la serie SP que comercializa FIS, incluyendo los gases para los que se ha optimizado la sensibilidad de cada sensor y el consumo de potencia del heater.

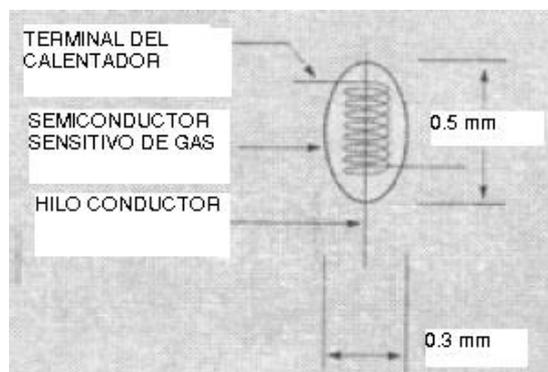
<b>Categoría</b>	<b>Gas detectado</b>	<b>Modelo (consumo de potencia)</b>
Gases	Hidrocarburos	SP-11-00 (Ph:400mW)
Inflamables	Metano	SP-12A (Ph:380mW)

	Propano / butano	SP-15A-00 (Ph:380mW)
	Hidrógeno	SP-19-00 (Ph:315mW)
Disolventes	Alcohol	SP-32-00 (Ph:315mW)
Gases refrigerantes	HCFCs	SP-41-00 (Ph:400mW)
	HFCs	SP-42-00 (Ph:400mW)
Gases	Ozono	SP-61 (Ph:315mW)
Oxidantes	Ácido clorhídrico	SP-65 (Ph:315mW)
Calidad de	Humedad	SP-MW1-00 (Ph: 400mW)
Aire	Humo de cigarrillo	SP-AQ3-00 (Ph:315mW)
	Vapor de Gasolina	SP-AD1/SP-AD3 (Ph:315mW)

Tabla 2.3 Campo de aplicaciones de los sensores FIS SP  
(Ph = Potencia del heater)

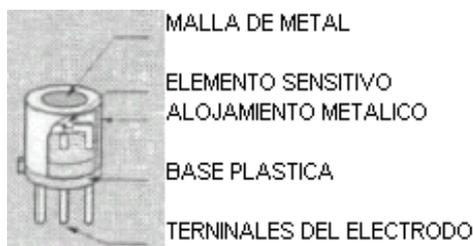
- Serie SB: Se trata de un tipo de sensor en el cual se ha encapsulado el elemento sensor, terminales, reduciendo el tamaño del mismo.

La serie SB tiene un elemento sensor como el de la Figura 2.11 semiconductor tipo mini bead, principalmente compuesto de dióxido de estaño (SnO<sub>2</sub>). La bobina calefactora y los electrodos están incrustados en el elemento sensor.



### Figura 2.11 Elemento sensor FIS SB

Además presentan el encapsulado metálico que protege al elemento sensor (Figura 2.12). Dicho encapsulado está compuesto por 2 mallas metálicas de acero inoxidable que descansan sobre una base de plástico



### Figura 2.12 Presentación comercial de los sensores FIS SB

La tabla 2.4 recoge de forma detallada los diferentes modelos FIS SB con los gases que detectan y su consumo de potencia. Obsérvese que ésta es notablemente inferior a la que consumen los FIS SP, facilitando la incorporación en equipos portátiles.

Aplicación	Gas detectado	Modelo (Consumo de potencia)
Mezcla de dos gases	CO y metano	SB-95-00 (Ph:120mW)
Gases inflamables	Hidrocarburos	SB-11-00 (Ph:120mW)}
	Hidrógeno	SB-19-00 (Ph:120mW)
	Propano / butano	SB-15-00 (Ph:120mW)
Disolventes	Alcohol	SB-30-00 (Ph:120mW)
Gases refrigerantes	HCFCs	SB-41-00 (Ph:120mW)
	HFCs	SB-42-00 (Ph:120mW)
Calidad de aire	CO	SB-50-00 (Ph:120mW)
	Humo de cigarrillo	SB-AQ4-00 (Ph:140mW)

**Tabla 2.4 Campo de aplicaciones de los sensores FIS SB**

Es necesario saber el número de terminales de los sensores FIS citados anteriormente. La Figura 2.13 muestra en forma detallada a los sensores FIS serie SP con 4 terminales y FIS serie SB con 3 terminales.

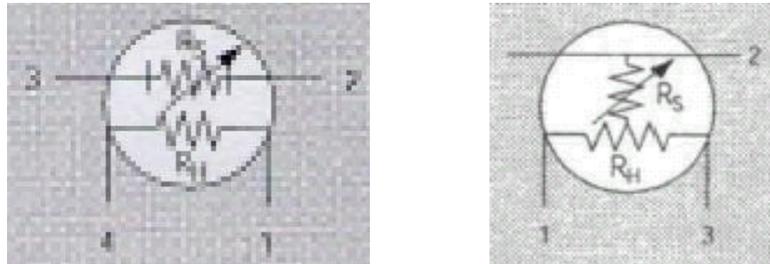


Figura 2.13 Esquema de terminales de los sensores FIS serie SP y SB

Las aplicaciones más clásicas de las narices electrónicas, se han orientado a la alimentación, determinando frescura de carnes y pescados, en estos casos la nariz simplemente mide el desarrollo bacteriano o la actividad de los microorganismos dentro del alimento modificando su olor, este hecho sugiere la capacidad de una nariz para hacer diagnóstico. Es un hecho que si ciertas enfermedades se asocian a olores, diabetes-olor a acetona en el aliento, dolencias gástricas-halitosis, cánceres de pulmón, hígado o intestino provocan olores reconocibles por una nariz electrónica. Un método de diagnóstico, puede realizarse por la detección del aliento, es previsible que en el futuro estos dispositivos se incorporen a la instrumentación clínica para detección en aliento, orina o piel al menos como sistema detector primario de tipo discriminador. Hay una variedad de posibles aplicaciones hoy en día. Entre ellas olores en el medioambiente, control de olores en vehículos, trenes, automóviles, aviones, edificios, fábricas, etc.

La aplicación de las tecnologías de los sensores convencionales a la detección de olores ha tenido hasta ahora un éxito limitado. Los sensores de gases tienden a ser más delicados que otro tipo de sensores (por ejemplo los térmicos), así los resistivos son sensibles a la temperatura y a la humedad del gas portador, esto significa que deben estar muy controlados o al menos

monitorizados para poder compensar estos factores. Los receptores del cuerpo humano, están mantenidos a humedad y temperatura constante por el cuerpo humano, la humedad la regula la capa mucosa.

#### **2.2.4.- EL ALCOCHECK.**

El alcocheck es un dispositivo de comprobación para la rápida detección de alcohol en el aliento y de esta forma advertir al conductor si debe o no conducir. Su forma de medición puede ser del tipo analógico o del tipo digital para saber su lectura el conductor debe soplar hacia el sensor que se encuentra implementado en dicho dispositivo. Emplea una avanzada tecnología de sensor de óxido de estaño para aproximarse al porcentaje de concentración de alcohol en sangre (%BAC = Blood Alcohol Concentration) a partir de la respiración.

La prueba efectuada con este dispositivo se emplea para obtener un resultado, y está diseñado para la protección de los ocupantes del vehículo y demás personas involucradas en un accidente de tránsito. En el Ecuador el índice de alcohol permitido por la ley es menor al 0.8 gramos/litro de sangre de una persona, cuando sea igual a 0.8 g/l es considerado como estado de embriaguez y si una persona que conduce en este nivel está cometiendo una contravención grave quedando expuesta a las siguientes sanciones:

- Prisión de 30 a 180 días y multa de 40 dólares.
  
- Será reprimido con reclusión menor extraordinaria de 6 a 9 años, revocatoria definitiva de la licencia para conducir vehículos motorizados y multa de 10 a 40 salarios mínimos vitales generales quien ocasionare un accidente conduciendo vehículos en estado de embriaguez, del que resultaren muertas una o más personas.

**De igual forma la desobediencia a la prueba es un agravante que involucra sanciones más graves.**

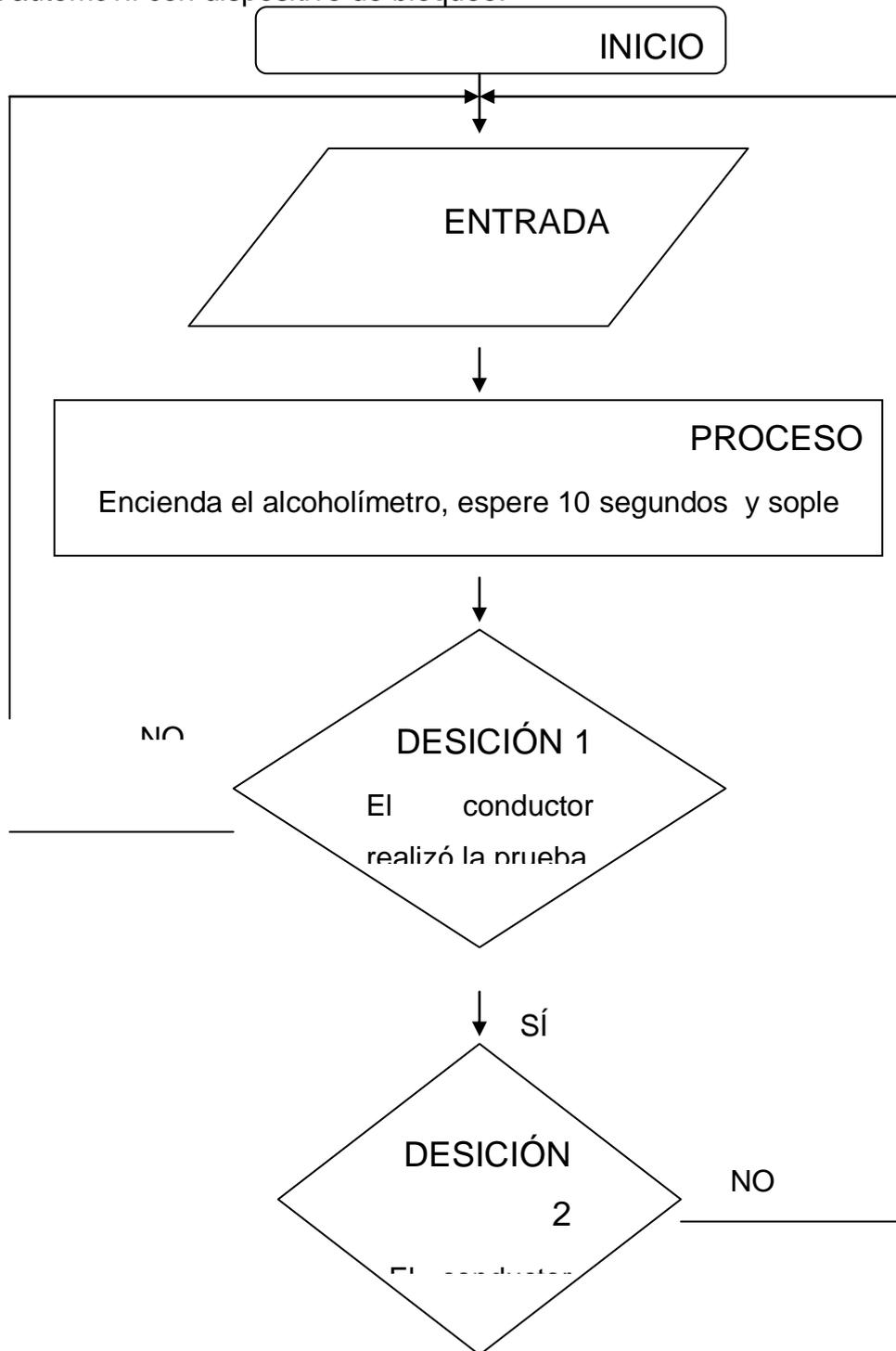
### **2.3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

El alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo es un instrumento que detecta alcohol en el aliento del conductor antes que éste proceda a conducir y de esta forma evitar accidentes de tránsito, su diseño permite que el motor del vehículo no se encienda mientras el conductor no realice la prueba de aliento y esté bajo los niveles permitidos. El sistema dispone de una pantalla LCD que informa mediante mensajes los pasos que el conductor debe efectuar antes y después de encender el motor del vehículo. En el caso que el conductor se encuentre en un nivel adecuado podrá encender el vehículo sin problemas, pero si éste excede los límites establecidos el sistema impedirá el funcionamiento del motor del vehículo, el cual no encenderá hasta que el conductor esté en los niveles permitidos o se acceda al microcontrolador por medio del conjunto teclado externo controlado por el proveedor del sistema desbloqueando el microcontrolador al ingresar un código y de esta manera el conductor pueda encender el motor del vehículo.

Para sensar el nivel de alcohol, el dispositivo emplea un alcocheck dotado de un sensor para la detección de aliento que envía señales de entrada hacia un microcontrolador que se va a encargar de permitir o no el encendido del motor del vehículo por medio de un actuador que en este caso es un relé. Al igual que muchos de los sistemas de seguridad activa implementados en el automóvil este diseño involucra las 3 etapas de un sistema automático que son entrada – procesamiento – salida, mismas que permiten un funcionamiento correcto del sistema, las etapas son las siguientes:

- Etapa de sensado de alcohol en el conductor (Entrada)
- Etapa de procesamiento de señales (Proceso)
- Etapa ejecución de bloqueo y desbloqueo al encendido (Salida)

La Figura 2.14 explica la manera como funcionará el sistema alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo.



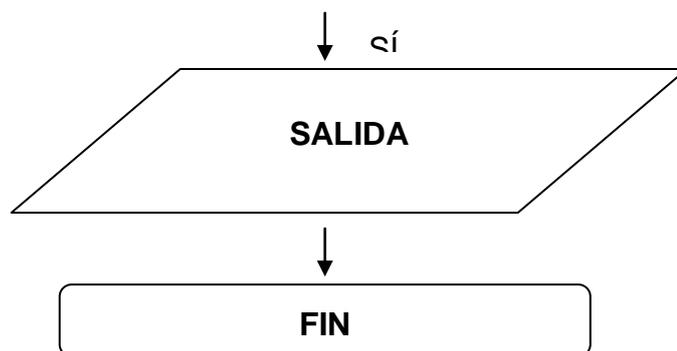


Figura 2.14 Descripción del funcionamiento del alcoholímetro

## 2.4.- SELECCIÓN DE COMPONENTES.

### 2.4.1.- SELECCIÓN DEL ALCOCHECK.

La tabla 2.5 muestra un resumen de las diferentes clases de alcocheck que existen en el mercado con sus características más importantes, las mismas que son de mucha utilidad para escoger el tipo que se va a acoplar a nuestras exigencias.

<b>Fabricante</b>	<b>Modelos</b>	<b>Duración (Pruebas)</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Costo (USD)</b>
Alc	<b>CDP 100</b>	<b>1000</b>	<b>28</b>	<b>7,8 x 4 x 2</b>	<b>&gt; 90%</b>	<b>36.50</b>
	CDP 128	1000	35	8.3 x 5 x 2.8	> 90%	69.36
	CA 2000	3000	52	10.5 x 7 x 3	> 90%	191.51
Drager	7410 std	1000	150	15.7 x 4 x 3.2	90%	150.46
	7410 plus	4000	175	16.8 x 5 x 4.4	90%	240.87
	7410 rs	8000	183	23 x 7 x 3.4	95%	600.04

Otros	Desc	500	28	9 x5 x2	90%	59.44
-------	------	-----	----	---------	-----	-------

**Tabla 2.5 Tipos de alcocheck**

De acuerdo a la tabla 2.5 el dispositivo que cumple con nuestros requerimientos es el ALC CDP 100 que utiliza como elemento de captación un sensor de óxido de estaño del tipo FIS SB-30-00 (Ph: 120mW) con 3 terminales. Este tipo de sensor es uno de los más utilizados en los sistemas de olfato electrónico puesto que presenta una alta sensibilidad ante la presencia de diversos volátiles de alcohol como son vinos, cervezas, ron, whisky, tequila, etc, además el control del dispositivo se realiza a 0.5 gramos / litro lo que representa tener un margen de seguridad sobre los 0.8 gramos / litro que determina el reglamento de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre del Ecuador.

La Figura 2.15 muestra al dispositivo que se va a emplear. El mismo que posee una señal visual de salida ante un nivel alto de alcohol (0.5g/L), su única desventaja es que no dispone de una señal visual de salida de un límite bajo de alcohol y que además utiliza 3 voltios para su funcionamiento.

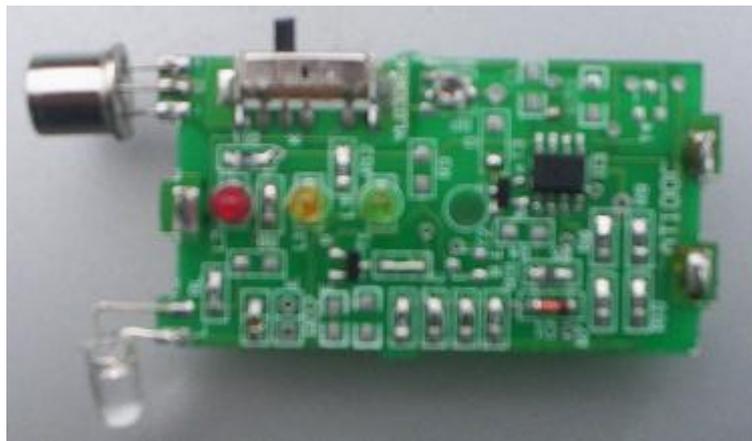
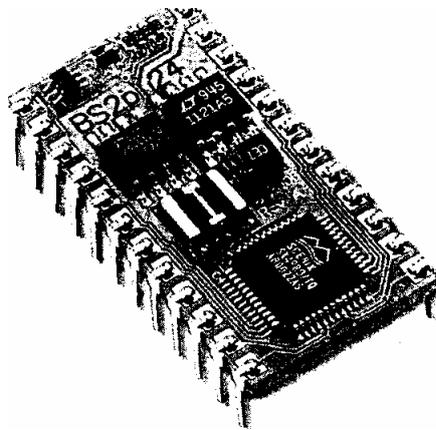


Figura 2.15 Alcocheck a utilizar

#### **2.4.2.- SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.**

El Microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador, se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna. Esta última característica es la que le confiere la denominación de «controlador incrustado» (*embedded controller*). El microcontrolador es un computador **dedicado**, en su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada: sus líneas de entrada / salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar, y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. El microcontrolador (Figura 2.16) es un computador completo, aunque de limitadas prestaciones, que está contenido en el chip de un circuito integrado y se destina a gobernar una sola tarea. No es aventurado pronosticar que en el siglo XXI habrá pocos elementos que carezcan de microcontrolador<sup>9</sup>.



**Figura 2.16 Microcontrolador**

La industria Informática acapara gran parte de los microcontroladores que se fabrican, así todos los periféricos del computador, desde el ratón o el teclado hasta la impresora son regulados por el programa de un microcontrolador. Los electrodomésticos de línea blanca (lavadoras, hornos, lavavajillas, etc. y de línea marrón (televisores, vídeos, aparatos musicales, etc.) incorporan numerosos

---

<sup>9</sup> ANGULO J., “Microcontroladores PIC Diseño práctico de aplicaciones, Mc GRAW HILL, Madrid, 1997.

microcontroladores. Igualmente los sistemas de supervisión, vigilancia y alarma en los edificios utilizan estos chips. También se emplean para optimizar el rendimiento de ascensores, calefacción, aire acondicionado, alarmas de incendio, robo, etc. La instrumentación y la electromedicina son dos campos idóneos para la implantación de estos circuitos integrados. Una importante industria consumidora de microcontroladores es la de automoción, que los aplica en el control de aspectos tan populares como la climatización, la seguridad, frenos ABS, sistema de luces automático, sistema de dirección asistida con regulación variable, etc. Las comunicaciones y los productos de consumo general absorben más de la mitad de la producción de microcontroladores. El resto se disminuye entre el sector de la automoción, los computadores y la industria.

Las partes principales del microcontrolador son:

- Procesador
- Memoria no volátil para contener el programa
- Memoria de lectura y escritura para guardar los datos
- Líneas de *E/S* para los controladores de periféricos:
- Recursos auxiliares:

#### **a.- EL PROCESADOR.**

La necesidad de conseguir elevados rendimientos en el procesamiento de las instrucciones ha desembocado en el empleo generalizado de procesadores de arquitectura **Harward** frente a los tradicionales que seguían la arquitectura de **Von Neumann**; esta última se caracterizaba porque la UCP (Unidad Central de Proceso) se conectaba con una memoria única, donde coexistían datos e instrucciones, a través de un sistema de buses.

En la arquitectura **Harward** son independientes la memoria de instrucciones y la memoria de datos y cada una dispone de su propio sistema de

datos para el acceso. Esta dualidad además de propiciar el paralelismo, permite la adecuación del tamaño de las palabras y los buses a los requerimientos específicos de las instrucciones y de los datos. También la capacidad de cada memoria es diferente. El procesador de los modernos microcontroladores responde a la arquitectura **RISC** (Computadores de Juego de instrucciones Reducido), que se identifica por poseer un repertorio de instrucciones máquina pequeño y simple. de forma que la mayor parte de las instrucciones se ejecuta en un ciclo de instrucción, otra aportación frecuente que aumenta el rendimiento del computador es el fomento del paralelismo implícito, que consiste en la segmentación del procesador (*pipe-line*), descomponiéndolo en etapas para poder procesar una instrucción diferente en cada una de ellas y trabajar con varias a la vez, obteniendo un alto rendimiento y elevada velocidad que alcanzan los modernos procesadores, como el que poseen los microcontroladores PIC.

#### **b.- MEMORIA DE PROGRAMA.**

El microcontrolador está diseñado para que en su memoria de programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control. No hay posibilidad de utilizar memorias externas de ampliación. Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente. Los tipos de memoria adecuados para soportar esta función admiten cinco versiones diferentes:

##### **- ROM CON MÁSCARA.**

En este tipo de memoria el programa se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante con el uso de «máscaras». Los altos costes de diseño e instrumental sólo aconsejan usar este tipo de memoria cuando se precisan series muy grandes.

##### **- EPROM.**

La grabación de esta memoria se realiza mediante un dispositivo físico

gobernado desde un computador personal que recibe el nombre de grabador. En la superficie de la cápsula del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y emplearla nuevamente. Es interesante la memoria EPROM en la fase de diseño y depuración de los programas, pero su coste unitario es elevado.

#### **- OIP (PROGRAMABLE UNA VEZ).**

Este modelo de memoria sólo se puede grabar una vez por parte del usuario, utilizando el mismo procedimiento que con la memoria EPROM. Posteriormente no se puede borrar. Su bajo precio aconseja este tipo de memoria para prototipos finales y series de producción cortas.

#### **- EEPROM.**

La grabación es similar a las memorias OIP y EPROM, pero el borrado es mucho más sencillo al poderse efectuar de la misma forma que el grabado o sea, eléctricamente. Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser programada y borrada tantas veces como se quiera, lo cual la hace ideal en la enseñanza y en la creación de nuevos proyectos. Aunque se garantiza 1.000.000 de ciclos de escritura/borrado en una EEPROM, todavía su tecnología de fabricación tiene obstáculos para alcanzar capacidades importantes y el tiempo de escritura de las mismas es relativamente grande y con elevado consumo de energía.

#### **- FLASH.**

Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. El borrado sólo es posible con bloques completos y no se puede realizar sobre posiciones concretas. En las FLASH se garantizan 1.000 ciclos de escritura/borrado. Son muy recomendables en aplicaciones en las que sea necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto, como

consecuencia del desgaste o cambios de piezas, como sucede con los vehículos.

Por sus mejores prestaciones está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones. De esta forma **Microchip** comercializa dos microcontroladores prácticamente iguales, que sólo se diferencian en que la memoria de programa de uno de ellos es tipo EEPROM la del otro tipo Flash. Se trata del PIC16C84 y el PIC16F84, respectivamente. En la actualidad **Microchip** tiene abierta una línea de PIC con memoria Flash cada vez más extensa y utilizada.

### **c.- MEMORIA DE DATOS.**

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que les contiene deben ser de lectura y escritura, por lo que la memoria RAM estática (SRAM) es la más adecuada, aunque sea volátil.

Hay microcontroladores que también disponen como memoria de datos una de lectura y escritura no volátil, del tipo EEPROM. De esta forma un corte en el suministro de la alimentación no ocasiona la pérdida de la información, que está disponible al reiniciarse el programa. El PIC16C84, PIC16F83 y el PIC16F84 disponen de 64 bytes de memoria EEPROM para contener datos. La memoria tipo EEPROM y la tipo Flash pueden escribirse y borrarse eléctricamente. Sin necesidad de sacar el circuito integrado del zócalo del grabador pueden ser escritas y borradas numerosas veces.

### **d.- LÍNEAS DE E/S PARA LOS CONTROLADORES DE PERIFÉRICOS.**

A excepción de dos terminales destinadas a recibir la alimentación, otras dos para el cristal de cuarzo, que regula la frecuencia de trabajo y una más para provocar el Reset, los restantes pines de un microcontrolador sirven para soportar su comunicación con los periféricos externos que controla. Las líneas de E/S que se adaptan con los periféricos manejan información en paralelo y se agrupan en

conjuntos de ocho que reciben el nombre de **Puertas**. Hay modelos con líneas que soportan la comunicación en serie: otros disponen de conjuntos de líneas que implementan puertas de comunicación para diversos protocolos como el USB.

#### **e.- RECURSOS AUXILIARES.**

Según las aplicaciones a las que orienta el fabricante cada modelo de microcontrolador, incorpora una diversidad de complementos que refuerzan la potencia y la flexibilidad del dispositivo. Entre los recursos más comunes se citan a los siguientes:

- *Circuito de reloj*, encargado de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Temporizadores, orientados a controlar tiempos.
- *Perro Guardián (<<watchdog>>)*, destinado a provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado.
- *Convertidores AD y DA*. para poder recibir y enviar señales analógicas.
- *Comparadores analógico*, para verificar el valor de una señal analógica.
- *Sistema de protección ante fallos de la alimentación*
- *Estado de Reposo*, en el que el sistema queda «congelado» y el consumo de energía se reduce al mínimo.

Con el objeto de optimizar el funcionamiento del sensor que envía señales del tipo analógico se a utilizado un microcontrolador 16F877 de 40 pines (Figura 2.17) el cual es uno de los más potentes del mercado y de un precio accesible, la principal ventaja para nuestra aplicación es que posee convertidores análogos digitales que nos va ha permitir después de la programación sacar los valores de alcoholemia hacia un LCD permitiendo una mejor utilización del alcoholímetro por

el conductor; adicionalmente la tabla 2.6 muestra las características del microcontrolador y hace una comparación con el pequeño 16F84.



**Figura 2.17 Microcontrolador 16F877**

MODELO		PIC16F84A	PIC16F877
Memoria Programación	Bytes	1792	14336
	Palabras	1024*14	8192*14
Memoria Datos	Bytes EEPROM	64	256
	Bytes RAM	68	368
CA/D		No	8 (10 bits)
Detección de baja Tensión		No	Si
LINEAS E/S		13	33
COMUNICACIÓN SERIE		No	USART/MSSP
CCP		No	2
TEMPORIZADORES		1-8 bit, 1 – WDT	1 – 16 bit, 2 – 8 bit, 1 – WDT
FREC. MAX. MHz.		20	20
ICSP (Programación Serie en Circuito)		Si	Si
ENCAPSULADOS		18p, 18SO, 20SS	40P, 44L, 44PQ, 44PT
FUENTES DE INTERRUPCIÓN		4	14

COMUNICACIÓN PARALELO	NO	SI
-----------------------	----	----

**Tabla 2.6 Características del Microcontrolador 16F877**

### **2.4.3.- SELECCIÓN Y DISEÑO DE LA ETAPA DE BLOQUEO.**

En vista que no es suficiente con que el conductor realice una prueba de alcoholemia y que sea consiente y no conduzca si el alcocheck le marca un valor alto de contenido de alcohol en su sangre es necesario una etapa de bloqueo que lo obligue a salvaguardar su vida y la de los ocupantes del vehículo es por esta razón que se ha realizado un estudio de las posibles opciones que se pueden tener para bloquear al motor del vehículo.

En la etapa de bloqueo se pueden tener 3 opciones que se han escogido como las más importantes y accesibles para evitar que el usuario pueda conducir si sobrepasa el límite establecido por la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre; estas son:

- Bloqueo a las puertas
- Bloqueo al motor de arranque
- Bloqueo al sistema de encendido

A continuación la tabla 2.7 muestra un análisis de las ventajas y desventajas de los 3 tipos de bloqueo:

Tipo	Ventajas	Desventajas
Bloqueo a las puertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El vehículo tendría una protección adicional similar a una alarma.</li> <li>- No existe consumo elevado de batería; solamente la que consumiría el módulo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El sistema de control es demasiado complejo.</li> <li>- El conductor queda expuesto a los peligros de la interperie si sobrepasa el límite.</li> <li>- Se puede forzar la cerradura e ingresar.</li> </ul>
Bloqueo al arranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe consumo elevado de carga de batería si se intenta arrancar el motor cuando existe un límite elevado de alcohol en el conductor, además se puede usar los accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se puede encender el vehículo empujándolo.</li> <li>- Existe elevada corriente en el sitio de bloqueo lo que involucra un diseño con elementos de alta potencia y costosos.</li> </ul>
Bloqueo al encendido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe moderada corriente en el sitio de bloqueo.</li> <li>- El motor no se encenderá de ninguna forma que se intente.</li> <li>- Se puede utilizar los demás accesorios como radio, luces, calefacción, etc.</li> <li>- El conductor puede</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recalentamiento del motor de arranque con una disminución de la carga en la batería siempre que se intente encender el motor y se tenga un límite excesivo de alcohol.</li> </ul>

	permanecer en el vehículo sin quedar expuesto a la interperie.	
--	--	--

**Tabla 2.7 Análisis de los tipos de bloqueo al automóvil**

**El bloqueo al sistema de encendido** sería considerado como el más idóneo para esta aplicación debido a la amplia gama de ventajas que dispone, su única desventaja estará compensada con indicaciones en el manual de utilización para que el conductor que sobrepase el límite de alcohol en la sangre el momento que desee encender el motor del vehículo, y el dispositivo de bloqueo no le permite entonces no lo intente reiteradas veces con la finalidad de evitar una descarga de la batería.

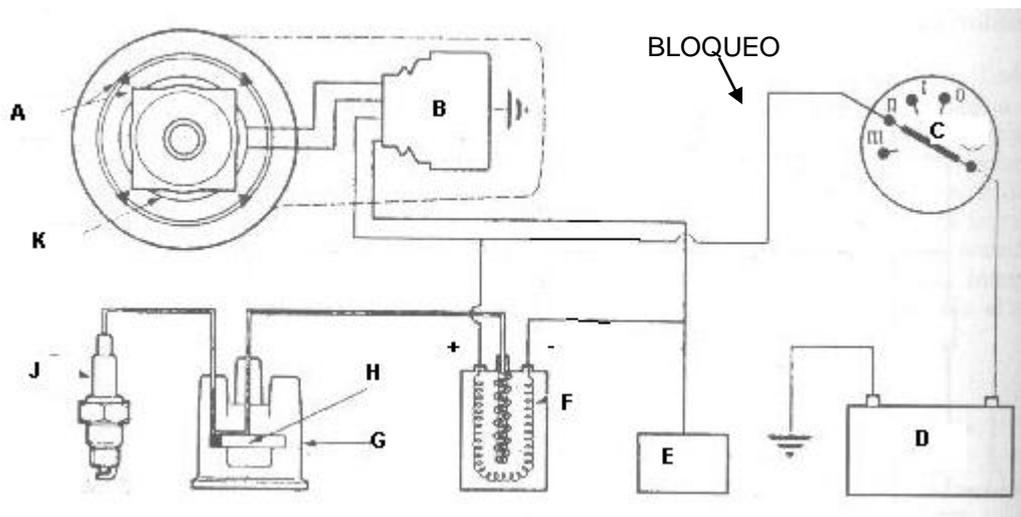
El tipo de sistema de encendido del motor Honda Civic en el cual se va a implementar el sistema es del tipo electrónico por impulsos de inducción el cual tiene la característica particular de tener integrados en el distribuidor la mayoría de los componentes eléctricos, mecánicos y electrónicos como son bobina de alta tensión, módulo de encendido, rotor, generador de impulsos, bobina captadora, avance centrífugo y por vacío, los demás componentes como bujías, cable de bujías, batería, interruptor de encendido van ubicados en sitios que son los más habituales en los demás vehículos. La Figura 2.18 indica el distribuidor perteneciente al vehículo a utilizar.





**Figura 2.18 Distribuidor de vehículo Honda Civic**

El diagrama de la Figura 2.19 muestra el conexionado de los componentes de este sistema de encendido en donde la bobina F es alimentada desde la batería D a través de la llave de contacto C, que lleva también la corriente de alimentación al módulo electrónico B.



**Figura 2.19 Esquema de conexiones del sistema de encendido**

Cuando los salientes de la bobina disparadora A, en su giro, quedan frente a los imanes permanentes emplazados en la carcasa del distribuidor, la bobina K genera un impulso de tensión eléctrica, que es transmitido al módulo electrónico B, el cual interrumpe la masa la llegada de corriente de la batería, quedando en libre de cortocircuito la bobina de encendido, cuyo arrollamiento primario ahora no

es alimentado de corriente, generándose así la alta tensión en el secundario, que es llevada a la bujía J, por medio del distribuidor de alta tensión H.

Cuando no existe una alimentación de corriente hacia el módulo de encendido no va existir un salto de la chispa en las bujías y el motor no se encenderá. Para el diseño del bloqueo se realizará en base a las señales de salida de un microcontrolador, una interrupción de alimentación de corriente hacia el módulo de encendido de acuerdo a los niveles de alcoholemia registrados por el usuario. La figura 2.20 indica el sector en el que se realizará la interrupción, el mismo que es un cable amarillo con negro entre la llave de contacto en posición ING. y el módulo de encendido.

CABLE DE ALIMENTACIÓN AL MÓDULO



**Figura 2.20 Ubicación del sector de desbloqueo**

El microcontrolador envía una salida ON-OFF de 0-5 voltios la cual debe ser amplificada con la finalidad de utilizarla para que pueda activar a un relé o transistor, los mismos que se van a encargar de conmutar en tal forma que interrumpa o permita el paso de corriente hacia el módulo después de la llave de encendido. Los valores de corriente medidos en serie entre los dos puntos difieren

en relación a varias condiciones, la tabla 2.8 muestra los valores de corriente registrados a una temperatura ambiente de 10 °C.

Estado del motor	Revoluciones por minuto (RPM)	Valor de Corriente (Amperios)
Arranque en frío	750	2.72
Arranque en caliente	750	2.46
Temperatura normal	3500	3.09
Temperatura frío	3500	4.13
Temperatura normal	6500	2.86
Temperatura frío	6500	3.45

**Tabla 2. 8 Valores de corriente registrados en la línea de bloqueo**

La figura 2.21 muestra el valor de corriente máximo (4.13 amperios) que circula por esta línea utilizando un amperímetro conectado en serie. Este valor es necesario puesto que nos sirve para escoger el elemento de corte de corriente.



**Figura 2.21 Medición de la corriente entre la llave de contacto y el módulo**

El valor de corriente es relativamente alto razón por la cual es necesario utilizar un relé (Figura 2.22) de 10 amperios que dispone de un margen de

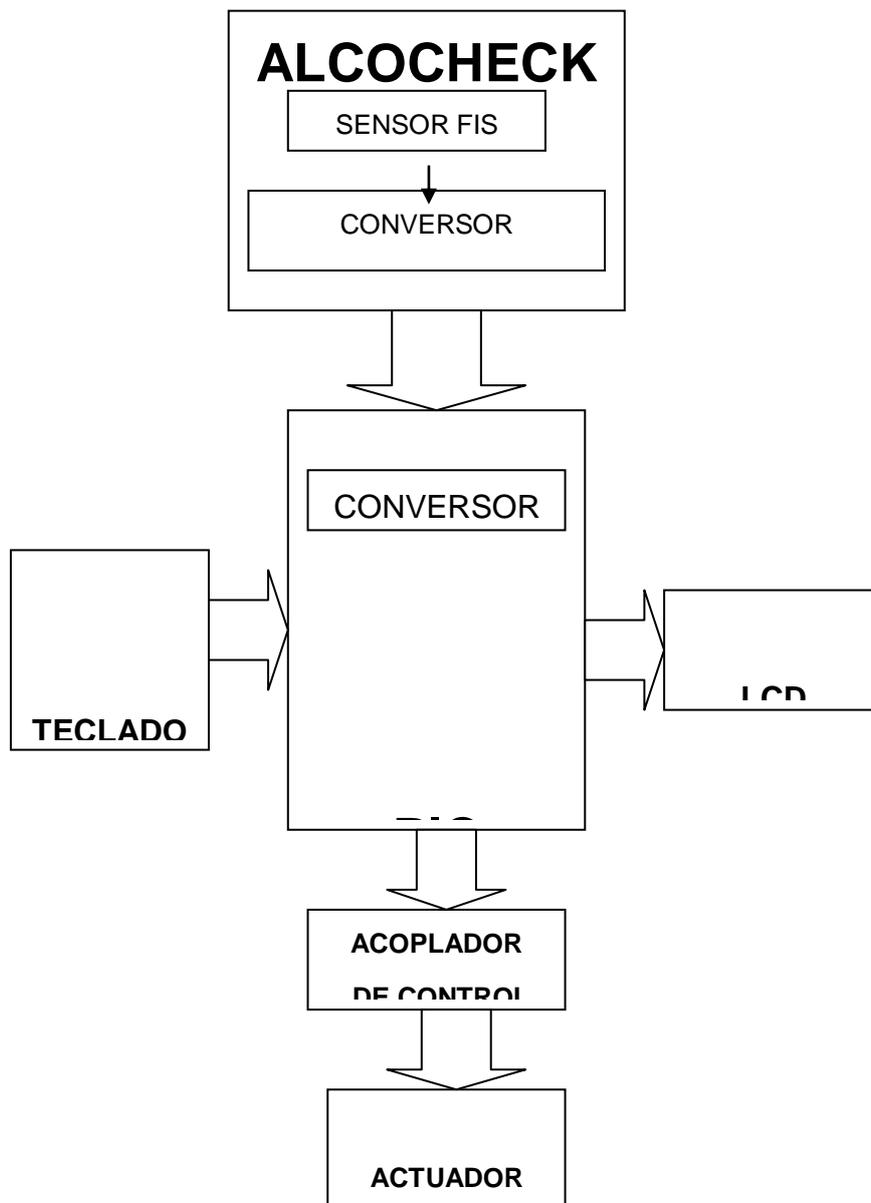
seguridad aceptable y de esta forma no se deteriore con el transcurso del tiempo y utilización.



**Figura 2.22 Relé para bloqueo**

## **2.5.- DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.**

El microcontrolador se va a encargarse de recibir y procesar la señal del alcohómetro para posteriormente controlar al relé que se va a encargarse de activar o desactivar la alimentación de corriente hacia el módulo de encendido, en el caso de bloqueo al encendido se accederá al microcontrolador con la finalidad de ingresar una contraseña y desbloquear el sistema, adicionalmente el microcontrolador controlará un display - LCD que emitirá mensajes para la correcta utilización del mismo en tal razón la Figura 2.23 muestra el diagrama de bloques de entradas y salidas que va a utilizar el alcohómetro con dispositivo de bloqueo.



**Figura 2.23 Diagrama de bloques del sistema**

La información de este capítulo nos permitirá construir el sistema de alcoholímetro con dispositivo de bloqueo conectado al encendido del vehículo, que corresponde al siguiente capítulo de la presente investigación.

### III.- CONSTRUCCIÓN DE UN ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL CON DISPOSITIVO DE BLOQUEO

#### 3.1.- ADECUACIÓN DEL ALCOCHECK

El alcocheck empleado por los autores es del tipo analógico, el mismo que debió ser adquirido con objeto de utilizar las salida de voltaje del sensor FIS hacia el microcontrolador. La Figura 3.1 muestra el alcocheck y su esquema electrónico en el cual constan todos los elementos integrantes del mismo.

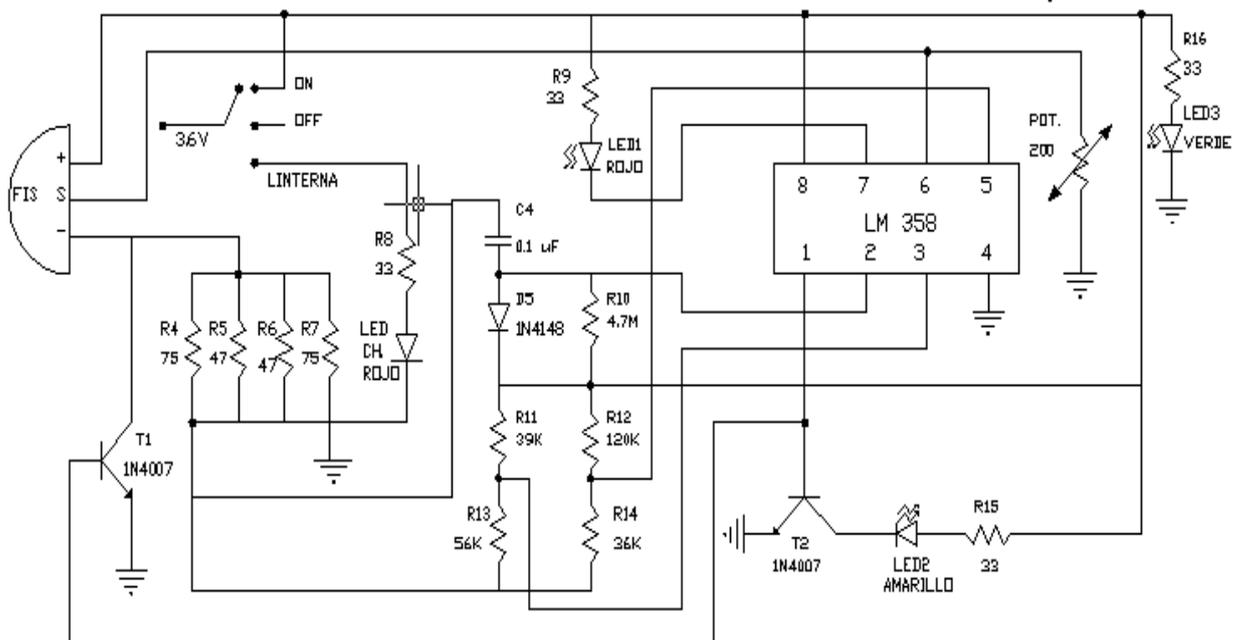
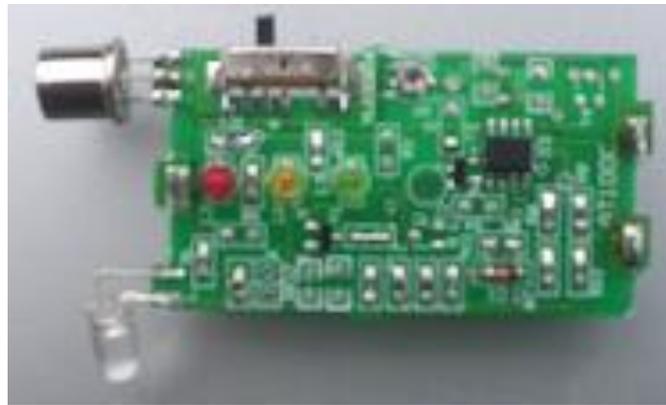
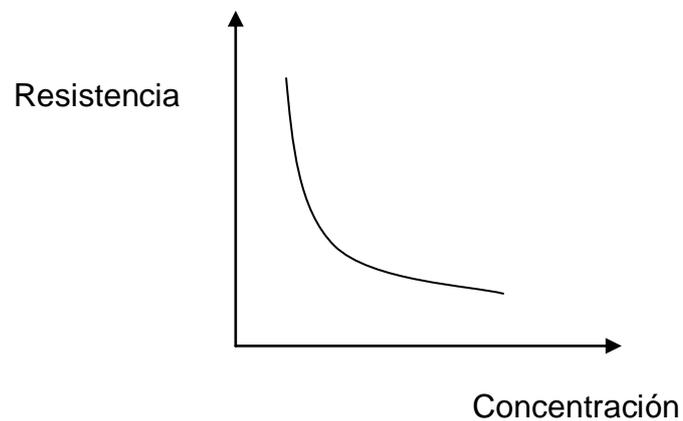


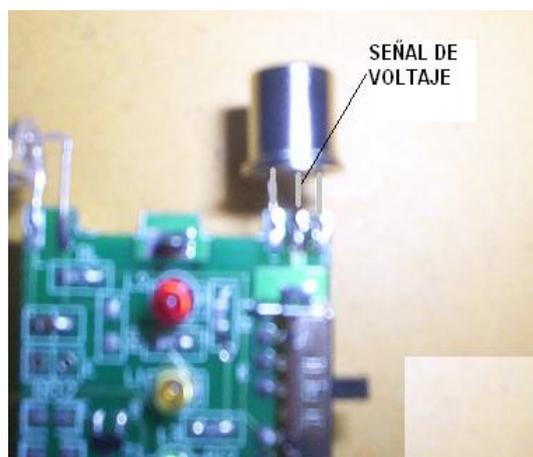
Figura 3.1 Alcocheck ALC CDP-100

Cuando el sensor FIS está en su temperatura normal de funcionamiento, éste varía su resistencia en función de la cantidad de alcohol que exista en el ambiente de la siguiente forma: A mayor concentración de alcohol menor resistencia y a menor concentración de alcohol mayor resistencia. La Figura 3.2 indica la curva de operación de dicho sensor.



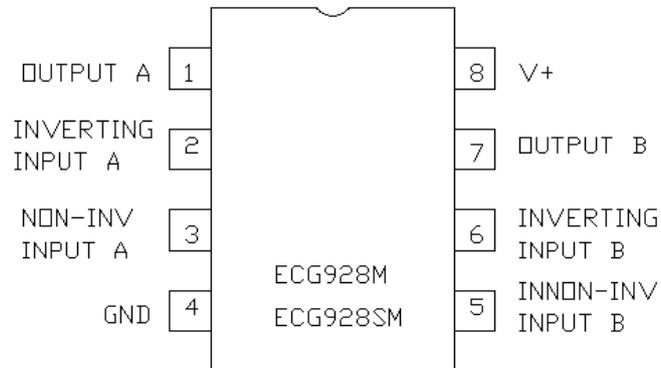
**Figura 3.2 Curva de operación del sensor de alcohol**

La variación de resistencia es aprovechada en una configuración divisor de tensión entre el sensor FIS y un potenciómetro de  $200\Omega$ . La Figura 3.3 indica la ubicación del terminal de señal de voltaje del sensor.



**Figura 3.3 Terminal de salida de voltaje del sensor de alcohol**

El voltaje de salida del sensor ingresa hacia el terminal 6 del comparador LM358 (Figura 3.4) y por el terminal 5 ingresa un valor de voltaje fijado por un grupo de resistencias.



**Figura 3.4 Comparador LM358**

Cuando existe variación de voltaje se va a producir alimentación de la fuente hacia tierra a través del led rojo que enciende o permanece apagado, cuando por el terminal 7 exista **0 voltios** el led rojo se encenderá indicando un nivel alto de alcohol en el conductor.

Adicionalmente el dispositivo tiene un indicador verde, que por estar directamente conectado a Vcc permanece encendido cuando activamos el alcocheck, un led de chorro rojo que es una linterna de igual forma se encuentra directamente conectado a Vcc por su interruptor, por último dispone de un led amarillo que se enciende cuando el estado de la fuente es inferior a lo especificado.

La Figura 3.5 muestra la forma de onda emitida o voltaje de salida del sensor FIS, para poder determinar un valor exacto se utilizó un osciloscopio digital.



**Figura 3.5 Forma de onda emitida del sensor FIS.**

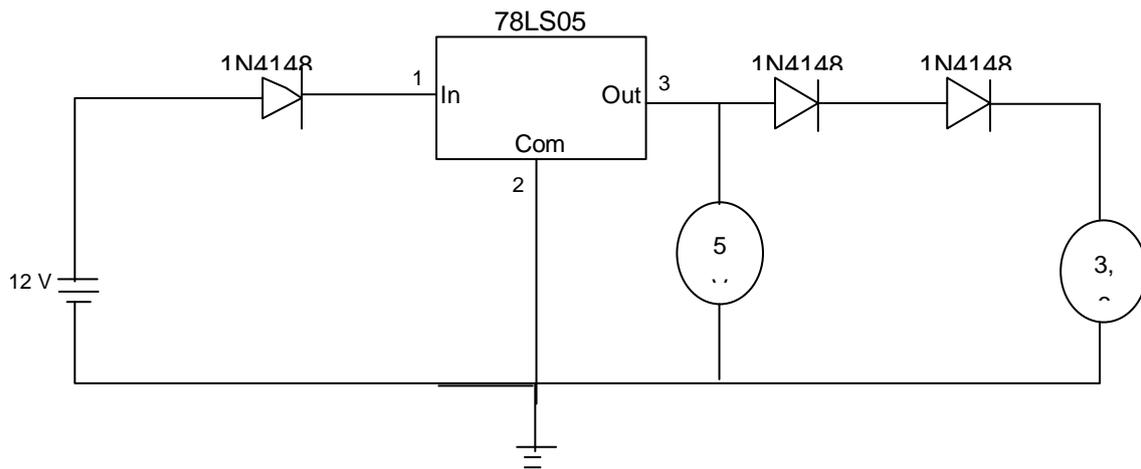
En vista que el voltaje de salida del sensor es variable, los valores registrados son los que indica la tabla 3.1. Estos valores nos permitirán programar al microcontrolador, puesto que los valores de voltaje pueden ser convertidos a bytes para su procesamiento.

<b>Estado</b>	<b>Voltaje (mv)</b>
Apagado	0
Reposo	760
Soplo	780

Nivel alto	800
------------	-----

**Tabla 3.1 Voltaje de salida en el sensor**

La Figura 3.6 muestra el circuito que se utiliza para la etapa de regulación de 3 voltios tomada de la fuente de alimentación de 12 voltios.



**Figura 3.6 Circuito de regulación de 3 voltios**

$$V_{out} = 5 \text{ v.}$$

$$V_R = V_{out} - V_{d1} - V_{d2} \text{ (Voltaje de regulación)}$$

$$V_R = 5 - 0,7 - 0,7$$

$$V_R = 3.6 \text{ v.}$$

El diodo que se encuentra ubicado después de la fuente de 12 voltios hacia el regulador, limita el paso de la corriente en una sola dirección, evitando que el sensor se polarice en forma inversa. La Figura 3.7 indica como quedó el alcocheck luego de haber soldado los 3 cables que fueron necesarios, de los cuales dos son alimentación y uno es para la salida de señal hacia el microcontrolador.



**Figura 3.7 Alcocheck con cables soldados**

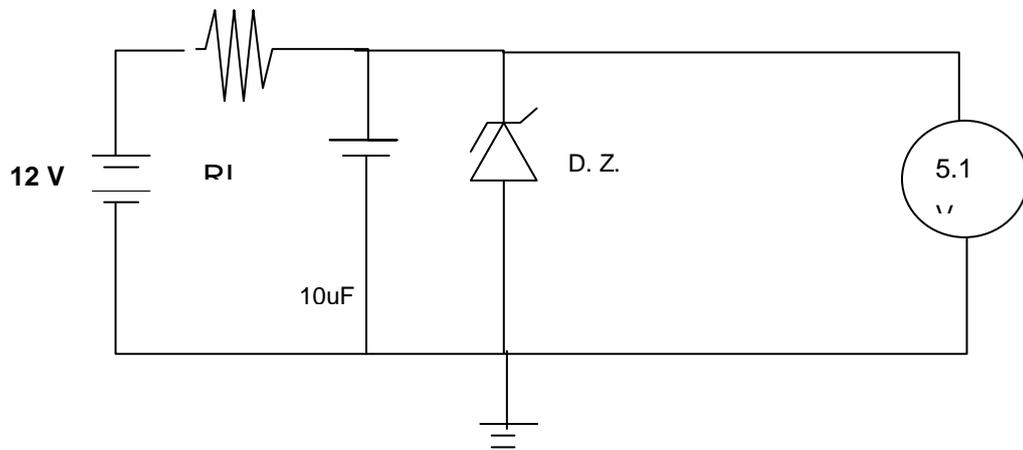
### **3.2.- CONSTRUCCIÓN DE LA ETAPA DE PROCESAMIENTO DE SEÑALES**

#### **3.2.1.- ADECUACIÓN DE VOLTAJE A CADA ELEMENTO.**

Con el objetivo de mejorar y optimizar el funcionamiento del alcoholímetro es necesario adecuar cada elemento integrante al voltaje de la batería que es de 12 voltios y que cuando entra a funcionar el alternador puede llegar a 14.5 voltios razón por la cual cada elemento debe estar debidamente protegido contra este incremento de voltaje, es así como el microcontrolador, LCD y teclado necesitan 5 voltios para operar correctamente entonces el objetivo es utilizar un regulador de 12 a 5 voltios.

Para la regulación de voltaje se utilizó un diodo zener que se va ha encargar de fijar el voltaje de la batería al que necesitan el microcontrolador.

La Figura 3.8 indica el circuito que se utilizó para la etapa de regulación a 5 voltios tomada de la fuente de alimentación de 12 voltios.



**Figura 3.8 Circuito de regulación de 5 voltios**

**$V_R = 5,1 \text{ v}$  (Voltaje de regulación)**

**$R_L = 270\Omega$**

$$V_L = V_F - V_R \quad I_L = V_L / R_L$$

$$V_L = 12 - 5,1 \quad I_L = 6,9 / 270\Omega$$

$$V_L = 6,9 \text{ v.} \quad I_L = 25 \text{ mA.}$$

$$P_L = V_L \times I_L$$

$$P_L = 6,9 \times 0,0255$$

$$P_L = 0,17 \text{ watt.}$$

### **3.2.2.- PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.**

Los 4 valores de voltaje que fueron registrados anteriormente en la tabla 3.1 son valores que servirán como datos de entrada para programar el microcontrolador, en vista que este dispone de conversores análogos digitales en el cual se va a programar para que los valores de voltaje que ingresarán sean convertidos a su equivalente en bytes.

El microcontrolador 16F877 dispone de las siguientes instrucciones mostradas a continuación en la tabla 3.2

<b>Nem ónicos os</b>	<b>Par ámetros</b>	<b>Operación</b>	<b>Cicl os</b>	<b>Formato 14 Bits</b>	<b>Señaliz adores</b>
<b>INSTRUCCIONES QUE MANEJAN REGISTROS</b>					
addw f	f, d	SUMA de W con f.	1	00 0111 dfff ffff	C, DC, Z
andw f	f, d	AND de W con f	1	00 0101 dff ffff	Z
Clrf	f	BORRADO de f	1	00 0001 1fff ffff	Z
Clrw	ae	BORRADO de W	1	00 0001 0xxx xxxx	Z
Comf	f, d	COMPLEMENTO de f	1	00 1001 dfff ffff	Z
Decf	f, d	DECREMENTO de f	1	00 0011 dfff ffff	Z
Inca	f, d	INCREMENTO de f	1	00 1010 dfff ffff	Z
lorwf	f, d	OR de W con f	1	00 0100 dfff ffff	Z

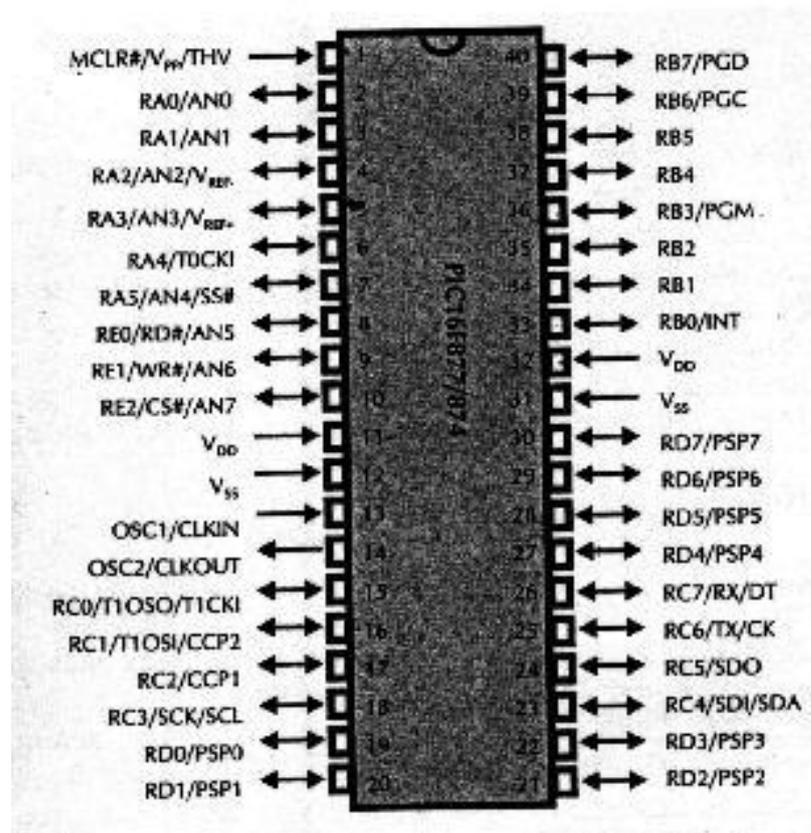
Movf	f, d	MOVIMIENTO de f	1	00 1000 dfff ffff	Z
mov wf	f	MOVIMIENTO de W a f	1	00 0000 1fff ffff	
Nop	ae	NO OPERACIÓN	1	00 0000 0XX0 0000	
Rlf	f, d	ROTACION de f a izquierda con carry	1	00 1101 dfff ffff	C
Rrf	f, d	ROTACION de f a derecha con carry	1	00 1100 dfff ffff	C
subw t	f, d	RESTA de W a f ( $f - W$ )	1	00 0010 dfff ffff	C, DC, Z
swap f	f, d	INTERCAMBIO de 4 bits de + peso por los 4 de - peso	1	00 1110 dfff ffff	
Xorw f	f, d	OR exclusiva de W con f	1	00 0110 dfff ffff	z
<b>INSTRUCCIONES QUE MANEJAN BITS</b>					
Bcf	f, b	PUESTA a 0 del bit de f	1	01 00bb bfff ffff	
Bsf	f, d	PUESTA a 1 del bit de f	1	01 01bb bfff ffff	
<b>INSTRUCCIONES DE BRINCO</b>					
Btfsc	f, d	TESTEO del bit b de f; BRINCO si 0	1 (2)	01 10bb bfff ffff	
Btfss	f, d	TESTEO del bit b de f; BRINCO si 1	1 (2)	01 11bb bfff ffff	
Decf sz	f, d	DECREMENTO de f; BRINCO si 0	1 (2)	00 1011 dfff ffff	

Incfs z	f, d	INCREMENTO de f; BRINCO si 0	1 (2)	00 1111 dfff ffff	
<b>INSTRUCCIONES QUE MANEJAN OPERANDOS INMEDIATOS</b>					
Addl w	k	SUMA de literal con W	1	11 111x kkkk kkkk	C, DC, Z
Andl w	k	AND de literal con W	1	11 1001 kkkk kkkk	Z
Iorlw	k	OR de literal con W	1	11 1000 kkkk kkkk	Z
Movv lw	k	MOVIMIENTO de literal a W	1	11 00xx kkkk kkkk	
Subl w	k	RESTA W de literal "(k - W)	1	11 110x kkkk kkkk	C, DC, Z
Xorlw	k	OR exclusiva de literal con W	1	11 1010 kkkk kkkk	Z
<b>INSTRUCCIONES DE CONTROL Y ESPECIALES</b>					
Call	k	LLAMADA a subrutina	2	10 0kkk kkkk kkkk	
clrwd t	k	BORRADO del WATCHDOG	1	00 0000 0110 0100	#TO,#P D
Goto	k	SALTO a una dirección	2	10 1kkk kkkk kkkk	
Retfi e		RETORNO de interrupción	2	00 0000 0000 1001	
Retlw	k	RETORNO devolviendo literal en W	2	11 01xx kkkk kkkk	
retur n		RETORNO de subrutina	2	00 0000 0000 1000	

Sep		PUESTA del microprocesador	1	00 0000 0110 0011	#TO,#P D
-----	--	----------------------------	---	----------------------	-------------

**Tabla 3.2 Instrucciones del microcontrolador 16F877**

La configuración electrónica que utiliza este microcontrolador está representada en la Figura 3.9.



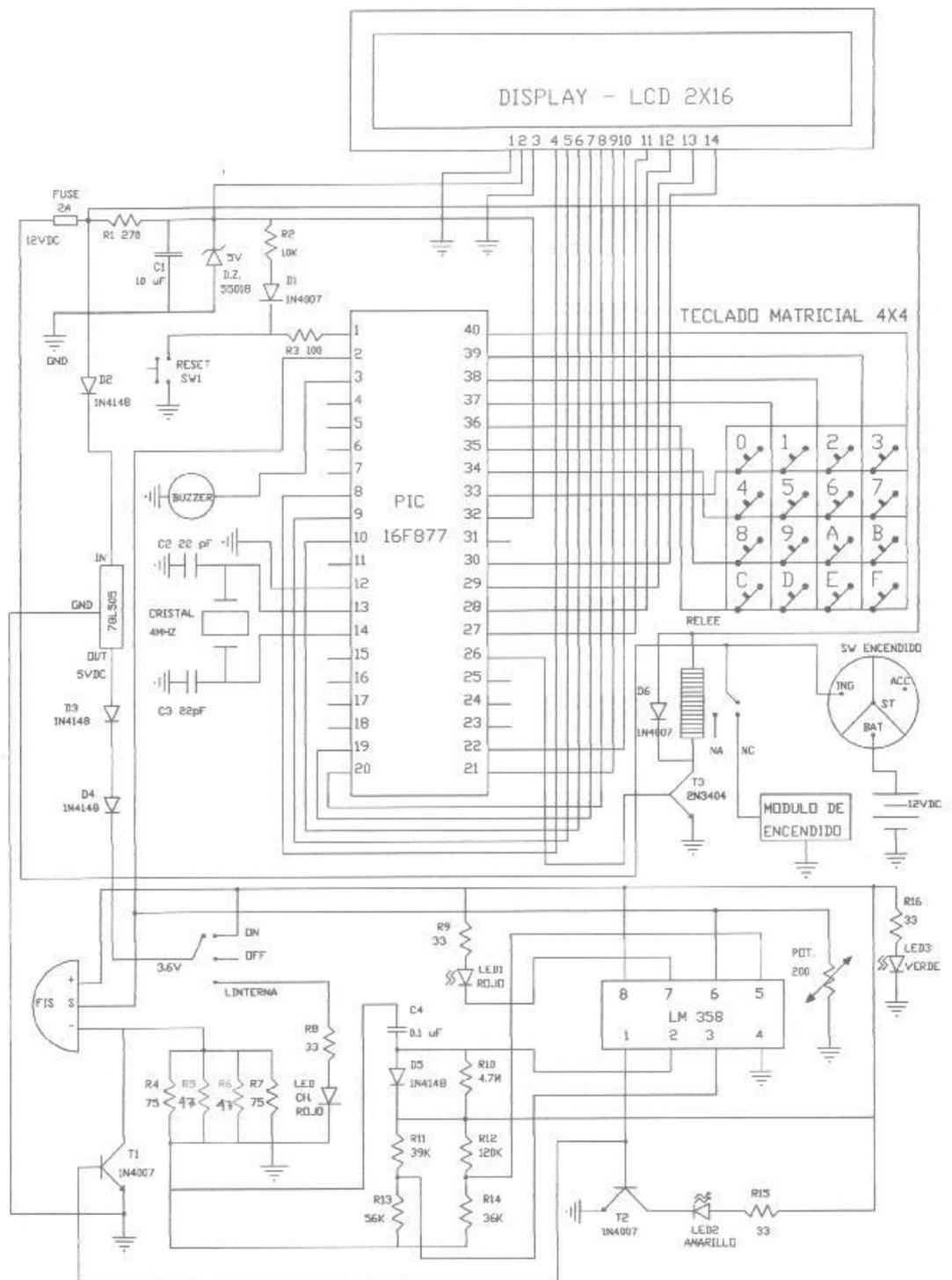
**Figura 3.9 Configuración electrónica del microcontrolador 16F877**

En donde:

- OSC1/CLKIN (9): Entrada del cristal de cuarzo o del oscilador externo.
- OSC2/CLKOUT (10): Salida del cristal de cuarzo. En modo RC de patita OSC2 saca la cuarta parte de la frecuencia que se introduce por OSC1, que determina el ciclo de instrucción.

- VSS(8-19): Conexión a tierra.
- VDD(20): Entrada de la alimentación positiva.
- MCLR#NPP/THV(1): Entrada de RESET o entrada del voltaje de programación o voltaje en el modo test.
- RAO/ANO (2): Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica al convertor AD (canal 0).
- RA1/AN1 (3): Igual que la RAO/ANO.
- RA2/AN2/VREF- (4): Puede ser lineal de E/S, entrada analógica o entrada del voltaje negativo de referencia.
- RA3/AN3/VREF+(5): Línea digital de E/S, entrada analógica o selección como esclavo de la puerta serie sincronía.
- RBO/INT(21): Línea digital de E/S o entrada de petición de interrupción externa.
- RB1(22): Línea de E/S digital.
- RB2(23): Línea de E/S digital.
- RB3/PGM(24): Línea digital de E/S o entrada del voltaje bajo programación.
- RB4(25): Línea de E/S digital.
- RB5(26): Línea digital de E/S.
- RB6/PGC(27): Línea digital de E/S. En la programación serie recibe las señales de reloj.
- RB7/PGD(28): Línea digital de E/S. En la programación serie actúa como entrada de datos.

La programación para cada etapa está especificada en el anexo 1, en cuanto a la configuración electrónica que se utilizó para el circuito fue la que indica la Figura 3.10.



**Figura 3.10 Circuito electrónico del alcoholímetro para vehículo**

En vista que es necesario verificar la programación del microcontrolador antes de montarlo en la placa se ha procedido a simular en el programa MPLAB la Figura 3.11 indica la simulación para un nivel de de soplo.

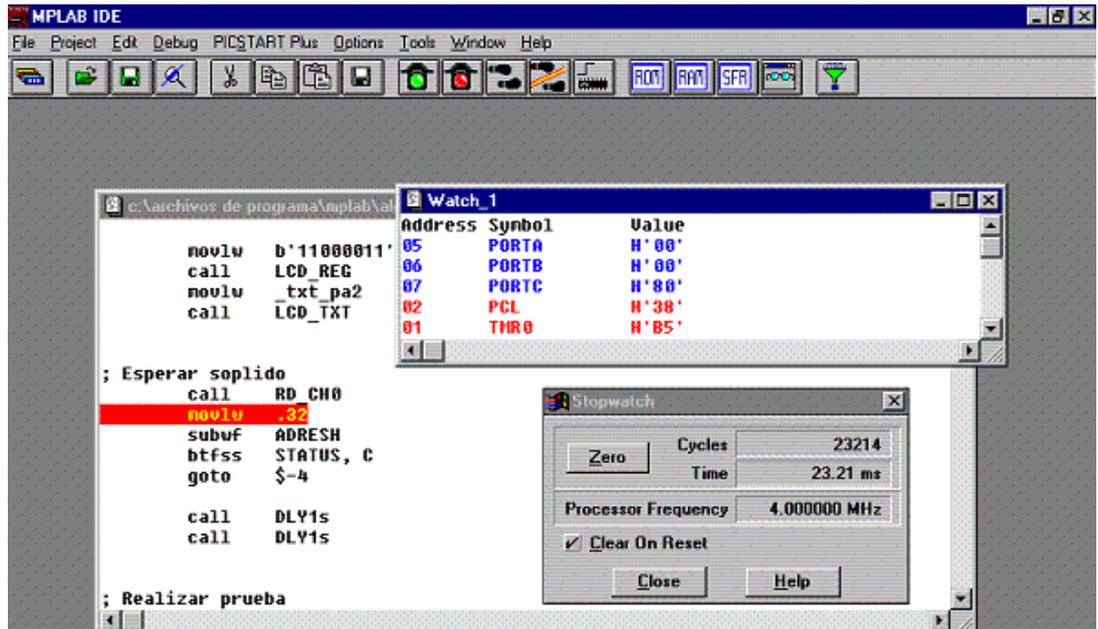
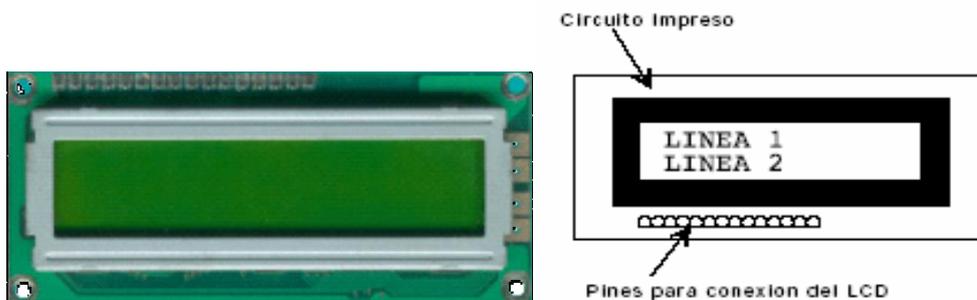


Figura 3.11 Simulación en MPLAB

### 3.2.3.- ADECUACIÓN DE LAS SEÑALES DEL LCD.

La pantalla de cristal liquido o LCD (Liquid Crystal Display) es un dispositivo microcontrolado de visualización gráfica para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos (en algunos modelos).

Dispone de 2 filas de 16 caracteres, cada carácter se conforma de una matriz de 5x7 puntos (pixels), aunque los hay de otro número de filas y caracteres. Este dispositivo esta gobernado internamente por un microcontrolador que regula todos los parámetros de presentación, este modelo es el más comúnmente usado. La Figura 3.12 muestra el LCD utilizado.



**Figura 3.12 pantalla de cristal líquido LCD**

Las características más importantes son:

- Voltaje de alimentación 5VDC
- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres Griegos
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o hacia la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando una interfás de 4 u 8 bits

La descripción de pines está indicada por la tabla 3.3.

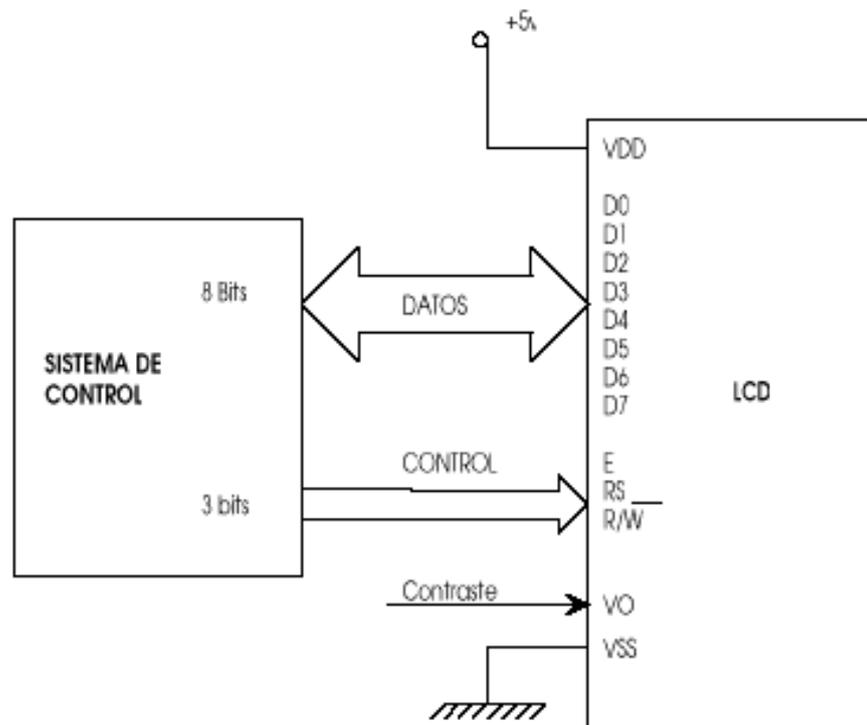
<b>PIN Nº</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>CONEXIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>1</b>	Vss	Vss	Tierra de alimentación GND
<b>2</b>	Vdd	Vdd	Alimentación de +5V CC
<b>3</b>	Vo	Vo	Contraste del cristal liquido. ( 0 a +5V )
<b>4</b>	RS	RA0	Selección del registro de control/registro de datos: RS = 0 Selección registro de control RS = 1 Selección registro de datos
<b>5</b>	R/W	RA1	Señal de lectura/escritura: R/W = 0 Escritura (Write) R/W = 1 Lectura (Read)
<b>6</b>	E	RA2	Habilitación del módulo: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado

7-14	D0-D7	RB0-RB7	Bus de datos bidireccional para transferencia de información con el sistema informático que lo gestiona.
------	-------	---------	--

**Tabla 3.3 Descripción de pines del LCD**

Además la Figura 3.13 demuestra el interfaz del LCD con el mundo exterior en donde aparecen las señales necesarias para el funcionamiento y control del display. Los datos se transmiten por un bus de datos de 8 bits de anchura (El display ofrece la posibilidad de trabajar con este bus multiplexado en dos grupos de 4 bits, pero esto se verá más adelante).

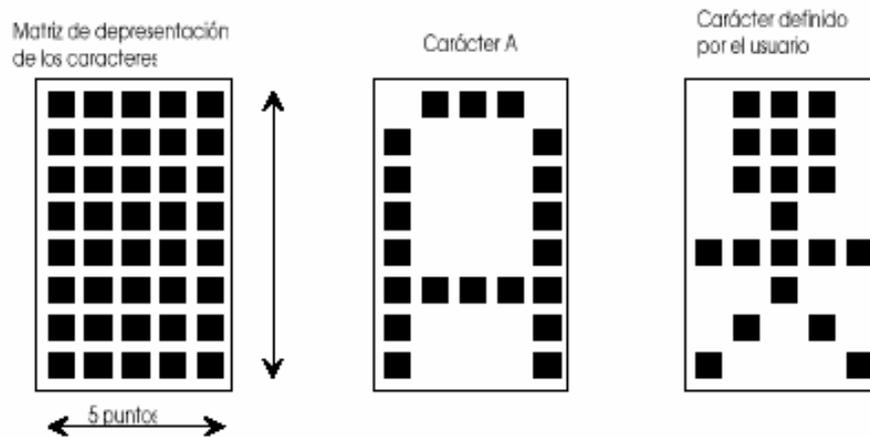
Para el control del display son necesarios 3 bits: una señal de *enable* (E), una para indicar lectura/escritura (R/W) y otra para seleccionar uno de los dos registros internos (RS).



**Figura 3.13 Interfaz del LCD con el mundo exterior**

El LCD dispone de una matriz de 5x8 puntos para representar cada carácter. En total se pueden representar 256 caracteres diferentes. 240 caracteres están grabados dentro del LCD y representan las letras mayúsculas, minúsculas, signos de puntuación, números, etc.

Existen 8 caracteres que pueden ser definidos por el usuario. En la Figura 3.14 se muestra gráficamente cómo es la matriz de representación de los caracteres. Se ha dibujado el carácter A y un carácter definido por el usuario.



**Figura 3.14 Caracteres del LCD**

El juego de caracteres es el mostrado en la siguiente Figura 3.15. Las posiciones marcadas como CG RAM (n) corresponden a uno de los 8 posibles caracteres gráficos definidos por el usuario.

Higher-Order Bits Lower-Order Bits 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	1	P	\	P		-	9	3	α	ρ
xxxx0001	(2)	!	1	A	Q	a	q	u	7	†	4	ä	q
xxxx0010	(3)	"	2	B	R	b	r	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0011	(4)	#	3	C	S	c	s	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	\	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0101	(6)	%	5	E	U	e	u	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx0111	(8)	'	7	G	W	g	w	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1000	(1)	(	8	H	X	h	x	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1011	(4)	+	;	K	L	k	l	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1100	(5)	,	<	L	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1101	(6)	-	=	M	I	m	)	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1110	(7)	.	>	N	^	n	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o	ı	ı	ı	ı	ı	ı	ı

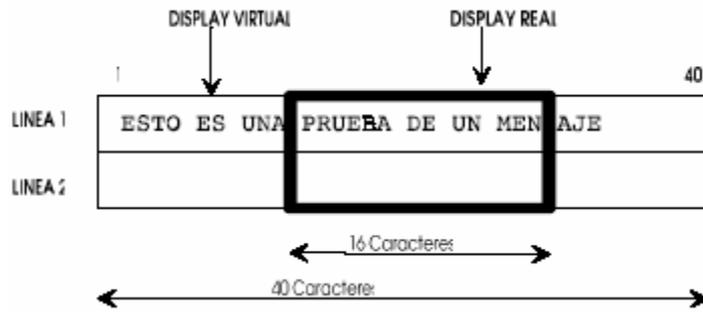
Figura 3.15 Juego de caracteres del LCD

El LCD dispone de dos tipos de memorias independientes: la DD RAM y la CG RAM.

### **DD RAM (Display Data Ram)**

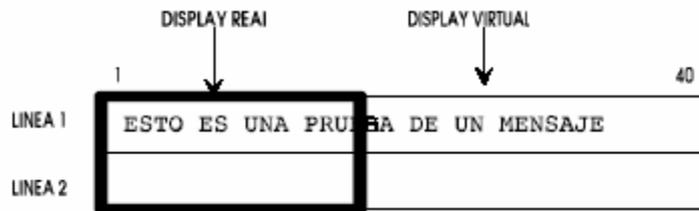
En esta memoria se almacenan los caracteres que están siendo visualizados o que se encuentran en posiciones no visibles. El display almacena en esta memoria dos líneas de 40 caracteres pero sólo se visualizan 2 líneas de 16 caracteres. Por ello la **DD RAM** tiene un tamaño de  $2 \times 40 = 80$  bytes.

Debido a esta peculiar disposición de la DD RAM se puede pensar en el display como un display virtual constituido por dos líneas de 40 caracteres cada una (Fig.3.16). La posición situada más a la izquierda de cada línea es la posición 1 y la situada más a la derecha es la posición 40. Para localizar los elementos dentro del display virtual se va a utilizar un par de coordenadas (x,y) donde "x" representa la posición horizontal (comprendida entre 1-40) y "y" representa la línea (1-2). El display real es una ventana en la que se visualizan dos líneas de 16 caracteres. Es lo que el usuario está viendo. En el ejemplo de la figura 3.16 se encuentra almacenado en la línea 1 del display virtual el mensaje: "ESTO ES UNA PRUEBA DE UN MENSAJE". Sin embargo, en este ejemplo, el usuario sólo verá en el display el mensaje "PRUEBA DE UN MEN" que tiene exactamente 16 caracteres de longitud. Más adelante se verá cómo es posible 'mover' el display real para que se desplace a lo largo del display virtual. Tal y como se encuentra configurado el display real en la figura 4, la posición (14,1) se corresponde con la letra P, la posición (15,1) con la letra R, ....., y la posición (29,1) con la letra N. Cuando se inicializa el LCD, el display real se sitúa en el extremo más izquierdo del display virtual, que se corresponde con los valores de x comprendidos entre 1 y 16.



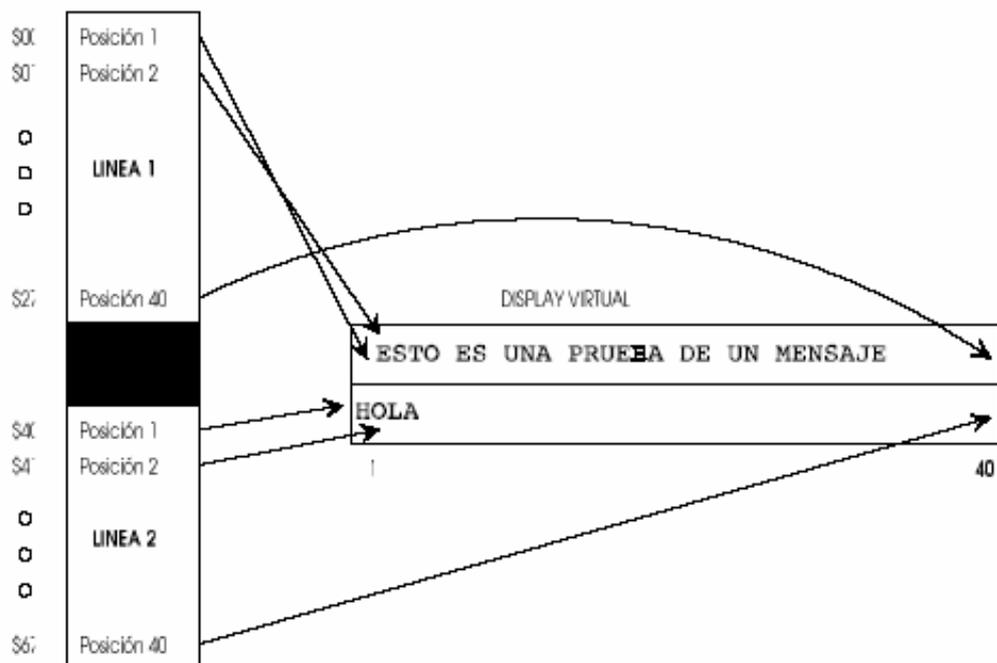
**Figura 3.16 Display virtual y display real**

En la Figura 3.17 se muestra la situación del display real respecto al virtual al inicializar el LCD.



**Figura 3.17 Posición del display real respecto al virtual**

El mapa de memoria de la **DD RAM** se muestra en la figura 3.18. Está constituido por dos bloques de 40 bytes. El primer bloque se corresponde con los 40 caracteres de la línea 1 del display virtual. El segundo bloque con la segunda línea. En la figura se han representado las direcciones en hexadecimal.



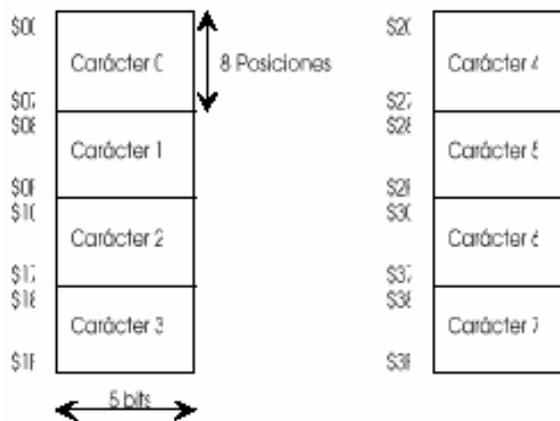
**Figura 3.18 Mapa de memoria de la DD RAM**

Así, las direcciones \$00-\$27 están asociadas a las posiciones (1,1)-(40,1) del display virtual y las direcciones \$40-\$67 a las posiciones (1,2)-(40,2). En el ejemplo, en la dirección \$40 de la DD RAM se encuentra almacenado el carácter H, que se corresponde con la posición (1,2) del display virtual. En la dirección \$02 se encuentra el carácter S, posición (3,1) del display virtual. Nótese que los bloques de memoria asociados a la línea 1 y 2 no son contiguos.

Las operaciones de escritura en el display, en realidad son operaciones de escritura en la memoria DD RAM. Según en la posición de esta memoria en la que se escriba el carácter, aparecerá en una posición u otra en el display real. Los caracteres enviados al display pueden ser visibles si se encuentran en posiciones que caen dentro del display real o pueden ser no visibles. En la figura 3.17, las posiciones (1,1)-(16,1) y (1,2)-(16,2) son visibles. Todos los caracteres enviados a esas posiciones serán visibles. Si se envía un carácter a cualquiera de las otras posiciones no será visible.

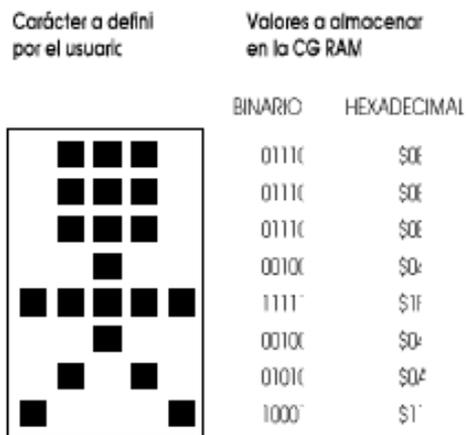
## LA CG RAM (Character Generator RAM)

La CG RAM es la memoria que contiene los caracteres definibles por el usuario. Está formada por 64 posiciones, con direcciones \$00-\$3F. Cada posición es de 5 bits. La memoria está dividida en 8 bloques, correspondiendo cada bloque a un carácter definible por el usuario. Por ello el usuario puede definir como máximo 8 caracteres, cuyos códigos van del 0 al 7. En la Figura 3.19 se ha representado la CG RAM. Todas las direcciones están en hexadecimal.



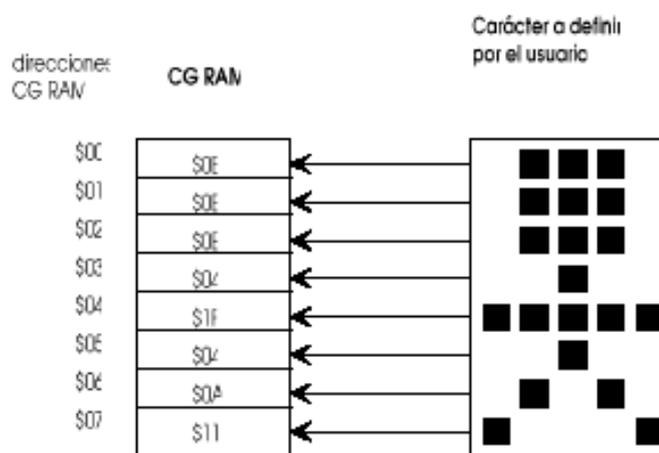
**Figura 3.19 Mapa de memoria de la CG RAM**

Como se representó anteriormente, cada carácter está constituido por una matriz de 5 columnas x 8 filas. Para definir un carácter y asignarle por ejemplo el código 0 habrá que almacenar en las posiciones \$00-\$07 los valores binarios de las 8 filas del carácter del usuario. Un bit con valor 1 representa un punto encendido. Un bit con valor 0 es un punto apagado. En la Figura 3.20 se ha dibujado un carácter que se quiere definir. A la Derecha del dibujo se encuentran los valores en binario y en hexadecimal que hay que almacenar en las posiciones de la CG RAM.



**Figura 3.20** Carácter definido por el usuario y sus valores a almacenar

Si se quiere que este carácter tenga asignado el código 0 habrá que almacenar el valor \$0E en la posición \$00, \$01 y \$02, el valor \$04 en la \$03... y el valor \$11 en la posición \$07, como se muestra en la Figura 3.21. Una vez definido el nuevo carácter, cada vez que se envíe su código correspondiente al display se visualizará.



**Figura 3.21** Valores a almacenar en la GG RAM para definir el carácter 0

Las abreviaturas utilizadas en el LCD se listan a continuación en la tabla 3.4 y su significado:

Abreviatura	Descripción
S=1	Desplaza la visualización cada vez que se escribe un dato.
S=0	Modo normal
I/D=1	Incremento del cursor
I/D=0	Decremento del cursor
S/C=1	Desplaza el display
S/C=0	Mueve el cursor
R/L=1	Desplazamiento a la derecha
R/L=0	Desplazamiento a la izquierda
BF=1	Módulo ocupado
BF=0	Módulo disponible
DL=1	Bus de datos de 8 bits
DL=0	Bus de datos de 4 bits
N=1	LCD de dos líneas
N=0	LCD de una línea
F=1	Carácter de 5 x 10 puntos
F=0	Carácter de 5 x 7 puntos
B=1	Parpadeo de cursor ON
C=1	Cursor ON
D=1	Display ON
X=1	Interlineado

**Tabla 3.4 Abreviaturas del LCD**

El juego de instrucciones consiste en diferentes códigos que se introducen a través del Bus de datos del módulo LCD conectado al Port B del PIC.

#### **CLEAR DISPLAY ( BORRAR DISPLAY)**

Borra el módulo LCD y coloca el cursor en la primera posición (dirección 0).  
Pone el bit **I/D** a "1" por defecto.

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

**Tiempo de ejecución:1.64 mS**

### **HOME (CURSOR A HOME)**

Coloca el cursor en la posición de inicio (dirección 0) y hace que el display comience a desplazarse desde la posición original.

El contenido de la memoria RAM de datos de visualización (DD RAM) permanecen invariables. La dirección de la memoria RAM de datos para la visualización (DD RAM) es puesta a 0.

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	X

**Tiempo de ejecución:1.64 mS**

### **ENTRY MODE SET (ESTABLECER MODO DE FUNCIONAMIENTO)**

Establece la dirección de movimiento del cursor y especifica si la visualización se va desplazando a la siguiente posición de la pantalla o no.

Estas operaciones se ejecutan durante la lectura o escritura de la DD RAM o CG RAM. Para visualizar normalmente poner el bit **S** a " 0 ".

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

Tiempo de ejecución:40  $\mu$ S

### **DISPLAY ON/OFF CONTROL (CONTROL ON/OFF)**

Activa o desactiva poniendo en ON/OFF tanto al display (D) como al cursor (C) y se establece si este último debe o no parpadear (B).

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

Tiempo de ejecución:40  $\mu$ S

### **CURSOR OR DISPLAY SHIFT (DESPLAZAMIENTO DEL CURSOR/ DISPLAY)**

Mueve el cursor y desplaza el display sin cambiar el contenido de la memoria de datos de visualización DD RAM.

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X

Tiempo de ejecución:40  $\mu$ S

### **FUNCTION SET (MODO DE TRANSFERENCIA DE LA INFORMACIÓN)**

Establece el tamaño de interfase con el bus de datos (DL), número de líneas del display (N) y tipo de carácter (F).

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X

Tiempo de ejecución:40  $\mu$ S

### **SET THE CG RAM ADDRESS (ACCESO A POSICIÓN COMPLETA DELA CG RAM)**

El módulo LCD además de tener definidos todo el conjunto de caracteres ASCII, permite al usuario definir 4 u 8 caracteres gráficos. La composición de estos caracteres se va guardando en una memoria llamada CG RAM con capacidad para 64 bytes.

Cada carácter gráfico definido por el usuario se compone de 16 u 6 bytes que se almacenan en sucesivas posiciones de la CG RAM. Mediante esta instrucción se establece la dirección de la memoria CG RAM a partir de la cual se irán almacenando los bytes que definen un carácter gráfico.

Ejecutado este comando todos los datos que se escriban o se lean posteriormente, lo hacen desde esta memoria CG RAM.

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	Dirección de la CG RAM					

**Tiempo de ejecución: 40  $\mu$ s**

**SET THE DD RAM ADDRESS (ACCESO A POSICIONES CONCRETAS DE LA DD RAM)**

Los caracteres o datos que se van visualizando, se van almacenando previamente en una memoria llamada DD RAM para de aquí pasar a la pantalla.

Mediante esta instrucción se establece la dirección de memoria DD RAM a partir de la cual se irán almacenando los datos a visualizar. Ejecutado este comando, todos los datos que se escriban o lean posteriormente los hacen desde esta memoria DD RAM.

Las direcciones de la 80h a la 8Fh corresponden con los 16 caracteres del primer renglón y de la C0h a la CFh con los 16 caracteres del segundo renglón, para este modelo.

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	Dirección de la RAM						

Tiempo de ejecución: 40  $\mu$ s

**READ BUSY FLAG & ADDRESS**

Cuando el módulo LCD está ejecutando cualquiera de estas instrucciones, tarda un cierto tiempo de ejecución en el que no se le debe mandar ninguna otra instrucción. Para ello dispone de un flag llamado BUSY (BF) que indica que se está ejecutando una instrucción previa.

Esta instrucción de lectura informa del estado de dicho flag además de proporcionar el valor del contador de direcciones de la CG RAM o de la DD RAM según la última que se haya empleado.

**Código:**

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	Dirección de la CG RAM o de la DDRAM						

Tiempo de ejecución: 1  $\mu$ s

## WRITE DATA TO CG OR DDRAM

Mediante este comando se escribe en la memoria DD RAM los datos que se quieren presentar en pantalla y que serán los diferentes códigos ASCII de los caracteres a visualizar. Igualmente se escribe en la memoria CG RAM los diferentes bytes que permiten confeccionar caracteres gráficos a gusto del usuario. El escribir en uno u otro tipo de memoria depende de si se ha empleado previamente la instrucción de direccionamiento DD RAM o la de direccionamiento CG RAM.

### Código:

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	Código ASCII o byte del carácter gráfico							

Tiempo de ejecución: 40  $\mu$ s

## READ DATA FRW CG OR DD RAM

Mediante este comando se lee de la memoria DD RAM los datos que haya almacenados y que serán los códigos ASCII de los caracteres visualizados. Igualmente se lee de la memoria CG RAM los diferentes bytes con los que se ha confeccionado un determinado carácter gráfico. El leer de uno u otro tipo de memoria depende de si se ha empleado previamente la instrucción de direccionamiento de la DD RAM o la de direccionamiento CG RAM.

### Código:

RA0	RA1	RB7	RB6	RB5	RB4	RB3	RB2	RB1	RB0
RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	Código ASCII o byte del carácter gráfico							

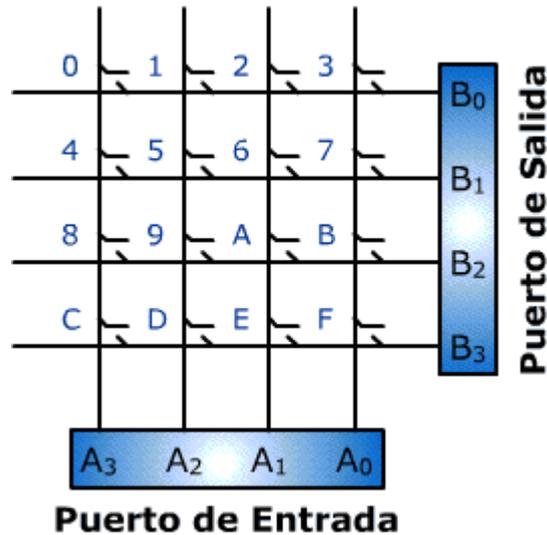
Tiempo de ejecución: 40  $\mu$ s

### 3.2.4.- ADECUACIÓN DE LAS SEÑALES DEL TECLADO.

El teclado matricial 4x4 es un dispositivo de entrada de datos que consta de 16 teclas o pulsadores, dispuestos e interconectados en filas y columnas.

Dispone de un conector SIL (Single In Line) macho de 8 pines que se corresponden con las 4 filas y las cuatro columnas de las que dispone como el que se muestra en la Figura 3.22

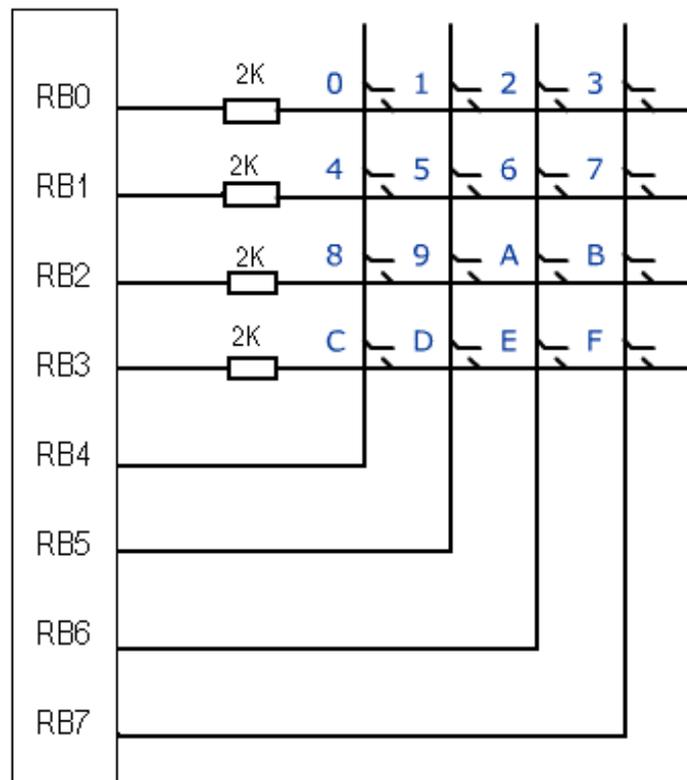




**Figura 3.22 Teclado matricial 4x4**

La forma como detecta la pulsación de una tecla, consiste en enviar una señal constantemente a cada una de las filas a través de las salidas de un puerto del microcomputador y verificar cual de las columnas se activa a través de un puerto de entrada. Este es el método que generalmente se utiliza para detectar una tecla, y se puede implementar con una rutina de código que funcione de forma cíclica.

En la siguiente Figura 3.23 vemos el esquema de conexionado interno del teclado matricial y sus correspondientes pines de salida numerados de izquierda a derecha mirando el teclado tal y como se ve en la foto anterior. Cuando se presiona un pulsador se conecta una fila con una columna, teniendo en cuenta este hecho es muy fácil averiguar que tecla fue pulsada. También podemos ver el conexionado típico con el puerto B del  $\mu$ C PIC.



**Figura 3.23 Interfaz del teclado 4x4**

Las resistencias de 2k2 son necesarias para poder compartir el puerto del pic independientemente del teclado y por ejemplo poder conectar un LCD o una barra de leds al mismo tiempo. Durante la fase de lectura del teclado la mitad de la puerta B es configurada como entrada y la otra mitad como lectura y durante la escritura en el lcd u otro sistema, la puerta B es configurada como salidas.

Entonces se podrían cortocircuitar accidentalmente las salidas de los puertos provocando su destrucción, si pulsáramos alguna tecla es ese momento con lo que al poner estas resistencias evitamos este hecho y así si se produjera el cortocircuito tan solo circularía una pequeña corriente y el puerto del  $\mu\text{C}$  no correría ningún riesgo.

La siguiente librería configura las salidas y entradas para usar el teclado scanea las teclas y si es pulsada alguna retorna el valor de tecla en modo

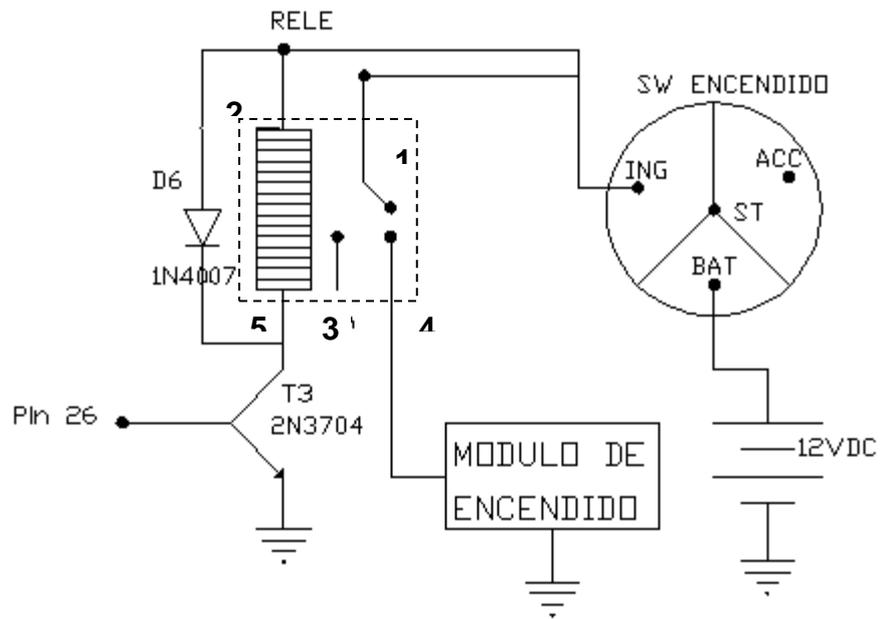
hexadecimal para ser mostrado directamente en un display LCD. Las variables y subrutinas utilizadas son:

<b>KB_Port</b>	Configura los puertos B del PIC para ser usados con el teclado.
<b>KB_Scan</b>	Escanea todas las teclas y devuelve la tecla pulsada en formato Hexadecimal.
<b>Tecla</b>	Variable en donde se devuelve la tecla pulsada

### **3.2.5 .- ADECUACIÓN DEL RELÉ Y SU TRANSISTOR.**

El valor de corriente máximo que circula entre la llave de contacto y el módulo medido en el en el capítulo 2 fue de 4.13 amperios, entonces con el objeto de tener un margen de seguridad se escogió un relé SPDT de 10 Amperios el cual va a conmutar ese valor de corriente sin ninguna dificultad.

El diagrama de la Figura 3.24 indica el circuito eléctrico que se utilizó para la etapa de bloqueo en donde el Pin. 26 es el terminal de salida ON del microcontrolador y se dirige hacia el transistor T3 que para nuestro caso funciona como un interruptor a tierra para activar al bobinado del relé ocasionando la interrupción de alimentación al módulo de encendido. En el caso que por el terminal 26 del microcontrolador se tenga una salida OFF existirá alimentación hacia el módulo de encendido.



**Figura 3.24 Circuito de Bloqueo**

**$V_T = 07 \text{ v}$**  (Voltaje que cae sobre el transistor)

**$B = 20$**  (Beta de Transistor)

**$R_L = 300 \ \Omega$**  (Resistencia del Relé)

**$I_C = V_R / R_L$**  (Intensidad de colector)

$$I_C = 12 / 300$$

$$I_C = 0,04 \text{ A.}$$

**$I_B = I_C / \text{Beta}$**  (Intensidad de la base)

$$I_B = 0,04 / 20$$

$$I_B = 0,002 \text{ A.}$$

**$R_B = (V_{in} - V_T) / I_B$**

$$R_B = (5 - 0,7) / 0,002$$

$$R_B = 2,15 \text{ K } \Omega$$

**$P_B = V \cdot I$**

$$P_B = 5 \cdot 0,0002$$

$$P_B = 0,01 \text{ watt.}$$

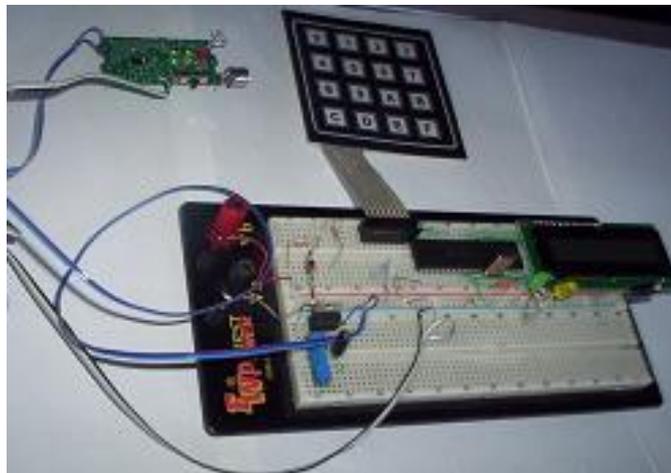
### **3.2.6.- CONEXIONES EN EL PROTOBOARD Y DESARROLLO DE LA PLACA.**

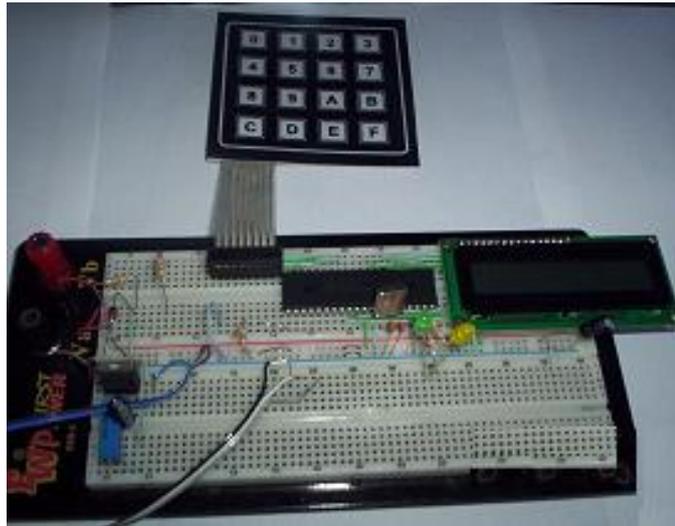
A continuación indicamos los elementos que fueron adquiridos con el objeto de realizar las conexiones tanto en el protoboard así como en la realización de las placas.

- 1 Display - LCD 2 x 16.
- 1 Teclado matricial 4x4.
- 1 Microcontrolador 16F877.
- 1 Cristal de cuarzo de 4MHZ.
- 2 Condensadores de 22pF.
- 1 Diodo zener 55018 de 5 voltios.
- 1 Regulador 78L5505.
- 3 Diodos 1N4148.
- 4 Resistencias (270Ω, 330Ω, 100Ω y 10KΩ).
- 1 Transistor 2N3404.
- 1 Diodo 1N4007.
- 1 Relé 10 Amperios.
- 1 Conector de 16 pines.
- 1 Conector de 4 pines.
- 1 Conector de 2 pines.
- 1 Conector de 3 pines.
- 1 Conector de 8 pines.
- 1 Condensador de 10 uf.
- 1 diodo led verde.
- 1 Pedazo de cintaribón de 30 cm x 16 líneas.
- 1 Pedazo de cintaribón de 30 cm x 8 líneas.
- 1 Pedazo de cintaribón de 1.5 m x 3 líneas.

- 1 Pedazo de cintaribón de 1 m x 9 líneas.
- 1 Buzzer de 5 voltios.
- 1 Retazo de baquelita de 10 cm x 10 cm.
- 1 Retazo de baquelita de 4cm x 2cm.
- 1 Fusible de 3 A
- 1 Portafusible
- 1 Rollo de cinta adhesiva.
- 10 cm. de cinta doble fax.

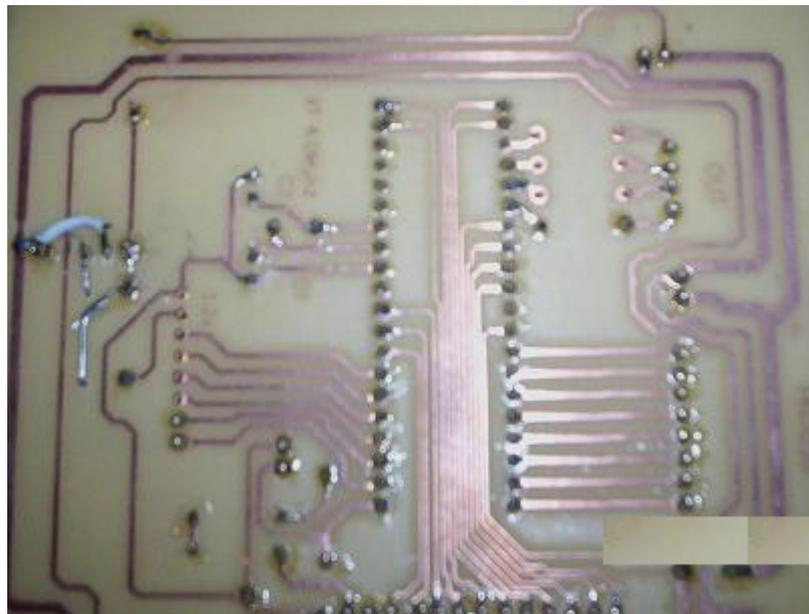
Una vez que se ha establecido el diagrama de conexiones previo al desarrollo de la placa se procede a conectar en el protoboard los elementos necesarios para mostrar el funcionamiento del prototipo, la Figura 3.25 muestra la forma como quedaron conectados los elementos, se utilizó una fuente de alimentación de 12VDC de propiedad de los autores. Para verificar si el microcontrolador estaba funcionando correctamente se utilizó un diodo led para verificar la salida del microcontrolador por el Pin 26.





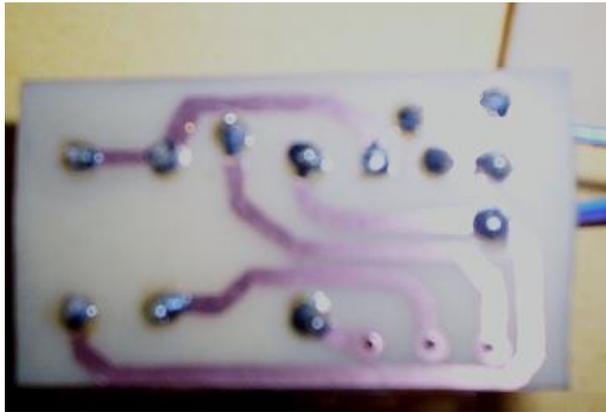
**Figura 3.25 Conexiones en protoboard**

En vista que el funcionamiento en el protoboard fue adecuado se procedió a soldar los elementos y conectores en la placa de baquelita, la Figura 3.26 muestra la placa de la etapa de procesamiento.



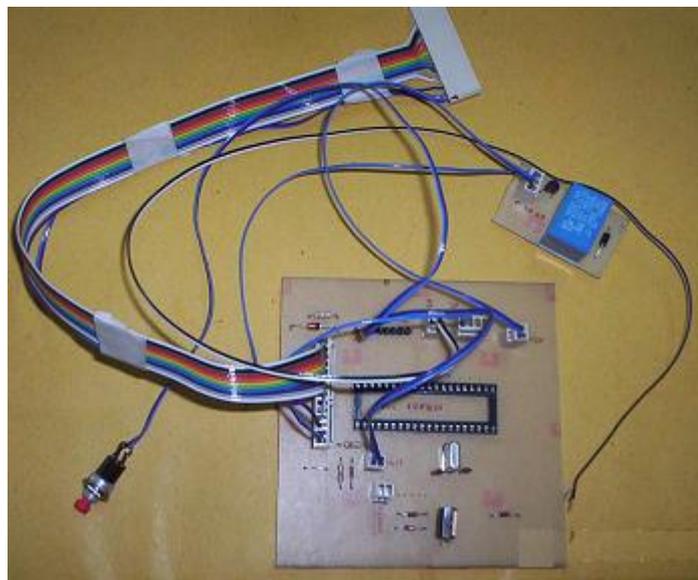
**Figura 3.26 Placa de etapa de procesamiento**

Posteriormente la placa de bloqueo se muestra en la Figura 3.27



**Figura 3.27 Placa de bloqueo**

Finalmente la figura 3.28 indica las 2 placas juntas.



**Figura 3.28 Placas de procesamiento y de bloqueo**

### **3.3.- INSTALACIÓN EN EL VEHÍCULO**

Una vez realizadas las pruebas correspondientes al alcoholímetro se procederá a la instalación en el vehículo. Los lugares a ubicarse estarán aislados de humedad, temperaturas elevadas y de cualquier otro peligro que ocasione un fallo del dispositivo y por lo tanto un bloqueo del motor.

Existen 3 módulos a instalarse y son:

- Módulo de procesamiento de señales
- Módulo de sensado de alcohol
- Módulo de bloqueo al sistema de encendido

Cada tarjeta electrónica tiene conectores de entrada o salida de datos que facilitarán la instalación de todos los dispositivos y se ha construido carcasas que se van a encargar de proteger a dichas tarjetas. La Figura 3.29 indica las carcasas utilizadas.



**Figura 3.29 Carcasas utilizadas para cada tarjeta electrónica**

### **3.3.1.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE PROCESAMIENTO.**

El sitio escogido para la ubicación de este módulo ha sido en el lado izquierdo debajo del tablero del vehículo el mismo que está asegurado con el objeto de evitar su deterioro por posibles vibraciones. La Figura 3.30 muestra al módulo de procesamiento ya instalado en su sector correspondiente.



**Figura 3.30 Ubicación del módulo de procesamiento**

Para la instalación del LCD se ha escogido la parte izquierda del tablero con el objetivo que el conductor pueda visualizar cada mensaje emitido por el microcontrolador y así pueda realizar las pruebas correctamente. La Figura 3.31 indica al LCD instalado en el tablero.



**Figura 3.31 LCD instalado en el tablero**

Además el módulo de procesamiento dispone de un conector para el ingreso de datos por teclado externo el cual va a desbloquear el sistema de encendido en el caso que se encuentre inactivo. La Figura 3.32 nos muestra la forma como queda conectado el teclado externo.



**Figura 3.32 Teclado externo para desbloqueo al sistema de encendido**

### **3.3.2.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE SENSADO.**

El módulo de sensado lo conforma el alcocheck que debido a sus reducidas dimensiones se lo puede insertar al módulo de procesamiento por medio de un conector y se lo puede sacar y guardar en cualquier compartimiento del vehículo o inclusive en el bolsillo del conductor. La Figura 3.33 muestra el sector destinado a la ubicación del conector del alcocheck.



**Figura 3.33 Ubicación del alcocheck**

### **3.3.3.- INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE BLOQUEO AL ENCENDIDO.**

El módulo de bloqueo de igual forma va ubicado en la parte inferior izquierdo del tablero y sobre el módulo de procesamiento, la instalación se la representa en la Figura 3.9



**Figura 3.34 Instalación del módulo de bloqueo al encendido**

## IV.- PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y FIABILIDAD DEL SISTEMA

### 4.1.- CÁLCULOS DE ETANOL EN AIRE.

En un informe publicado en 1930, se discute la relación entre la concentración en sangre y en aliento. Se muestra que la cantidad de etanol contenida en dos litros de aliento era aproximadamente la misma que la contenida en 1 mL de sangre. Históricamente se han llevado a cabo diferentes investigaciones para determinar la correlación entre la concentración en aire y en sangre, si bien en la primera etapa la correlación obtenida en las experiencias fue de 2000:1. En 1950 Harger, Forney y Barnes llegaron a la conclusión en sus experimentos de que la relación promedio es de aproximadamente 2100:1, para una temperatura de 34 °C.

Utilizando esta relación, un instrumento puede medir el etanol en el aliento y presentar un resultado en “unidades de alcohol en sangre” (BAC) en unidades de peso por volumen de fluido sanguíneo (gramos de alcohol/ litro de sangre). La determinación de la concentración de etanol en sangre por medio del aire exhalado está basada en la existencia de esta relación definida entre la concentración de etanol en la sangre que pasa por los pulmones y el aire de los alvéolos. Al final de la inspiración y debido a la enorme superficie de contacto entre la sangre y el aire se produce, un equilibrio entre la distribución del etanol en ambas fases. Dado que la temperatura del sistema se mantiene prácticamente constante, la concentración de etanol en la fase gaseosa depende solamente de la concentración en la fase líquida.

Esta ley se puede aplicar al cuerpo humano: “Cuando una solución acuosa (sangre) de un componente volátil (etanol) alcanza un equilibrio con el aire, existe una proporción fija entre las concentraciones de este componente en el aire y en la dicción (2000:1), a una temperatura determinada (la del cuerpo humano es constante)”.

#### **4.2.- ABSORCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ELIMINACIÓN DEL ETANOL.**

Para entender los principios que rigen el funcionamiento de los test de alcohol es necesario el conocimiento de las diferentes etapas del etanol a través del cuerpo.

Después de ingerir la bebida alcohólica, el etanol sigue unas etapas hasta que se elimina en un 5-10% a través de los pulmones, la orina o la piel. Aproximadamente el 70-80% se absorbe a través del intestino delgado, y el resto por el intestino grueso y estómago, y en cantidades muy pequeñas en boca y esófago. Este proceso se realiza mediante difusión simple, atravesando las paredes gástricas y penetrando en la sangre, siendo muy rápidos en estómago e intestino; está favorecido por estar en ayunas y en presencia de bebidas carbónicas (los alimentos grasos retrasan la absorción), pudiéndose detectar a los pocos minutos de la ingesta el etanol en sangre. El nivel máximo de etanol en sangre se alcanza entre los 15 y 90 minutos, dependiendo de si se está en ayunas, de los alimentos consumidos y del tipo de bebida.

El alcohol es soluble en agua y la corriente sanguínea lo lleva rápidamente a todas las partes del cuerpo, donde se absorbe en los tejidos en proporción a su contenido de agua, pero no es transformado por los jugos digestivos del estómago ni del intestino, sino que pasa directa y rápidamente a la sangre, que lo difunde a los distintos tejidos del organismo. El organismo no puede almacenar etanol ni eliminarlo en cantidades mayores del 10 % por la orina, transpiración o respiración, por lo que lo metaboliza a sustancias más sencillas que se puedan eliminar con mayor facilidad.

El principal órgano de metabolización del alcohol es el hígado (también participan el estómago, intestino, riñón, pulmones y cerebro, pero su contribución al total del metabolismo del etanol es de escasa importancia). Sin embargo, solo

puede oxidarlo a una cierta velocidad, por lo que permanece en la sangre y tejidos mientras dura el proceso. El etanol en los tejidos produce efectos nocivos en el Sistema Nervioso Central, actuando de anestésico, porque es un agente depresor.

Cuando se bebe más etanol que el que se puede oxidar por las rutas metabólicas del hígado (0.12 g/kg·hora), dado que la velocidad de oxidación es constante, la alcoholemia continuará aumentando y empiezan a funcionar otras vías alternativas que oxidan el etanol, produciendo sustancias más tóxicas que el alcohol, que dan lugar a múltiples efectos tóxicos sobre diversos órganos (páncreas, músculos, médula ósea, sistema nervioso e hígado), y además se originan radicales libres que pueden dañar las células hepáticas, alterando funciones vitales como la energética e inhiben las defensas naturales del organismo (antioxidantes). Como es sabido, los antioxidantes naturales de nuestro organismo son las vitaminas E.

#### **4.3.- CÁLCULOS DE MASA, ENERGÍA Y TASA ALCOHÓLICA.**

La cantidad de alcohol en gramos que aporta una bebida alcohólica se calcula a partir de la expresión:

$$m(g) = V \times D \times G$$

Donde V es el volumen de la bebida alcohólica en mL, D la densidad del alcohol, que se toma 0.8 g/mL y G es el grado alcohólico de la bebida en tanto por ciento de etanol.

Aplicando la ecuación para los licores que se someterán a prueba en nuestro estudio, tenemos:

**V= 578 ml.**

**D= 0.8 G/mL.**

**G= 4.2 (Cerveza).**

De donde:  $m (g) = 578 \times 0.8 \times 4.2$

$m (g) = 1942.08 \text{ g.}$

El aporte energético de las bebidas varía en función del grado alcohólico y del contenido en azúcares. Cuando se metaboliza 1 g de etanol se producen 7 kcal. Se calcula con la expresión:

**E (kcal) = m(g) x 7 kcal/g**

E (Kcal) = 1942.08 \* 7

E (Kcal) = 13594.56 Kcal.

La tasa de alcoholemia (BAC) según los estudios se obtiene según la correlación empírica:

$$BAC = \frac{m}{M \times R}$$

Donde m es la masa de alcohol determinada según se indicó anteriormente, M es la masa corporal del bebedor expresada en kg. y R es el coeficiente de difusión corporal, que vale 0,55 para mujeres y 0,68 para hombres y compensa la diferente distribución de alcohol en los tejidos. Cabe destacar que los valores obtenidos se cumplen solo para pequeñas cantidades y registrando inmediatamente después de ingerir el licor.

Para nuestro estudio ponemos el siguiente ejemplo:

$$m = 1942,08 \text{ g.}$$

$$M = 71 \text{ Kg.}$$

$$R = 0,68 \text{ Sexo} = \text{Hombre}$$

$$\text{BAC} = 1942.08 / (71 * 0.68)$$

$$\text{BAC} = 40.22 / 100$$

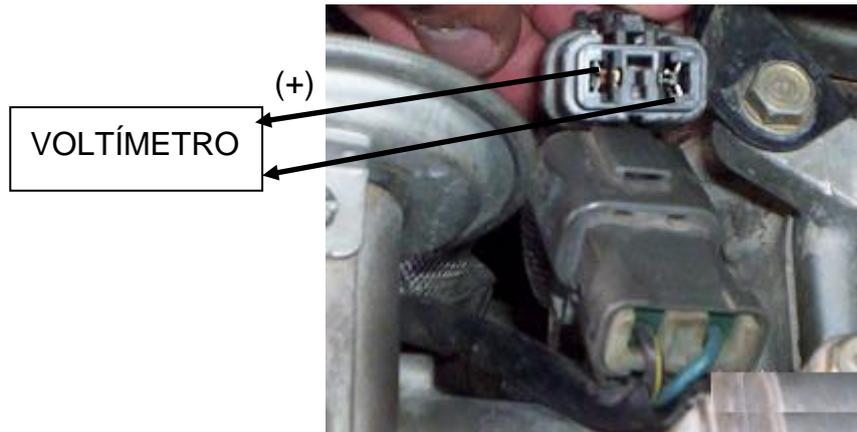
$$\text{BAC} = 0.402$$

Valor que si es revisado en las tablas de los anexos en donde se pone a consideración los valores y tiempos para que el alcoholímetro marque, estas coinciden. Pudiendo determinarse la aplicación de la fórmula como una validación a los resultados obtenidos.

#### **4.4.- VERIFICACIÓN DEL ALCOHOLÍMETRO.**

El alcoholímetro posee una confiabilidad mayor al noventa por ciento siendo un dispositivo de bajo peso y de fácil uso, que se encuentra diseñado para alertar al usuario cuando el índice de alcohol en aire sobrepase los 5 mg/ml.

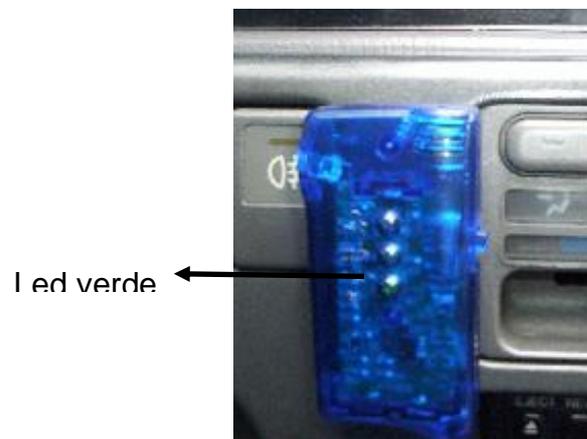
Con el objeto de salvaguardar elementos integrantes del distribuidor, retiramos el conector de alimentación al módulo de encendido y procedemos a medir la alimentación usando el voltímetro para poder determinar el bloqueo y desbloqueo del sistema además de prevenir cualquier riesgo de falla que pudiera cortocircuitar a los sistemas eléctricos del vehículo. La Figura 4.1 muestra la entrada de voltaje hacia el módulo de encendido, es un conector en el cual se midió voltaje de la batería cuando el motor del vehículo está sin bloquear 12 voltios y 0 voltios cuando se encuentra bloqueado.



**Figura 4.1 Conector de alimentación al módulo de encendido**

El conductor una vez que ingresa debe encender el alcocheck y poner contacto al vehículo después leer y realizar los mensajes que el LCD emite caso contrario el vehículo no se encenderá.

La Figura 4.2 muestra el alcocheck con el led verde encendido lo que indica su correcto funcionamiento con el uso de la fuente de 12 VDC de la batería regulada a 3.6 VDC.



**Figura 4.2 Alcocheck encendido**

Adicionalmente la Figura 4.3 efectivamente despliega el mensaje 1 "ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL" luego de poner en contacto el motor del vehículo comprobando un correcto funcionamiento del microcontrolador y LCD usando la fuente de alimentación de 12 VDC regulada a 5.1VDC.



**Figura 4.3 Pantalla LCD desplegando mensaje 1**

Posteriormente transcurren 10 segundos de estabilización del sensor de alcohol para que en el LCD aparezca el mensaje 2 "REALICE LA PRUEBA DE ALCOHOL" indicada en la Figura 4.4.



**Figura 4.4 Pantalla LCD desplegando mensaje 2**

El mensaje indicado anteriormente aparece hasta que el conductor realiza la prueba, una vez que el conductor exhala sobre el alcocheck siempre y cuando esté sobrio se despliega el mensaje 3 "BUEN VIAJE" (Figura 4.5) y en el conector de alimentación al módulo de encendido marcan 12.7 VDC.



**Figura 4.5 Pantalla LCD desplegando mensaje 3**

En cada uno de los mensajes anteriores se ha comprobado que efectivamente microcontrolador con sus componentes operan exitosamente para un nivel bajo o nulo de alcohol en el conductor.

#### **4.5.- COMPROBACIÓN DEL DISPOSITIVO DE BLOQUEO.**

Una vez que el conductor ingresa al vehículo e intenta arrancar directamente el motor en el conector de alimentación al módulo de encendido marca los 0 VDC esperados.

Al realizar la prueba y cuando se detecta un nivel alto de alcoholemia en el organismo, el voltaje en el conector es 0VDC hasta esperar un tiempo a que se elimine del cuerpo residuos de alcohol y realice otra prueba indicando un nivel bajo o se acceda al microcontrolador por el teclado externo que posteriormente se explicará. La Figura 4.6 y 4.7 muestra el mensaje 4 y 5 que desplegó el LCD ante un nivel excesivo de alcohol. Adicionalmente una sirena se activa en estas circunstancias.



**Figura 4.6 LCD Desplegando mensaje 4**



**Figura 4.7 LCD Desplegando mensaje 5**

La desactivación del sistema de bloqueo cuando se realiza por teclado se oprime la tecla "C" durante dos segundos, los pasos fueron los siguientes:

- En el LCD se despegó el mensaje “1 DESBLOQUEAR EL VEHÍCULO”.  
“2 CAMBIAR DE CLAVE”.
  
- Al elegir la opción uno presionamos la tecla del número 1 desplegándose el mensaje “INGRESE LA CLAVE” además un cursor en el cual se introduce la clave secreta para desbloquear el sistema. Cuando ingresamos la clave correcta y después se pulsa la tecla “E” se despliega el mensaje “AUTOMÓVIL DESBLOQUEADO” y se realiza la medición en el conector marcando el voltaje de la batería. Cuando no ingresamos la clave correcta el LCD emite el mensaje “CLAVE INCORRECTA” y el motor permanece bloqueado.
  
- Al elegir la opción 2 presionamos la tecla número 2 desplegándose el mensaje “CODIGO ACTUAL” que permite cambiar la clave siempre y cuando se tenga conocimiento de la clave actual, de lo contrario el vehículo permanece bloqueado, cuando se ingresó el código nuevo despliega el mensaje “CODIGO ACEPTADO” para posteriormente elegir la opción 1 en la que se desbloquea el vehículo.

Cabe mencionar que por motivos de seguridad el teclado externo para desbloquear el sistema solo lo tendrán los autores y no el dueño del automotor, además cada vez que sea desbloqueado el vehículo se cambiará de clave para evitar que otras personas a excepción de los autores accedan al microcontrolador.

En vista que los resultados obtenidos en el voltímetro fueron correctos se procedió a ubicar el conector de alimentación al módulo de encendido en su posición adecuada. Para posteriormente verificar que cuando en el conector marcan 0 VDC el motor no enciende y cuando en el conector existen 12.7 VDC el motor si enciende, el resultado fue el correcto.

La Policía Nacional de Tránsito acantonada en la ciudad de Latacunga dispone de un alcoholímetro de marca Draguer, con el cual se realizó una comprobación de los resultados arrojados por nuestro dispositivo y el de ellos. Siendo coincidentes, razón por la cual se nos extiende un certificado que avaliza los datos obtenidos con el alcoholímetro de nuestro proyecto. Certificación que se adjunta en el anexo 2.

Para la comprobación del alcocheck se utilizaron bebidas tales como: Cerveza, Vino, Ron y Whisky, en cantidades que oscilan entre 50 ml hasta los 750 ml dependiendo del grado de alcohol y de los resultados que emitió el dispositivo.

Los licores utilizados para la comprobación del alcoholímetro fueron vino, cerveza, ron y whisky con un grado de alcohol de 11, 4.2, 36 y 40 respectivamente. Cabe destacar que los mencionados licores fueron seleccionados por su gran demanda en el mercado local y en cantidades que normalmente las personas suelen beber.

Nuestra investigación no se centra a determinar el grado de motricidad que una persona pierde por encontrarse bajo el consumo de alcohol, sino que a determinar si el individuo a manejar un vehículo se encuentra por encima de los 5 g/l de alcohol en la sangre (valor menor al considerado por la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre del Ecuador para poder tener un margen de seguridad); lo que indicaría que no debe conducir un automotor, ya que si lo hace puede ser causante de un accidente de tránsito.

Para la toma de datos se utilizó los modelos de las tablas 4.1 y 4.2 que se indican a continuación, que como podrá observarse en ellos se estiman tiempos de medición, en el anexo 3 se indican los valores medios registrados de entre 9 personas. En las tablas que serán enunciadas un valor ON indica un nivel elevado de alcoholemia en el cual el vehículo estará bloqueado y un valor OFF es un nivel en el que el conductor está en capacidad de conducir y el motor no estará bloqueado.

Para nuestro estudio se deben tomar en cuenta el tiempo de 15 minutos después de la última ingesta de alcohol puesto que transcurrido ese tiempo como mínimo el valor de alcoholemia en la persona será el real de su cuerpo más no el de su aliento. Para un tiempo corto se lo considera que van desde lo que un conductor se demoraría en tomarse la bebida, llegar al vehículo e intentar prenderlo, lo que no se aconseja por cuanto el valor de alcohol en aire es elevado, el valor elevado se justifica debido a que en nuestra boca quedan residuos de alcohol. Adicionalmente en el anexo 4 se detalla una relación que existe entre el peso, la cantidad de alcohol ingerida, el tiempo transcurrido y el nivel de alcoholemia.

<b>Licor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Off/on</b>	<b>Licor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Off/on</b>
Ron (36°)	25 CC	5 min.		Whisky (40°)	25 CC	5 min.	
		15 min.				15 min.	
		30 min.				30 min.	
		60 min.				60 min.	
	75 CC	5 min.			75 CC	5 min.	
		15 min.				15 min.	
		30 min.				30 min.	
		60 min.				60 min.	
	150CC	5 min.			150 CC	5 min.	
		15 min.				15 min.	

		30 min.				30 min.	
		60 min.				60 min.	

**Tabla 4.1 Niveles de alcoholemia en ron y whisky.**

Licor	Cantidad	Tiempo	Off/on	Licor	Cantidad	Tiempo	Off/on
Cerveza (4.2°)	150 CC	5 min.		Vino (11°)	50 CC	5 min.	
		15 min.				15 min.	
		30 min.				30 min.	
		60 min.				60 min.	
	578 CC	5 min.			150 CC	5 min.	
		15 min.				15 min.	
		30 min.				30 min.	
		60 min.				60 min.	
	1000CC	5 min.			600 CC	5 min.	
		15 min.				15 min.	
		30 min.				30 min.	
		60 min.				60 min.	

**Tabla 4.2 Niveles de alcoholemia en cerveza y vino**

#### **4.6.- MANUAL DE USUARIO DEL ALCOHOLÍMETRO**

##### **a.- ANTES DE UTILIZAR EL PRODUCTO**

El alcoholímetro emplea una avanzada tecnología de sensor de óxido de estaño para aproximarse al porcentaje de concentración de alcohol en sangre

(%BAC = Blood Alcohol Concentration) a partir de la respiración. Le recomendamos que dedique unos momentos a revisar el manual completo antes de proceder a utilizar la unidad.

No introduzca humo o líquidos por la rejilla, ya que esto podría dañar el sensor. Igualmente, algunos gases como los compuestos de silicona, azufre y freón, pueden dañar también el sensor, además mantenga los líquidos alejados del producto. Evite realizar arreglos o modificaciones al producto, pues esto podría ocasionar daños al mismo.

Si es preciso limpiar el producto, pase con cuidado un paño suave por la misma. No utilice ningún tipo de productos de limpieza.

Si ingiere una mínima cantidad de alcohol (30 cc de whisky, 50 cc de vino o 100 cc de cerveza) debería esperar unos minutos (15 minutos como mínimo) antes de realizar la prueba, de esta forma se asegurará de que la muestra de aliento procede de sus pulmones y no del alcohol existente dentro de la boca, que provocaría una lectura superior. En algunos casos, es posible que conlleve una hora alcanzar el nivel más elevado de concentración de alcohol después del último consumo.

El cuerpo de cada persona responde de forma distinta al consumo de alcohol. En consecuencia, la capacidad de una persona para conducir con seguridad puede verse perjudicada en un punto muy inferior al límite de alcohol en sangre establecido por la ley.

Debido a las variables implicadas en la medición del consumo de alcohol, el metabolismo individual y el manejo propio, el usuario del presente producto acepta:

No responsabilizar a los fabricantes y/o representantes de las consecuencias de cualquier decisión, basada en el uso del presente producto, y de conducir el vehículo

Mantenerles al margen de las reclamaciones de terceras personas que puedan surgir de dicha decisión.

Si no acepta estas condiciones, deberá devolver de inmediato el producto al lugar de compra, sin haberlo utilizado. La precisión variará dependiendo del metabolismo individual, las condiciones de soplado, la humedad y el estado del sensor.

Unas condiciones y unos factores normales de funcionamiento quieren decir una temperatura ambiente de entre 50°F y 95°F (21°C y 40°C); una tasa de humedad relativa del 40% al 60%; un entorno de aire limpio (sin agentes contaminantes o tóxicos), y un uso normal (menos de 20 utilizaciones/día).

## **b.- ESPECIFICACIONES DEL ALCOHOLÍMETRO.**

### **ALCOCHECK**

Dimensiones: 78mm x 12mm x 23mm

Peso: 28 gramos

Sensor: FIS de óxido de estaño.

Luz de advertencia: A rango mayores a los 0.5 g/l.

Fuente de energía: La batería del vehículo.

Margen de Temperatura: Ensayos validos a temperaturas entre 0° y 40° C.

Tiempo de calentamiento: 10 segundos.

### **PANTALLA DISPLAY - LCD**

Tipo cristal líquido 2 filas por 16 columnas

Dimensiones: 80mm x 35mm

Fuente de energía: La batería del vehículo.

#### **TECLADO MATRICIAL 4x4**

Tipo membrana de 4 filas por 4 columnas

Dimensiones: 85mm x 85mm

Fuente de energía: La batería del vehículo

#### **c.- FUNCIONAMIENTO**

El alcoholímetro es un dispositivo de chequeo para la rápida detección de alcohol en el aliento y de esta forma advertir al conductor si debe o no conducir.

En el caso que el conductor exceda los límites establecidos el sistema impedirá el funcionamiento del motor del vehículo.

La prueba efectuada con este dispositivo se emplea para obtener un resultado que le permita encender el motor del vehículo de acuerdo al nivel de concentración de alcohol en la sangre, y está diseñado para la protección de los ocupantes del vehículo y demás personas involucradas en un accidente de tránsito.

Los fabricantes no se responsabilizan por la mala utilización del producto o por las formas en que pudieran engañar al sistema.

Ponga el interruptor del alcocheck en la posición ON y energice la unidad girando la llave de encendido en la posición de contacto el alcocheck emitirá luz

por los tres led's, en el LCD se emitirá el mensaje "ALCOHOLÍMETRO PARA AUTOMÓVIL"

Después de 10 segundos que tarde el sensor en calentarse el LED verde permanecerá encendido y en el LCD se emitirá el mensaje "REALICE LA PRUEBA DE ALCOHOL" entonces exhale sobre la rejilla en forma continuada durante aproximadamente 3 segundos como indica la Figura 4.8. Se recomienda mantener una distancia entre la boca y la rejilla de aproximadamente entre media y una pulgada (1,25cm-2,5cm).



**Figura 4.8 Prueba de alcoholemia**

*Atención: Si no introduce nada de aliento, la pantalla LCD seguirá mostrando el mensaje de realice la prueba y el motor del vehículo no se encenderá.*

Si su nivel es nulo o inferior a 0.5 g/l aparecerá el mensaje que le indicará "FELIZ VIAJE" usted podrá encender el motor del vehículo

Si su nivel es igual o superior a 0.5 g/l aparecerá un mensaje que le indicará "VEHÍCULO BLOQUEADO" "LLAME AL No 098205603" para lo cual deberá descansar hasta que su nivel sea el adecuado y realizar una nueva prueba o de lo contrario hacer una llamada telefónica al portador del celular que indica el LCD para que se acerque hasta el vehículo bloqueado y lo desbloquee por medio de un teclado externo.

*Atención: El usuario será el responsable de una descarga de la batería del vehículo si sabiendo que el motor se encuentra bloqueado intenta reiteradas veces arrancar el mismo.*

El cuerpo de cada persona responde de forma distinta al consumo de alcohol. En consecuencia, la capacidad de una persona para conducir con seguridad puede verse perjudicada en un punto muy inferior al límite de alcohol en sangre establecido por la ley.

Se recomienda no combinar el consumo de alcohol y la conducción. Si va a consumir alcohol, cuente siempre con un conductor que permanezca sin beber. ¡Si consume alcohol, no conduzca!.

## CONCLUSIONES.

- El estudio a permitido identificar las causas que producen los accidentes de tránsito en el Ecuador, las mismas que están en relacionadas con los factores ambientales, vehiculares y humanos. Este último factor es uno de los que mayor porcentaje tienen en la incidencia de accidentes de tránsito.
- Un coche bien diseñado puede salvar vidas condenadas por las leyes de la física y por la locura de sus conductores. Pero por muy bien diseñado que esté un automóvil, si el conductor desconoce el uso correcto de los elementos de seguridad, o sino está en condiciones de conducir (drogas, alcohol) o simplemente es imprudente, el accidente está escrito.
- Los primeros sistemas de olfato electrónicos experimentales aparecieron a los finales de los ochenta. De hecho, se lleva más de dos décadas investigando y perfeccionando este tipo de instrumentos, a pesar de lo cual las narices electrónicas actuales distan mucho de la perfección y versatilidad del sistema olfativo humano.
- La arquitectura genérica de una nariz electrónica se basa en el esquema de un olor que aparece como un activador de un material, que transforma una entrada química en una señal electrónica.
- Los sensores de óxido de estaño pueden catalogarse como sensores resistivos. Además para trabajar correctamente requieren que la capa activa esté a temperaturas elevadas del orden de los 30 °C por lo que necesitan de una resistencia calefactora o un heater que eleve la temperatura hasta su valor de trabajo.

- Al concluir que el conducir en estado de embriaguez es uno de los principales causas para que se produzca un accidente de tránsito, se determinó realizar el estudio del uso de un alcoholímetro en los vehículos con un dispositivo de bloqueo en el encendido.
- La aplicación de un alcoholímetro acoplado a un sistema de bloqueo al encendido de los vehículos, no permite que los conductores en estado de embriaguez puedan manejar sus automotores y ser los causantes de pérdidas materiales y ante todo humanas.
- La electrónica ha permitido grandes adelantos en el campo automotriz, especialmente buscando la seguridad que debe ofrecer el vehículo a sus ocupantes y peatones, entre los inventos para mejorar la confiabilidad y fiabilidad de un vehículo tenemos los sistemas de frenos antibloqueo, suspensión inteligente, dirección asistida, cinturones de seguridad, bolsas de aire, etc.
- El estudio permitió construir un alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo que permite controlar si el conductor se encuentra en estado de embriaguez o no, para poder conducir su vehículo.
- El sistema de bloqueo al encendido a través del alcoholímetro fue probado en un Honda Civic, con buenos resultados.
- Un automóvil es solamente una máquina que obedece las ordenes que le transmite, en forma de decisiones y movimientos, el cerebro de su conductor.
- Según datos del SIAT – C cuando ocurre un accidente de tránsito en el que está involucrado un conductor ebrio, el causante de la tragedia puede llegar a ser el otro conductor o depender de otros factores.

## RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que los conductores presten atención necesaria para circular con seguridad por las vías, y ésta debe aumentarse cuando las condiciones meteorológicas lo exijan. En condiciones de baja visibilidad o suelos deslizantes, la más mínima pérdida de atención disminuye la capacidad de reacción. Las conversaciones, la música o la escucha de un programa que despierta nuestro interés, se convierten en un peligro latente. La utilización de los teléfonos móviles constituye también una causa de distracción y provoca graves accidentes.
- La ingesta de alcohol, son causas de pérdidas del control en los vehículos que avanza a velocidades superiores a los 100 kilómetros por hora en autopistas o los 30 Kilómetros por hora en zonas urbanas en un tráfico cada día más conflictivo y saturado, por consiguiente cuando se ingiere alcohol no debe conducirse.
- Se recomienda continuar con la investigación en búsqueda de nuevas alternativas que permitan que los conductores no puedan evadir la prueba de alcoholemia control que podría realizarse con otros componentes electrónicos que cada vez aparecen en el mercado ofreciendo nuevas ventajas.
- Recomendamos que los conductores reflexionen sobre el peligro que representa conducir en estado de embriaguez y sigan las instrucciones de uso del manual de operación del alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo.

- No busque maneras de engañar al sistema simplemente piense que es su vida y la de las demás personas involucradas en un accidente de tránsito lo que tiene en juego.
- Se recomienda **no** combinar el consumo de alcohol y la conducción. Si va a consumir alcohol, cuente siempre con un conductor que permanezca sin beber. ¡Si consume alcohol, no conduzca!

## GLOSARIO.

**Accidentes de tránsito:** Son los hechos que producen daño a las personas o las cosas, ocurridas con ocasión del uso de las vías de circulación de vehículos y personas.

**Causas de muerte:** Se entiende por causas de muerte la enfermedad o conjunto de ellas causantes del fallecimiento del individuo.

**Choque:** Embestimiento de un vehículo en movimiento contra otro detenido o contra obstáculos físicos.

**Cilios:** Están recubiertos de receptores especiales sensibles a las moléculas del olor que viajan por el aire.

**Colisión:** Embestimiento de dos o más vehículos estando en movimiento.

**Conducir:** Es guiar, dirigir o gobernar un vehículo de un lugar a otro, con un objetivo determinado en forma responsable, y en armonía con el resto de usuarios de las vías.

**Epitelio olfativo:** Es un grupo de células nerviosas con pelitos microscópicos llamados cilios que salen de las células.

**Nariz Electrónica:** Un instrumento que contiene una matriz de sensores químicos de parcial especificidad y un apropiado sistema de identificación de patrones capaz de identificar olores simples o compuestos.

**Polímeros:** Se forman por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas.

**Volcamiento:** Giro de un vehículo en movimiento sobre su eje longitudinal o transversal sobre su sentido de marcha, proceso durante el cual apoya cualquier parte de su estructura después de abandonar la posición normal del rodaje.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ALONSO José Miguel, “Técnicas del automóvil Chasis”, Editorial Paraninfo, Madrid, 1999.
- ALONSO José Miguel, “Técnicas del automóvil Equipo Eléctrico”, Editorial Paraninfo, Madrid, 1998.
- CROUSE William, “Tecnología del automóvil”, Ediciones Alfa Omega, México, 1995.
- ANGULO José, “Microcontroladores PIC Diseño práctico de aplicaciones”, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 2003.
- ANGULO José, “Microcontroladores Diseño práctico de aplicaciones”, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 1997.
- HERMOSA Antonio, “Técnicas electrónicas digitales”, Editorial Marcombo, Barcelona, 1997.
- TAUB Herbert, “Circuitos digitales y microprocesadores”, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 1987.
- PAPOULIS Athanasios, “Sistemas digitales y analogos”, Editorial Marcombo, Barcelona, 1985.
- ANGULO Carlos, “Prácticas de electrónica”, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 1992.

- ANGULO Carlos, “Prácticas de electrónica en semiconductores básicos”, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 1994.
- BREZMES J., “Diseño de una nariz electrónica para la determinación no destructiva del grado de maduración de la fruta”, Tesis, Capítulo 3.

## **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS**

- <http://www.alpha-mos.com>.
- <http://www.lennartz-electronic.com>.
- <http://www.appliedsensor.com>.
- <http://www.microchip.com>.
- <http://www.element.is>.
- <http://www.redtécnicaautomotriz.com>.
- <http://www.x-robotics.com>.
- [http://www.paho.org/spanish/dd/pin/whd04\\_releases.htm](http://www.paho.org/spanish/dd/pin/whd04_releases.htm)
- [http://www.paho.org/spanish/dd/ais/be\\_v25n1-acctransito.htm](http://www.paho.org/spanish/dd/ais/be_v25n1-acctransito.htm).
- <http://www4.inti.gov.ar/GD/4jornadas2002/pdf/citei-171.pdf>

Latacunga, 04 de Marzo del 2005

Realizado por:

.....

EURO RODRIGO MENA MENA.

.....

JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS.

.....

INGENIERO JUAN CASTRO.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.

.....

DOCTOR EDUARDO VÁSQUEZ

SECRETARIO ACADÉMICO.