



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
ESPE – LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**PROYECTO DE GRADO**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PANEL DE  
MONITOREO DE LOS PARÁMETROS DE  
FUNCIONAMIENTO DE UN VEHÍCULO CHEVROLET  
FORSA MODELO 1998**

**CASTILLO REYES JOSE ANDRES  
PINTO GUANOTASIG SEGUNDO NICOLAS**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2005**

**Latacunga, Septiembre del 2005**

**ELABORADO POR:**

**SEGUNDO NICOLAS PINTO G.  
CBOP. DE TRP.**

**JOSE ANDRES CASTILLO R.**

**ING. JUAN CASTRO  
EL DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

**DR. VASQUEZ  
EL SECRETARIO ACADEMICO DE LA ESPE – LATACUNGA**

## **CERTIFICACIÓN**

CERTIFICO QUE EL PRESENTE PROYECTO TEORICO PRACTICO FUE DESARROLLADO EN SU TOTALIDAD POR LOS SEÑORES SEGUNDO NICOLAS PINTO GUANOTASIG Y JOSE ANDRES CASTILLO REYES, EGRESADOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ, BAJO MI DIRECCIÓN Y CODIRECCIÓN.

**ING. AUGUSTO BURGEAT  
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**ING. WASHINTONG FREIRE  
CODIRECTOR DE TESIS**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a DIOS todopoderoso por sus bendiciones durante mi formación estudiantil y por ser el pilar en la consecución de mi profesión la cual me será útil para llevar una vida digna, honrada y para el bienestar de mi familia*

*A mis queridos padres quienes con sacrificio, amor y motivación me han apoyado durante toda mi carrera, siendo ellos ejemplo de nobles valores los cuales me han ayudado para ser una persona de bien.*

*A mi esposa, mi mejor amiga y compañera que con su amor y comprensión ha sido mi inspiración para poder superar todos los momentos difíciles a lo largo de mi vida estudiantil.*

*A mi hijo, la razón de mi vida y lo más hermoso que tengo que con su amor y dulzura me levanta de cualquier caída y me impulsa a seguir adelante.*

*A mis profesores, excelentes personas que han sabido guiarme y prepararme como persona, principalmente en la consecución de mi profesión y con los cuales he compartido muchos momentos gratos en la Escuela Politécnica del Ejército y a todas las personas que han prestado su contingente para la elaboración del presente proyecto.*

**JOSE ANDRES**

## ***DEDICATORIA***

*Una vez concluido mis estudios, con amor y gratitud dedico el presente trabajo:*

*A mis PADRES Y HERMANAS quienes siempre me han apoyado en mis decisiones y me han ayudado con sus consejos y sabiduría al mejoramiento continuo para lograr mis objetivos.*

*A mi ESPOSA e HIJO, quienes siempre han estado a mi lado y en mi corazón para superar cualquier obstáculo y me dan la motivación para superarme cada día más.*

**JOSE ANDRES**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a DIOS todopoderoso porque él por medio de su divinidad y omnipotencia me ha iluminado y guiado por el camino de la sabiduría y del bien, especialmente en la consecución de esta maravillosa profesión.*

*A mi madre mujer digna que me dio el ser y las primeras enseñanzas inculcándome valores de respeto, honradez y perseverancia en la consecución de mis objetivos.*

*A mi esposa que al brindarme todo su amor cariño y comprensión, me ha permitido esforzarme para conseguir mi más ansiado objetivo.*

*A mis hijos los que con su ternura y amor me han dado ánimo para continuar en la lucha en los duros momentos de la carrera estudiantil.*

*A mis profesores, a la Escuela Politécnica del Ejército y a todas las personas que de una u otra manera me contribuyeron y me prestaron su valiosa ayuda durante todo el trayecto de estudios y en la elaboración del presente proyecto, quiero expresarles mis sinceros agradecimientos.*

**NICOLAS**

## ***DEDICATORIA***

*Con inmenso amor, cariño y gratitud dedico este trabajo:*

*A mi MADRE quien de una manera directa implanto verdaderos cimientos, para edificar sobre ellos mi vida, aportando siempre con ideas positivas y de perfeccionamiento, brindándome al mismo tiempo su apoyo y confianza en los momentos más difíciles de mi vida.*

*A mi ESPOSA e HIJOS, quienes en todo momento supieron ayudarme para poder culminar mis estudios, motivo por el cual son y serán la principal inspiración para mi superación intelectual y profesional.*

**NICOLAS**

## INTRODUCCION

En la actualidad el notable crecimiento del parque automotriz hace que la oferta de los mismos obedezcan a ciertos requerimientos de los demandantes, cuyo criterio se basa en la seguridad de los ocupantes así como la vida útil del automotor, esto ocasiona que exista modificaciones tanto en el sistema motor como en sistemas auxiliares, los mismos que se hacen desde el momento de su construcción.

En nuestro proyecto lo que queremos presentar es que mejoras se podrían implementar a los vehículos para obtener la seguridad necesaria que requieren los demandantes y lo hemos implementado en un vehículo Chevrolet Forsa modelo 1998, nuestro proyecto lo hemos dividido en cuatro capítulos y además agregamos conclusiones y recomendaciones que son de alta importancia al momento de la implementación y funcionamiento.

En nuestro primer capítulo titulado “**PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN AUTOMÓVIL**” hemos hecho énfasis en los conceptos y funcionamiento de los principales parámetros de funcionamiento del automóvil, basándonos en sus generalidades y detallando cada uno de los elementos que componen los sistemas a monitorear como sistema de carga, sistema de motor (rpm), sistema de lubricación, sistema de refrigeración, velocidad del vehículo, nivel de combustible, nivel del líquido de frenos, seguridad de puertas abiertas y sistema de alumbrado, con lo cual se tiene las bases para instalar y verificar el funcionamiento del panel de monitoreo, motivo del presente proyecto.

En el segundo capítulo titulado “**ELEMENTOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS**”, nos referimos a todos los elementos eléctricos y electrónicos que van utilizarse en la elaboración del panel de monitoreo que incluye cálculos de resistencias, selección de transistores y configuraciones, potenciómetros, diodos, microcontroladores, reguladores de voltaje, LCD, y demás elementos

necesarios, en cada uno de estos se explica el funcionamiento y proceso de selección.

En el tercer capítulo titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PANEL DE CONTROL**”, procedemos a verificar todas las entradas y salidas del microcontrolador, en las entradas y salidas se realizan todos los diagramas de circuitos y se hacen todos los ajustes necesarios para que las señales estén dentro de los parámetros que se necesitan para la programación, se incluye diagramas de bloques del panel y las rutinas que se realizan dentro del PIC, así como tablas de resultados y valores de los elementos seleccionados, bases y conceptos de programación, pruebas en protoboard, conceptos de señales análogas y digitales, parámetros a considerar anteriormente detallados en el capítulo uno y el diseño de la placa electrónico.

Hemos dejado en el cuarto capítulo titulado “**INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL PANEL DE MONITOREO**” las pruebas finales y la instalación así como adaptaciones y diseños en fibra de vidrio para obtener una performance adecuada a la visualización, incluye la instalación total del panel detallando cada uno de los elementos a colocarse en el vehículo que son: pantalla LCD con su correspondiente caja elaborada en fibra de vidrio, placa de toda la circuitería electrónica su correspondiente caja elaborada en fibra de vidrio, potenciómetro del contraste del LCD, pulsador de selección de los parámetros a monitorear, elemento de alarma visual LED y elemento de alarma visual zumbador.

## INDICE

CONTENIDO	PAGINA
<b>I. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN AUTOMÓVIL.</b>	
1.1 Generalidades de los motores	1
1.1.1 Fundamentos generales del funcionamiento de los (M.C.I.)	1
1.1.2 Tipos de motores	2
1.2 Parámetros a controlar en el motor	2
1.2.1 Sistema de motor (RPM)	
1.2.1.1 Funcionamiento del encendido por bobina y ruptor mecánico	3
1.2.2 Sistema de refrigeración	4
1.2.2.1 Misión	4
1.2.2.2 Funcionamiento	4
1.2.2.3 Componentes	6
a) Bomba de agua	6
b) El ventilador	7
c) El radiador	7
d) El tapón de cierre	8
e) El liquido refrigerante	9
f) El termostato	9
1.2.2.4 Medidores	10
1.2.3 Sistema de lubricación	11
1.2.3.1 Misión	11
1.2.3.2 Funcionamiento	12
1.2.3.3 Componentes	12
a) Cáster	13
b) Bomba de aceite	13
c) Válvula de descarga	14
d) Filtros de aceite	15
e) Medidores	15

1.2.4	Sistema de carga	17
1.2.4.1	Misión	17
1.2.4.2	Generadores de tensión	18
1.2.4.3	Alternador	19
1.3	Parámetros a monitorear en el vehículo	19
1.3.1	Velocidad en el vehículo	20
1.3.1.1	Medidores	20
1.3.1.2	Sensor de velocidad	21
1.3.2	Nivel de combustible	22
1.3.2.1	Alimentación de combustible	22
1.3.2.2	Medidores	23
1.3.3	Nivel de liquido de frenos	25
1.3.3.1	Funcionamiento	25
1.3.3.2	Medidores	27
1.4	Parámetros a monitorear en el sistema de alumbrado	27
1.4.1	Estado del sistema de luces bajas, medias y altas	28
1.4.2	Detección de luz de freno	30
1.4.3	Detección de luz de estacionamiento	31
1.4.4	Detección de luz de retro	33
1.4.5	Seguridad de las puertas	34

## **II.- ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS**

2.1	Resistencias	35
2.2	Potenciómetros	37
2.3	Transistores	38
2.3.1	Características de los transistores	38
2.3.2	Configuraciones de los transistores	39
2.3.2.1	Configuración base común	39
2.3.2.2	Configuración emisor común	41
2.3.2.3	Configuración colector común	42

2.4	El diodo	43
2.5	Capacitores	44
2.6	Regulador de voltaje	44
2.7	Pantalla de cristal liquido (LCD)	46
2.7.1	Características del Display	46
2.7.2	Los caracteres del LCD	47
2.7.3	La memoria del LCD	47
2.7.3.1	DD RAM (Dispaly Data Ram)	48
2.7.3.2	La CG RAM (Character Generator RAM)	49
2.7.4	Asignación de pines	51
2.7.5	El interfaz del Display con el mundo exterior	52
2.7.5.1	El bus de control	52
2.7.5.2	El bus de datos	53
2.7.5.3	El control del contraste	54
2.7.6	Temporización	55
2.7.7	Operaciones a realizar para el caso de 8 bits	56
2.7.8	Comandos del LCD	57
2.7.8.1	Borrar el Display	58
2.7.8.2	Cursor a Home	58
2.7.8.3	Establecer modo de funcionamiento	58
2.7.8.4	Control ON/OFF	59
2.7.8.5	Desplazamiento del cursor de Display	59
2.7.8.6	Modo de transferencia de la información	59
2.7.8.7	Acceso a posiciones concretas de la CG RAM	59
2.7.8.8	Acceso a posiciones concretas de la DD RAM	60
2.7.8.9	Enviar datos a la CG RAM o a la DD RAM	60
2.7.8.10	Resumen de comandos	61
2.7.9	Rutinas de inicialización del LCD	62
2.8	Microcontrolador	62
2.8.1	Recursos comunes de todo microcontrolador	63
2.8.2	Arquitectura básica	63
2.8.3	Arquitectura interna	64

2.8.3.1	El procesador o UCP	64
2.8.3.2	Memoria	65
2.8.3.3	Puertas de entrada y salida	68
2.8.3.4	Reloj principal	69
2.8.3.5	Recursos especiales	69
2.8.4	Convertidores A/D	70
2.8.5	Principales registros de uso especial y control de los PIC	71
2.8.5.1	Registro de opciones	71
2.8.5.2	Registro de Estado	72
2.8.5.3	Registro de interrupciones INTCON	73
2.8.5.4	Registros ADCON0 y ADCON1	74
2.8.5.5	Registro de permiso de interrupciones PIE1	76
2.8.5.6	Registro de permiso de interrupciones PIE2	77
2.8.5.7	Registro señalizadores de PIE1 y PIE2 (PIR1 y PIR2)	78
2.8.6	Comandos que se utilizan en los microcontroladores	79
2.8.7	Principales características de los PIC16F877x	79
2.8.8	Osciladores para los PIC	80
2.8.7.1	Oscilador tipo XT	81
2.8.7.2	Oscilador tipo LP	81
2.8.7.3	Oscilador tipo HS	81
2.8.7.4	Oscilador tipo RC	82
2.8.8	Aplicaciones de los microcontroladores	83

### **III.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PANEL DE MONITOREO**

3.1	Planteamiento del problema	84
3.2	Justificativo	84
3.3	Objetivos	84
3.3.1	Objetivo principal	84
3.3.2	Objetivos específicos	85
3.3.3	Metas	85

3.4	Diagrama de bloques	86
3.5	Parámetros considerados	87
3.5.1	En el automotor	87
3.5.2	En el microcontrolador	87
3.6	Señales de entrada	88
3.6.1	Circuito de Reset (PIN 1)	89
3.6.2	Señales análogas	90
3.6.2.1	Carga de la batería	
3.6.2.2	Nivel de Gasolina	93
3.6.2.3	Temperatura del motor	95
3.6.2.4	Velocidad del automóvil	98
3.6.3	Circuito de alimentación al PIC	100
3.6.4	Señales Digitales	100
3.6.4.1	Presión de aceite	101
3.6.4.2	Nivel de liquido de frenos	102
3.6.4.3	Estado de las puertas	103
3.6.4.4	Sistema de alumbrado	104
3.6.4.5	Circuito selector de pantalla	106
3.6.4.6	Circuito de revoluciones del motor	107
3.7	Señales de salida	109
3.7.1	Alarma luminosa	110
3.7.2	Alarma sonora	110
3.7.3	Mensajes en el LCD	111
3.7.4	Líneas de control del LCD	112
3.8	Selección de elementos	113
3.8.1	Selección del PIC	113
3.8.2	Selección de elementos electrónicos	114
3.9	Esquema eléctrico total	116
3.10	Elaboración del programa	116
3.11	Pruebas en Proto Board	118
3.12	Diseño de la placa electrónica	120
3.13	Montaje de los elementos en la placa	122

#### IV.- INSTALACIÓN Y PRUEBAS DEL PANEL DE MONITOREO

4.1	Instalación del panel	124
4.1.1	Instalación de la pantalla de cristal líquido LCD	125
4.1.2	Instalación de la placa de circuitería electrónica	126
4.1.3	Instalación del potenciómetro de contraste del LCD	127
4.1.4	Instalación del pulsador de selección de parámetro a monitorear	127
4.1.5	Instalación del elemento de alarma visual “LED”	128
4.1.6	Instalación del elemento de alarma auditiva “ZUMBADOR”	128
4.2	Adaptaciones	129
4.3	Proceso de montaje	129
4.4	Verificación y pruebas de funcionamiento	131
4.5	Análisis de resultados	132
4.5.1	Resultados en el panel	133
4.5.2	Resultados Costo – Beneficio	133
	Conclusiones	134
	Recomendaciones	135
	Bibliografía	136
	Anexos	138

## **I.- PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE UN AUTOMÓVIL.**

### **1.1 GENERALIDADES DE LOS MOTORES**

Los motores tienen la finalidad de transformar la energía del combustible en trabajo mecánico, existe una gran variedad de tipos, dependiendo del ciclo utilizado (de dos tiempos o de cuatro tiempos), del combustible empleado y de la disposición interna de sus elementos.

#### **1.1.1 FUNDAMENTOS GENERALES DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES**

El fundamento de su funcionamiento es el siguiente: Cuando el combustible se quema (combustión) se produce una gran cantidad de calor (energía calorífica) y una transformación de gases. El calor hace aumentar el volumen de dichos gases. Un aumento de volumen implica un aumento de la presión, ya que la combustión se produce en una cámara cerrada. La fuerza originada por esta presión es la que se emplea para mover, mediante diversos mecanismos (émbolos, bielas, cigüeñal) el vehículo.

Para que cualquier combustible arda, es necesaria la presencia de oxígeno, el cual se toma del aire (en un lugar sin oxígeno no podríamos encender una cerilla). Por ello, para que la combustión se pueda realizar en el interior del motor, es necesario introducir en la cámara, además del combustible, la cantidad de aire necesario para que éste se queme.

### **1.1.2 TIPOS DE MOTORES**

Los motores de combustión interna pueden ser, según el tipo de combustible, motores de explosión o gasolina y motores diesel o de gasóleo.

En los motores de gasolina, la mezcla de combustible y aire se efectúa fuera del motor, en un dispositivo adosado al mismo denominado carburador; después, dicha mezcla entra en la cámara de combustión, donde es comprimida y, finalmente, encendida mediante una chispa eléctrica producida por una bujía.

## **1.2 PARÁMETROS A MONITOREAR EN EL MOTOR**

### **1.2.1 SISTEMA DE MOTOR (RPM)**

El término RPM está dado por el número de revoluciones (vueltas) que puede dar el cigüeñal del vehículo durante un minuto adherido a la caja de velocidades, en la cual se pueden controlar las mismas dependiendo la relación de transmisión de los engranajes.

Un método de poder determinar el número de revoluciones, es analizar el movimiento giratorio de esfuerzo mecánico y el potencial eléctrico, que es justamente lo que se realiza en la bobina. La tensión nominal proveniente de la batería del vehículo es elevada por medio de la bobina, este aumento está relacionado con la cantidad de energía eléctrica que necesita el motor para realizar su correcta combustión, y se ajusta al número de vueltas queda el cigüeñal en relación con el número de vueltas de los bobinados internos de la bobina, mientras más bobinados tengan los arrollamientos tanto el

primario como el secundario, mayor fuerza tendrá el motor, y por ende será un motor sobre revolucionado.

### 1.2.1.1 FUNCIONAMIENTO E INSTALACIONES DE ENCENDIDO POR BOBINA Y RUPTOR MECÁNICO

La bobina de encendido tiene el cometido de transformar la tensión de batería a la tensión de encendido necesaria. En este caso la energía de encendido se acumula brevemente y luego se entrega a las bujías en forma de descarga de alta tensión a través de los cables de encendido. La bobina de encendido es en principio un transformador.

El núcleo consta de chapa de hierro en láminas. Sobre el núcleo se encuentra el arrollamiento de alta tensión que es de alambre de cobre aislado, delgado, y por encima el arrollamiento primario que es de alambre de cobre aislado, más grueso. Un extremo del arrollamiento primario y un extremo del secundario están unidos entre sí y van conjuntamente al borne 1, el extremo contrario del arrollamiento primario va al borne 15 y el extremo contrario del arrollamiento secundario va al borne 4.

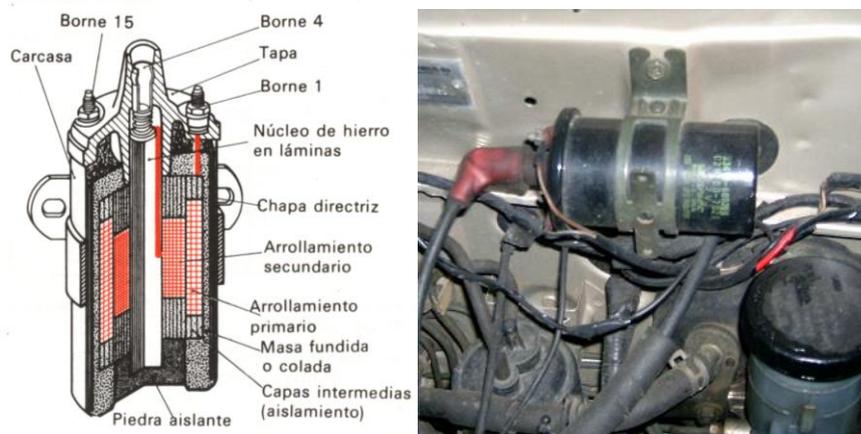


Figura 1.1.- Bobina de encendido

## 1.2.2 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

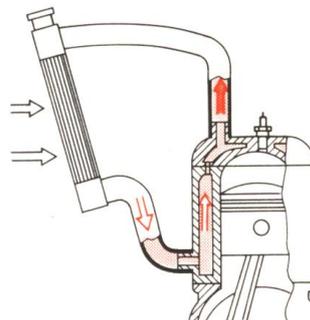
### 1.2.2.1 MISION

La misión de la refrigeración es mantener al motor a una temperatura óptima de funcionamiento, sin riesgos de que el mismo se funda por un incremento de temperatura.

Una buena refrigeración posibilita un aumento de potencia porque con ello mejora la carga de los cilindros y porque en los motores Otto la mezcla combustible-aire puede comprimirse más fuertemente sin que se inflame por si misma. Se distingue entre refrigeración por aire y refrigeración por agua.

### 1.2.2.2 FUNCIONAMIENTO

En la refrigeración por líquido, tanto los cilindros como la culata tienen doble pared. La cámara intermedia está llena de líquido, por ejemplo agua, y conformada de modo que se forme un circuito de refrigeración por líquido.



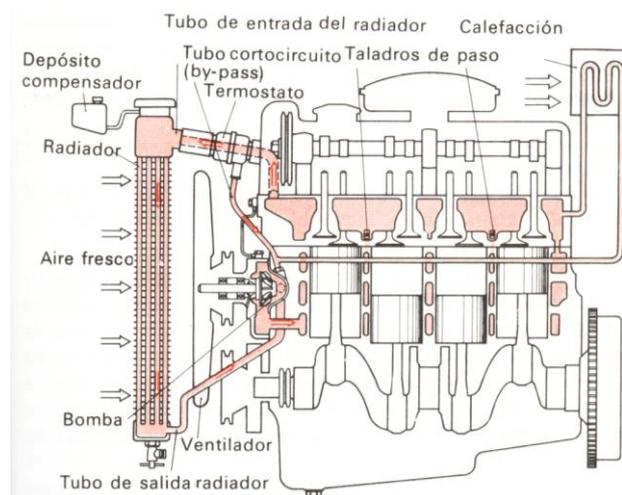
**Figura 1.2.-** Esquema de refrigeración por convección

La refrigeración por circulación forzada (circuito de refrigeración con bomba), es la más utilizada. Una bomba

hace circular con gran velocidad de circulación al líquido de refrigeración, a través de un circuito de refrigeración por lo general de tipo circuito cerrado.

Con el motor frío, la bomba de agua impulsa el líquido refrigerante por la envolvente de los cilindros, la baña y llega a la culata a través de los orificios de paso. De ahí pasa a través del termostato, que aún cierra el paso al radiador, y vuelve a la bomba. Si está conectada la calefacción del coche, una parte del líquido refrigerante vuelve a la bomba pasando por el intercambiador de calor de la calefacción (circuito pequeño de refrigeración).

Cuando se ha alcanzado la temperatura de régimen (90 grados centígrados en los vehículos chevrolet forsa), por medio del termostato se intercala en el circuito de refrigeración el radiador (circuito grande de refrigeración). El contenido del recipiente de compensación mantiene constante el nivel de líquido en el sistema de refrigeración.



**Figura 1.3.-** Refrigeración con circulación por bomba

### 1.2.2.3 COMPONENTES

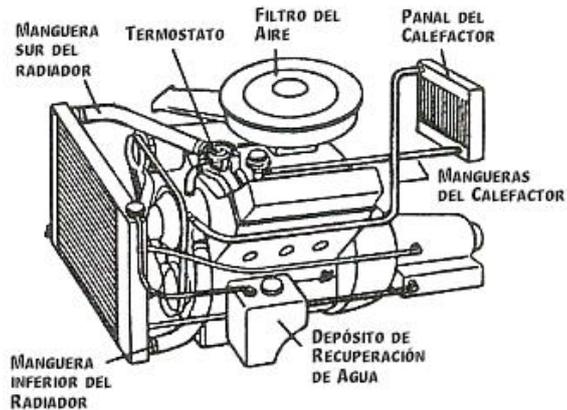


Figura 1.4.- Componentes del Sistema de Refrigeración

#### a) BOMBA DE AGUA

Suele ser por lo general tipo centrífugo. Se acciona normalmente, por medio de una correa **trapezoidal** y una polea montada sobre el cigüeñal. En el cuerpo de la bomba, lleno de líquido gira una rueda de aletas que impulsa el líquido hacia el exterior de la cámara y lo pone en circulación. Desde el radiador o desde el termostato, retorna constantemente líquido refrigerante a la rueda de aletas.



Figura 1.5.- Bomba de agua

Es frecuente que en el eje de accionamiento de la bomba de agua esté montado también el ventilador.

## b) EL VENTILADOR

Tiene la función de hacer pasar por el radiador la cantidad de aire suficiente para la refrigeración cuando no basta el viento de la marcha, por ejemplo, cuando el vehículo circula lentamente o está parado con el motor en marcha.



Figura 1.6.- Ventilador y radiador

En muchos motores se utiliza un **ventilador de conexión automática**. Este ventilador no empieza a funcionar hasta que se llegue al límite superior de la temperatura de régimen. Deja de funcionar cuando el viento de la marcha basta para la refrigeración.

## c) EL REFRIGERADOR O RADIADOR

Tiene la función de ceder al aire el calor que ha sustraído al motor el agua de refrigeración.

Está constituido por una caja superior y otra inferior. Entre una y otra está dispuesto el panel o parrilla. En la caja superior de agua va fijado el tubo de entrada y en la de abajo el de salida, así como el grifo de vaciado. El radiador va unido al motor

mediante mangueras especiales para agua caliente. Las mangueras van sujetas a los tubos mediante abrazaderas de tal modo que quede garantizada una buena estanqueidad. En la parrilla se aumenta la superficie de refrigeración mediante un sistema de tubos o láminas con el objeto de que el aire que pasa lamiéndolas encuentre una superficie de contacto bien grande y sustraiga la mayor cantidad posible de calor.

En la caja inferior, sobre todo en los automóviles de cambio automático, suele ir un refrigerador de aceite. En la caja superior va la boca de llenado de donde arranca el tubo rebosadero, este tiene la misión de llevar al exterior el agua en exceso y la de equilibrar las presiones con el objeto de que no se desarrolle en el sistema de refrigeración una sobre presión no deseada. La boca de llenado se cierra mediante un tapón.

#### **d) EL TAPÓN DE CIERRE**



**Figura 1. 7.-** Tapón del radiador

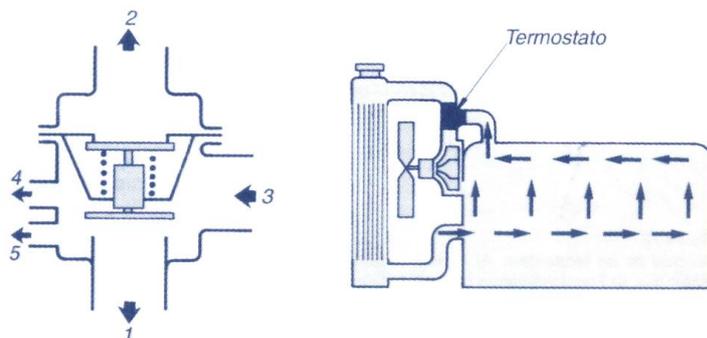
Va provisto de una válvula de sobrepresión y una de depresión. La instalación de refrigeración se cierra así de modo estanco a los vapores. La válvula de sobrepresión no abre hasta que la sobrepresión llegue a valer de 0.2 a 0.3 bars. Para esta sobrepresión el agua de refrigeración puede llegar hasta temperaturas de 104°C a 108°C sin que se produzca ebullición.

### e) EL LÍQUIDO REFRIGERANTE (agua de refrigeración)

Debe estar lo mas exento posible de impurezas, ya que la cal, la suciedad y la grasa reducen la conductibilidad térmica. Además se corre el riesgo de que obstruyan los conductos y tuberías. El líquido refrigerante es una mezcla de agua con el menor contenido posible de cal, anticongelante y aditivos para la protección contra la corrosión así como para la lubricación, por ejemplo, de la válvula de calefacción.

### f) TERMOSTATO

La misión del termostato es impedir, cuando el motor está frío, la circulación del líquido por el radiador, desviándolo directamente a la bomba, para que ésta lo vuelva a introducir por la parte inferior del bloque, logrando así un calentamiento rápido del motor. Del termostato parten también dos manguitos de goma: uno al aerotermo y otro a la cápsula termostática de la bomba de inyección si el motor es diesel (bomba Bosch), o a la base del carburador si es de gasolina. Cuando el motor alcanza la temperatura de régimen, el termostato permite el paso del agua caliente por el radiador para su enfriamiento.



**Figura 1.8.-** Funcionamiento del termostato.

#### 1.2.2.4 MEDIDORES

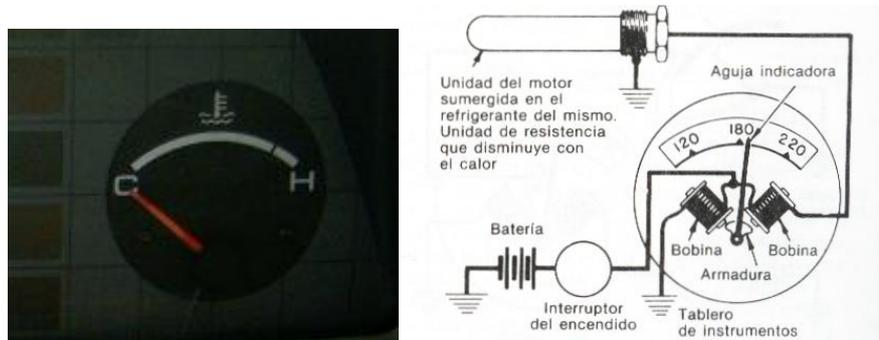
Para que el conductor conozca siempre la temperatura del refrigerante en el sistema de refrigeración, se dispone en el vehículo un indicador de temperatura o termómetro. Un aumento anormal de temperatura es señal de que el motor funciona también en condiciones anómalas.

El indicador advierte al conductor que debe parar el motor antes de que éste sufra importantes daños. Existen dos tipos generales de indicadores de la temperatura. Uno de ellos emplea un indicador en el tablero de instrumentos que muestra la temperatura ya sea mediante una aguja sobre un cuadrante o mediante la indicación de los grados reales. El otro emplea una luz que se enciende cuando la temperatura es demasiado alta.

Hay dos tipos de termómetros de accionamiento eléctrico. Uno por equilibrio de bobinas y el otro por lámina bimetálica o termostático. Cada uno de ellos tiene dos unidades independientes. Una, situada en el motor, que es la que envía la señal y la otra, la que da la indicación, en el tablero de instrumentos.

La unidad que envía la señal es un sensor cuya resistencia cambia con la temperatura. Está situado sobre el bloque motor, de manera que queda inmerso en el líquido refrigerante. Su resistencia disminuye al calentarse. Al aumentar la temperatura, como circula más corriente por ser la resistencia menor, circula también más corriente por la bobina derecha. Su magnetismo se hace más intenso y tira de la armadura, y con ella de la aguja indicadora, hacia la derecha, indicando una temperatura más alta.

El tipo termostático de bimetalo trabaja de forma semejante. A medida que la unidad sensible



**Figura 1.9.-** Indicador de temperatura tipo bobinas equilibradas

## 1.2.3 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

### 1.2.3.1 MISION

La función principal de la lubricación es reducir por aplicar un aceite lubricante el rozamiento entre las piezas del motor que deslizan unas sobre otras. Además de esto, el aceite tiene la misión de refrigerar las partes del motor que no pueden ceder su calor directamente al líquido refrigerante o al aire de refrigeración. Por otra parte, contribuye también a la estanqueidad de las piezas deslizantes (por ejemplo, entre los pistones y las paredes del cilindro). Y además, el aceite limpia el motor llevándose partículas de abrasión y depósitos de residuos de la combustión.

El agente lubricante, por efecto de aditivos especiales, protege además las piezas del motor contra la

corrosión. Por último, la película de aceite lubricante actúa como amortiguador.

El aceite debe engrasar, refrigerar, obturar, limpiar, proteger de la corrosión y amortiguar los ruidos de los mecanismos del motor.

### 1.2.3.2 FUNCIONAMIENTO

La bomba de aceite aspira el lubricante que se encuentra en el cárter y se manda a presión a los diferentes puntos que hay que lubricar, a través de conductos y un filtro, que es uno de los elementos fundamentales dentro de la limpieza del aceite. Cada sitio a lubricar recibe la cantidad de aceite que le es indispensable. El caudal impulsado por la bomba depende del número de revoluciones del motor y de la carga que soporte.

### 1.2.3.3 COMPONENTES

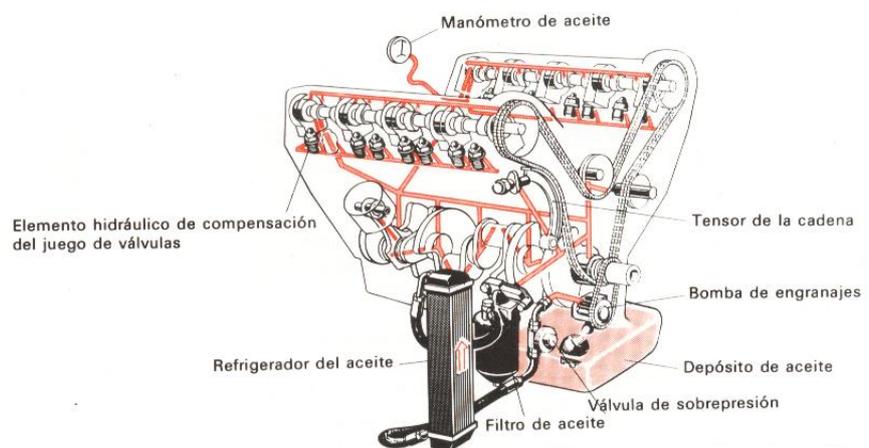


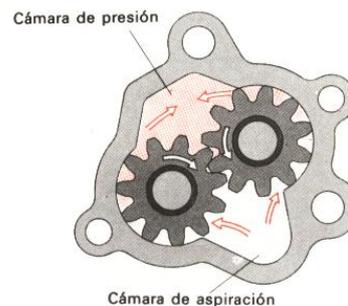
Figura 1.10.- Componentes de lubricación

### a) CARTER

Es el depósito donde está el aceite y tiene diferentes formas de acuerdo al modelo del motor.

### b) BOMBAS DE ACEITE

La bomba de engranajes consta de un par de ruedas dentadas rotativas que engranan una en otra y producen así la circulación del aceite a través de la bomba. Al girar dichas ruedas, los espacios entre los dientes de las mismas se llenan de aceite procedente de la entrada de lubricante. El aceite es arrastrado dentro del cuerpo de la bomba, hacia la salida de aceite de la misma y a partir de este momento el engrane de los dientes obliga al aceite a salir de entre los citados dientes. El aceite así forzado a salir de la bomba, es obligado a pasar a las diversas partes del motor que precisan ser lubricadas.



**Figura 1.11.-** Bomba de aceite

La bomba de tipo rotativo comprende dos rotores uno interno y otro externo en lugar de ruedas dentadas, se denomina también de doble rotor, el rotor interno va ajustado al externo. Al funcionar la bomba, el aceite

penetra en los huecos crecientes que forman ambos rotores. Por efecto de la rotación los alabes del rotor interno comprimen el hueco ocupado por el aceite, expulsando a este por el conducto de salida de la bomba.

### c) VÁLVULA DE DESCARGA

En todo sistema de engrase a presión debe incorporarse una válvula de descarga para evitar presiones excesivas del aceite al aumentar la velocidad o en servicio a bajas temperaturas. La citada válvula puede incorporarse en la bomba de aceite.

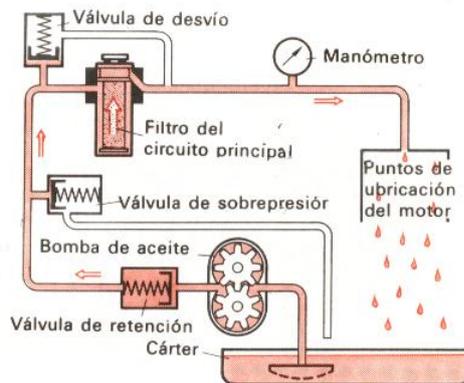
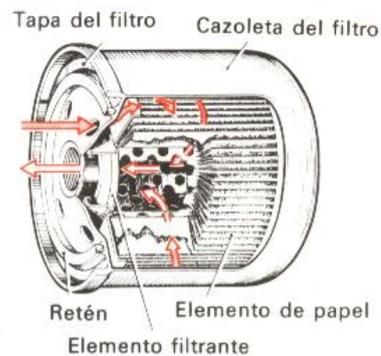


Figura 1.12.- Circuito con válvula de desvío o descarga

En este tipo de válvula, la bola está sometida a la presión de un muelle y es obligada a separarse de su asiento cuando la presión en el aceite alcanza un valor prohibitivo permitiendo el retorno del lubricante hacia el colector de aceite (cárter) a través de un conducto de descarga, en lugar de forzarlo por la canalización.

#### d) FILTROS DE ACEITE



**Figura 1.13.-** Filtro de aceite

Durante la marcha del motor se mezclan al aceite lubricante partículas de carbonilla, polvo y otras impurezas. Las partículas más pesadas caen por si solas al colector de aceite, mientras que las más diminutas pasan por la canalización y llegan a los cojinetes donde se depositan, ocasionado desperfectos en estos y en los ejes. Con el fin de retirar todas estas impurezas del aceite este se hace pasar a través de un filtro.

El filtro comprende un material celuloso y poroso, una fina rejilla de malla metálica u otro material o sustancia que deje pasar el aceite y retenga las impurezas.

#### 1.2.3.4 MEDIDORES

Los automóviles están provistos de aparatos indicadores de la presión del aceite. Si esta presión es demasiado baja, el motor no recibe el engrase necesario. El trabajo continuado, en tales condiciones, puede

producir la ruina del motor. El indicador advierte al conductor que debe añadir aceite al cárter.



**Figura 1. 14.-** Indicador en el tablero

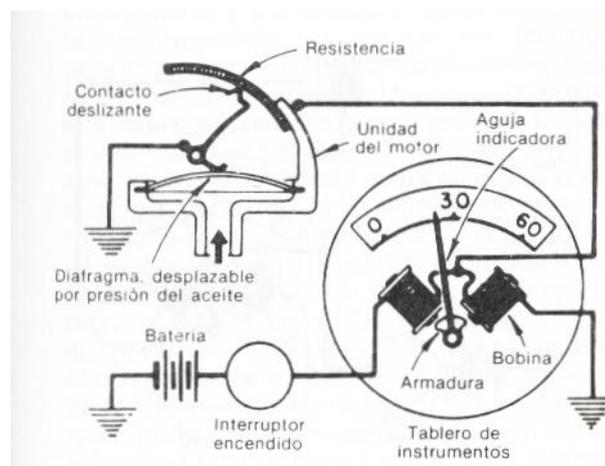
En general, hay dos tipos de indicadores de presión: uno presenta un manómetro en el tablero de instrumentos, que indica la presión; el otro es una luz de advertencia que se enciende si la presión cae por debajo del mínimo tolerable.

**Manómetros eléctricos** Hay dos tipos de manómetros accionados eléctricamente. Uno es por equilibrio de bobinas y el otro por lámina bimetálica o termostático. Ambos tienen dos unidades independientes; una, situada en el motor, envía la señal, y la otra da la indicación en el tablero de instrumentos.

El dispositivo de medición de la presión de aceite en el motor tiene una resistencia variable, con un contacto deslizante. Al aumentar la presión, un diafragma se mueve hacia dentro, lo que obliga al contacto a desplazarse sobre la resistencia, con lo que se reduce la cantidad de corriente que puede pasar por la unidad situada en el motor. Al reducirse la corriente, se refuerza el magnetismo de la bobina derecha. Ello es debido a que la corriente

que circula por la bobina de la izquierda encuentra más fácil camino por la de la derecha que por la unidad situada en el motor. Así, se desplaza la armadura, y con ella la aguja, hacia la derecha.

El manómetro termostático tiene un termostato con una pequeña bobina de calentamiento en el tablero de instrumentos. Al variar la corriente que circula por la unidad situada en el motor, cambia el calor desarrollado por la bobina, lo que origina que el termostato se curve con deformaciones variables, que dan una indicación de la presión del aceite.



**Figura1.15.-** Indicador de presión de aceite tipo bobinas

## 1.2.4 SISTEMA DE CARGA.

### 1.2.4.1 MISION

La instalación eléctrica del vehículo necesita para funcionar de una fuente de energía. Cuando el motor está parado la energía eléctrica se toma de una batería; cuando está en marcha, acciona un generador que

abastece de energía eléctrica a la instalación y al mismo tiempo carga la batería.

#### 1.2.4.2 GENERADORES DE TENSIÓN BATERÍAS (ACUMULADORES)

La batería es un acumulador de energía que cuando se le alimenta corriente continua (proceso de carga) transforma energía eléctrica en energía química. Cuando se toma corriente eléctrica del acumulador (proceso de descarga), la energía química acumulada se transforma en energía eléctrica.

La batería es una fuente de energía independiente del motor de combustión interna, que en caso de necesidad, como cuando está parado el motor, abastece de energía eléctrica a los consumidores, tales como el motor de arranque, la bobina del encendido y el alumbrado. Cuando el motor está en marcha la batería acumula parte de la energía suministrada por el generador.



Figura 1.16.- Batería

#### 1.2.4.4 ALTERNADOR

El alternador (o generador eléctrico) convierte la energía mecánica en corriente eléctrica. Conserva la batería en condiciones de carga y suministra corriente a las cargas eléctricas del vehículo cuando éste se encuentra en funcionamiento.

Los alternadores, funcionan poniendo una polea de arrastre más pequeña, giran a velocidad suficiente para cargar la batería aún con el motor al ralentí, sin temor a sobrepasar la velocidad máxima cuando se acelere a fondo el motor. Esta característica es muy importante, si se tiene en cuenta el gran consumo de las instalaciones modernas, y la lentitud y detenciones frecuentes que impone a los vehículos la circulación en las ciudades.



Figura 1.17.- Alternador

### 1.3 PARÁMETROS A MONITOREAR EN EL VEHÍCULO

En la mayoría de los vehículos convencionales no existen medidores en el tablero que contenga todos los parámetros de

funcionamiento del vehículo tales como: nivel del líquido frenos, nivel del limpia parabrisas, etc. Para lo cual es indispensable para el conductor tener información acerca de estos parámetros.

### **1.3.1 VELOCIDAD DEL VEHÍCULO**

El velocímetro indica al conductor la velocidad a que el vehículo se desplaza, y el cuentakilómetros, la distancia recorrida desde el inicio. Hay dos tipos generales, mecánicos y electrónicos.

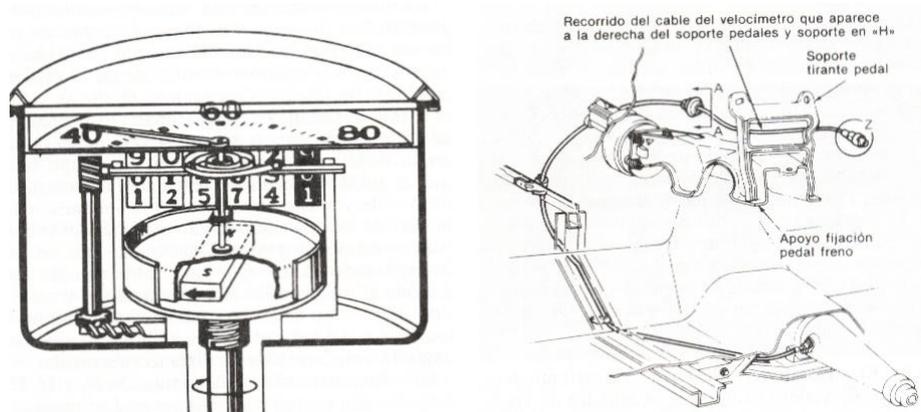
La unidad mecánica tiene un pequeño imán montado sobre un eje en el interior del aparato. El imán enarrastrado por un cable flexible desde la caja de cambios. Cuanto más rápido va el automóvil, más rápidamente gira el imán. Esto produce un campo magnético giratorio que arrastra un anillo metálico que rodea aquél. El campo hace que el anillo se desplace, venciendo la tensión de un muelle y accionando una aguja solidaria a él, la cual da la indicación de la velocidad del automóvil.

#### **1.3.1.1 MEDIDORES**

Para poder darnos cuenta a que velocidad vamos existe en el tablero de instrumentos el velocímetro, que nos indica cuantos Km. Estamos recorriendo un una hora, y nos sirve para advertencias de transito en cuanto se refiere a velocidades establecidas para cada cierto tipo de carretera y sus obstáculos.



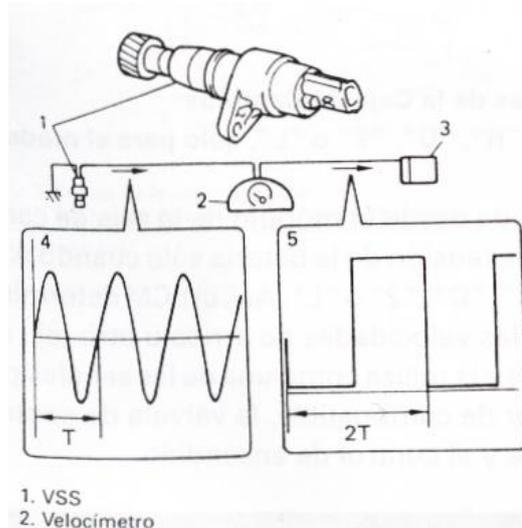
**Figura 1.18.- Velocímetro**



**Figura1.19.- Cable del velocímetro y cuenta kilómetros**

### 1.3.1.2 SENSOR DE VELOCIDAD (VSS)

Este tipo de elemento existe en los vehículos modernos. El sensor de velocidad del vehículo ubicado en la caja de cambios, consisten en una bobina con un imán permanente, el cual genera pulsos y variación de voltaje en proporción a la velocidad del vehículo Fig. 1.20. Al recibir esta señal el velocímetro lo utiliza para la operación de su indicador y también lo convierte en señal ON / OFF duplicando el ciclo, misma que se transmite al ECM donde es utilizada como una de las señales para controlar varios dispositivos.



**Figura 1.20.-** Sensor de velocidad

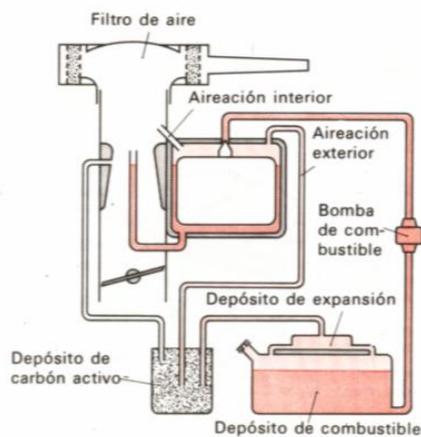
### 1.3.2 NIVEL DE COMBUSTIBLE

Tiene la función de alimentar la cantidad de combustible necesaria al carburador o equipo de inyección en todos los estados de funcionamiento del motor.

#### 1.3.2.1 ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

La instalación de alimentación de combustible tiene la función de alimentar suficientemente el carburador o el equipo de inyección en todos los estados de funcionamiento del motor.

La instalación de alimentación de combustible se compone de depósito, bomba, tubería de aspiración o de compresión, y de filtro. A veces incluye también un dispositivo que hace que el combustible carburado no pase al medio ambiente.



**Figura 1.20.-** Esquema de alimentación de combustible

### 1.3.2.2 MEDIDORES

Los medidores de combustible accionados eléctricamente pueden ser del tipo de bobinas equilibradas o del tipo termostático.

El sistema de bobinas equilibradas consta de dos unidades separadas, la unidad del depósito y la unidad del tablero de instrumentos, estando ambas conectadas en serie con la batería mediante un conductor, a través del interruptor del encendido.

Cuando se cierra este interruptor, la corriente procedente de la batería fluye a través de la unidad del depósito y de la del tablero. La unidad del depósito consiste en una resistencia variable y un con tacto deslizante o cursor, cuya posición está mandada por un flotador y una palanca. Esta última gira hacia arriba o hacia abajo de acuerdo con las variaciones de nivel del combustible en el depósito. Al estar bajo el nivel del combustible, el contacto deslizante se desplaza hacia arriba, sacando del circuito la mayor parte de la resistencia.

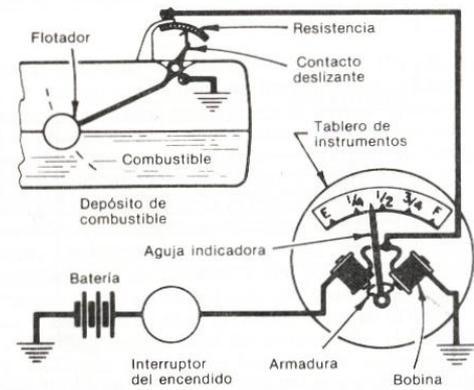


Fig. 26.7. Representación esquemática del circuito de un sistema indicador del nivel de combustible del tipo de bobinas equilibradas.

**Figura 1.21.-** Medidor de combustible

Por lo tanto, la mayor parte de la corriente que llega por la bobina de la izquierda en la unidad del tablero, sigue a través de la bobina de la derecha.

Por consiguiente, la bobina de la izquierda es magnéticamente más potente que la de la derecha y, por tanto, la armadura y la aguja indicadora girarán hacia la izquierda, quedando así indicado el descenso del nivel del combustible. Por el contrario, cuando el nivel del combustible está alto, el flotador ha ascendido y el contacto deslizando ha intercalado la mayor parte de la resistencia en el circuito.

En consecuencia, la mayor parte de la corriente que llega a través de la bobina de la izquierda sigue a través de la bobina de la derecha. Por consiguiente, siendo esta última bobina relativamente más potente, la armadura y la aguja indicadora girarán hacia la derecha para señalar así el alto nivel del combustible.

### 1.3.3 NIVEL DEL LÍQUIDO DE FRENOS

Se entiende por sistema de frenos de un vehículo el conjunto de dispositivos destinados a frenarlo y retardar su marcha.

El líquido de frenos tiene la función de transmitir la presión en el sistema hidráulico de frenos, al aplicar una fuerza en el pedal de freno, logrando así reducir la velocidad del vehículo, cuando sea necesario, e incluso llegar a detenerlo.

El nivel de líquido de frenos está denotado en la bomba de frenos en la parte superior con unos símbolos MAX para nivel máximo y MIN para cuando este bajo el nivel del líquido, cabe acotar que cuando esto suceda, quiere decir que existen fugas en el sistema y es atentatorio contra la seguridad del vehículo.

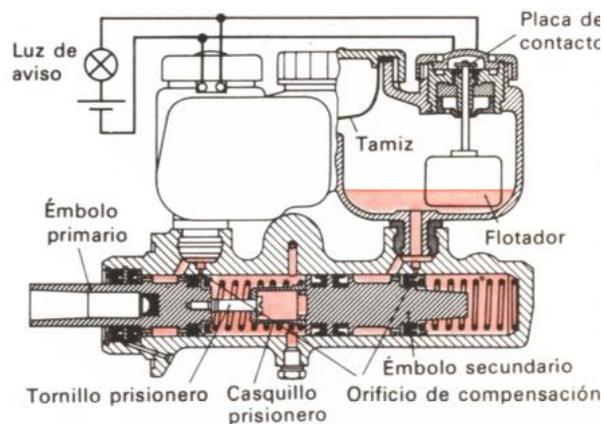


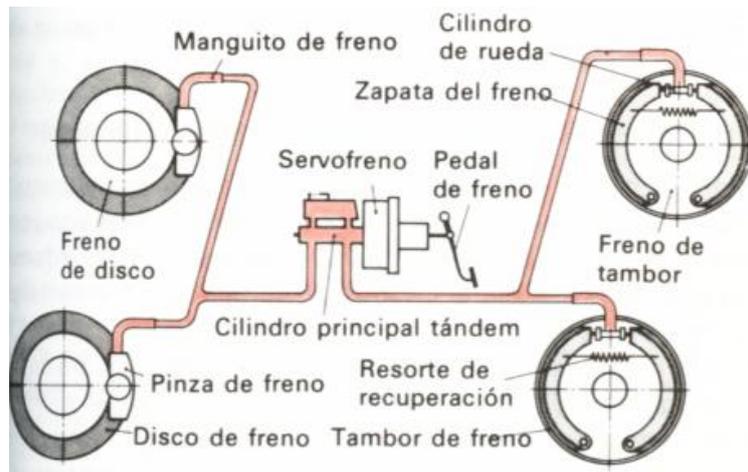
Figura 1.22.- Bomba de freno

#### 1.3.3.1 FUNCIONAMIENTO

El freno hidráulico está constituido por el pedal de freno, el cilindro principal en tándem, el sistema de conductos, los cilindros de rueda y los frenos sobre las ruedas.

La fuerza de accionamiento suele llevarse al cilindro principal a través de un amplificador de fuerza, lo que permite aplicar grandes fuerzas de apriete a los frenos sobre las ruedas con un pequeño esfuerzo del pie.

Suelen utilizarse frenos de disco para las ruedas delanteras y de tambor para las traseras, o bien frenos de disco en todas las ruedas. En los camiones y autocares se encuentran aún frenos de tambor en todas las ruedas, lo mismo que en algunos turismos.



**Figura 1.23.- Frenos hidráulicos**

Por razones de seguridad, la instalación de frenos se divide, casi siempre, en dos circuitos (instalación de doble circuito). Esto exige un cilindro principal tándem. Si falla uno de los circuitos de freno, el vehículo puede frenarse con el otro.

El cilindro maestro envía el fluido conocido como liga o líquido de frenos, desde su reservorio hasta cada una de las ruedas. Por razones de seguridad, existen dos líneas ó

circuitos que distribuyen el líquido a las ruedas. Por eso se llaman frenos de doble circuito.

### 1.3.3.2 MEDIDORES

Los únicos medidores que existen en los vehículos convencionales es el visual en la bomba de freno, con lo solo podemos visualizar en el tanque mismo un valor máximo y un mínimo.



Figura 1.24.- Nivel del líquido de freno

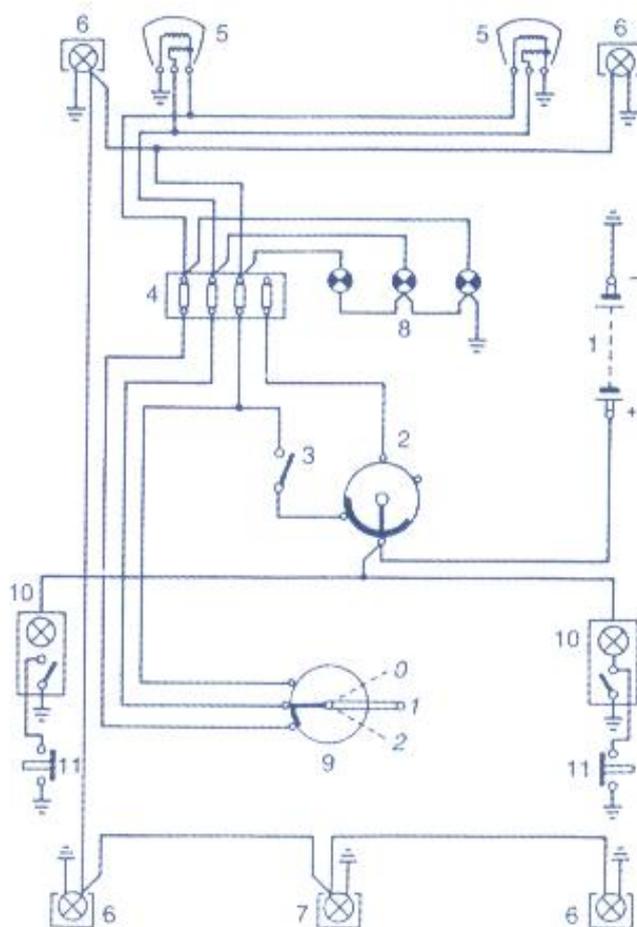
## 1.4 PARÁMETROS A MONITOREAR EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO

Los parámetros a controlar en el sistema de alumbrado son todas las luces que forman parte del automóvil y se pueden clasificar, según la situación y misión concreta que cumplen, en:

- Luces de alumbrado: Alumbrado por carretera («largas» y «cortas») y alumbrado de «ciudad». Faros antiniebla y piloto trasero antiniebla. Luces de posición y matrícula.
- Luces de maniobra: Luces indicadoras de dirección. Luces de marcha atrás y freno.

- Luces especiales: Luces de emergencia. Luces para servicios públicos. Luces de gálibo.
- Luces interiores: Luces de tablero. Luces de alumbrado interior y compartimientos interiores. Luces de control «chivatos».

El conjunto de estas luces con sus respectivos accesorios alimentadas por circuitos independientes constituyen el alumbrado en el automóvil. En la Fig.1.25 se muestra un esquema de un circuito de alumbrado, muy simplificado, pero que contiene todos los elementos fundamentales que lo componen.



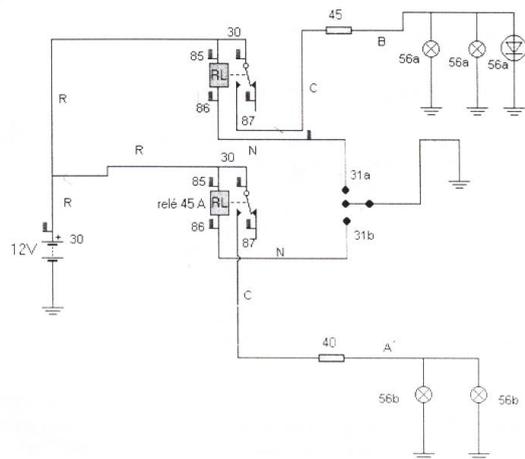
**Figura 1.25.-** Esquema simple de un circuito de alumbrado

### 1.4.1 ESTADO DEL SISTEMA DE LUCES BAJAS, MEDIAS Y ALTAS.



**Figura 1.26.-** Luces altas y bajas

Para la conducción nocturna se hace indispensable el uso de faros para el vehículo, de su luminosidad depende la visibilidad del conductor sobre la carretera.



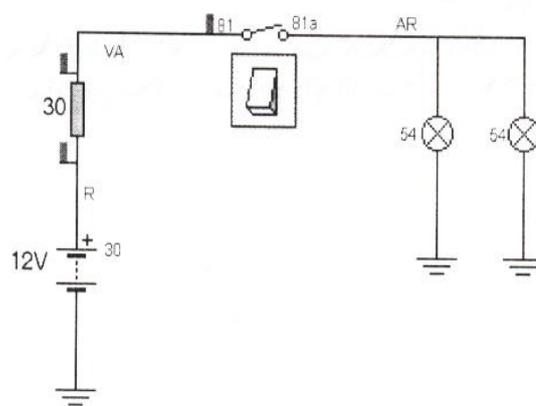
**Figura 1.27.-** Circuito eléctrico

En la parte delantera del vehículo se encuentran dos o cuatro focos luminosos a una distancia sobre el suelo de no menos de 0,5 m hasta 1,2 m, esta última en vehículos grandes, que deben emitir un haz de luz asimétrica con dos proyecciones distintas una para la luz de «cruce» y otra para la «larga» ambas en carretera; ello permite al conductor disponer de la visibilidad suficiente, tanto para larga como para corta distancia.

Es obligatorio también alumbrar la placa posterior de la matrícula con lo que una o dos luces por reflexión iluminan dicha placa, debiendo estar dispuestas de tal forma que ningún rayo luminoso se dirija hacia atrás. Esta luz se enciende al mismo tiempo que las bajas.

#### 1.4.2 DETECCIÓN DE LUZ DE FRENO

Todo vehículo después de emprender marcha necesitará detenerse por algún motivo, es por ello que esta maniobra requiere señalización para avisar al conductor del vehículo de atrás que se esta deteniendo. Esto se logra mediante un circuito de luz de freno, el cual funciona al pisar el pedal de freno.



**Figura 1.28.-** Luz de freno circuito eléctrico

Las luces de freno o stop, siempre en color rojo, se ponen en funcionamiento a través de interruptor accionado simultáneamente por el pedal de freno.

### 1.4.3 DETECCIÓN DE LUZ DE ESTACIONAMIENTO



Figura 1.29.- Luz de estacionamiento

Es importante el empleo de este tipo de luces en circulación tanto diurna como nocturna, debido a que puede advertir a los conductores circundantes, cualquier tipo de maniobra o giro a realizarse, evitando así accidentes.

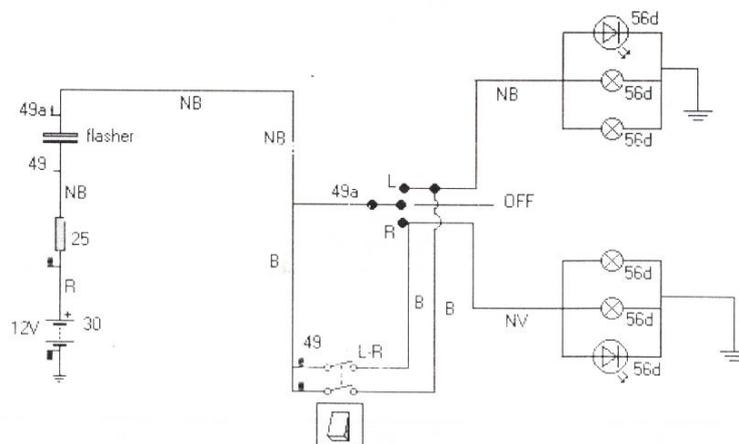
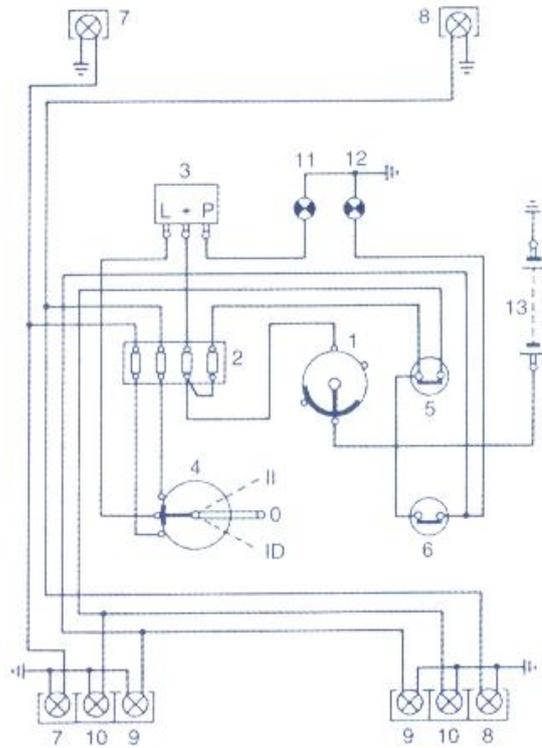


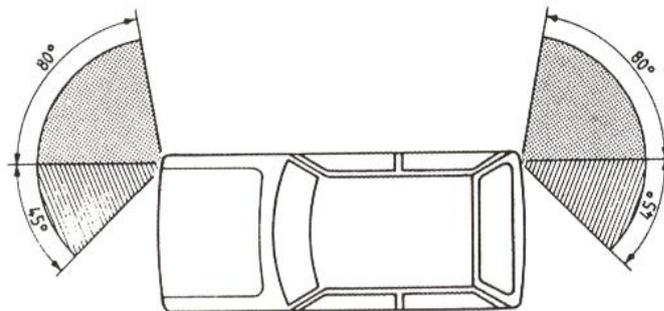
Figura 1.30.- Circuito eléctrico

Es necesario poder avisar tanto de día como de noche, a los conductores de otros vehículos de las maniobras que se van a efectuar, tales como cambiar de dirección, frenar o ir marcha atrás y eliminar así las inevitables situaciones de peligro que se presentarían durante la conducción.



**Figura 1.31.-** Circuito de maniobra

La indicación de dirección (intermitencias) consta de cuatro focos situados delante y atrás del vehículo funcionando aparejados los de cada lado efectuando de 50 a 120 pulsaciones por minuto, señalado visualmente en el panel de instrumentos. La luz debe ser blanca en la parte delantera y ámbar o amarilla en los laterales y parte trasera del automóvil.



**Figura 1.32.-** Angulo de luminosidad de los intermitentes

#### 1.4.4 DETECCIÓN DE LUZ DE RETRO

Como el retro es una marcha poco usual, la misma debe ser señalizada tanto en el día como en la noche, la conexión es simple y el accionamiento se da mediante la palanca de la caja de cambios.

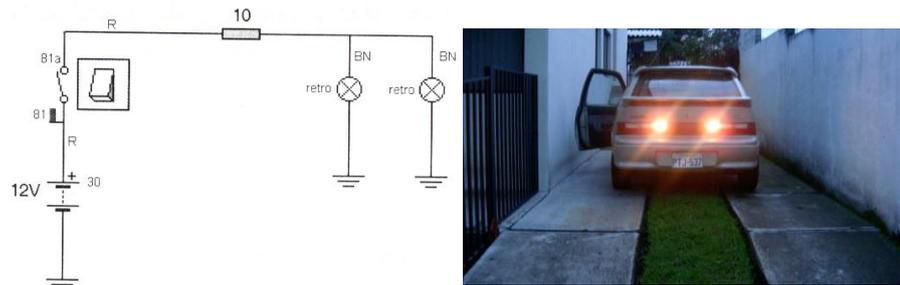


Figura 1.33.- Luz de retro circuito eléctrico

La marcha atrás se señala por uno o dos focos de color blanco situados en la parte posterior del vehículo, muy visibles pero nunca deslumbrantes.

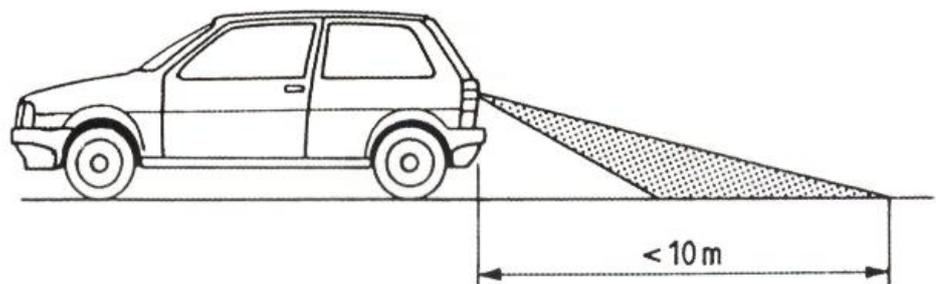


Figura 1.27.- Ángulo de la luminosidad de las luces de marcha atrás

#### 1.5 SEGURIDAD DE PUERTAS

La seguridad del conductor así como la de los ocupantes es primordial, para lo cual se debe tener en cuenta los peligros que podrían ocasionar una o varias puertas abiertas.

Una de las seguridades que incluye el panel de monitoreo es precisamente verificar el estado de las puertas (si están bien cerradas o no), con lo que se evitaría algún percance cuando se encuentre una de las puertas abiertas y el vehículo este en movimiento.

## II.- ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

### 2.1 RESISTENCIAS

La resistencia es uno de los componentes imprescindibles en la construcción de cualquier equipo electrónico, ya que permite distribuir adecuadamente la tensión y corriente eléctrica a todos los puntos necesarios.

Es la propiedad de un objeto o sustancia que hace que se resista u oponga al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico determina “según la ley de Ohm” cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado.

La unidad de resistencia es el ohmio, que es la resistencia de un conductor si es recorrido por una corriente de un amperio cuando se le aplica una tensión de 1 voltio. La abreviatura habitual para la resistencia eléctrica es R, y el símbolo del ohmio es la letra griega omega,  $\Omega$ . En algunos cálculos eléctricos se emplea el inverso de la resistencia,  $1/R$ , que se denomina conductancia y se representa por G. La unidad de conductancia es siemens, cuyo símbolo es S.

Para calcular dicha relación no hay mas que aplicar la Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.1)$$

Donde:            I = corriente  
                      V = Voltaje  
                      R = Resistencia

Hay dos formas de asociar resistencias en un circuito: en serie y en paralelo, y la resistencia equivalente de la combinación serie es la siguiente respectivamente:

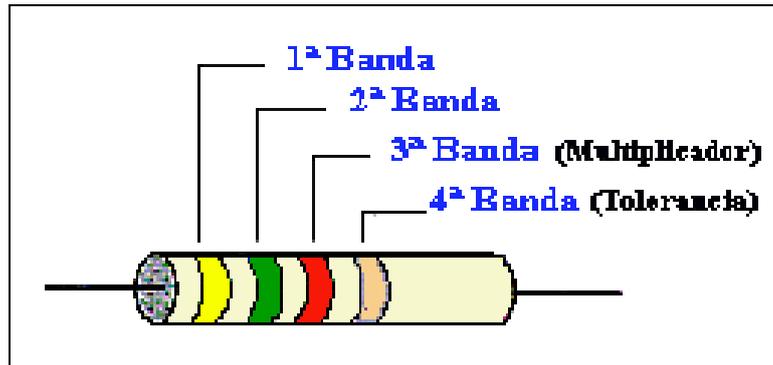
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (2.2)$$

$$R_T = 1/(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n) \quad (2.3)$$

Las resistencias tienen un código de colores que indica su valor. Este código está compuesto por bandas de colores divididas en dos grupos; el primero consiste de tres o cuatro de estas bandas, de las cuales las primeras dos o tres indican el valor nominal de la resistencia y la última es un multiplicador para obtener la escala. El segundo grupo está compuesto por una sola banda y es la tolerancia expresada en tanto por ciento, dicha tolerancia nos da el campo de valores dentro del cual se encuentra el valor correcto de la resistencia. De esta forma, si tenemos una resistencia cuyo código de colores sea verde, negro, naranja, dorado tendremos una resistencia de 50.000  $\Omega$  y su tolerancia es del  $\pm 5 \%$ .

**Tabla 2.1.-** Código de colores de resistencias

Color	1ª Banda	2ª Banda	3º Banda (Multiplicador)	4ª Banda (Tolerancia)
Oro			0.1	Plata/Oro
Negro	0	0	1	Plata/Oro
Marron	1	1	10	Plata/Oro
Rojo	2	2	100	Plata/Oro
Naranja	3	3	1000	Plata/Oro
Amarillo	4	4	10000	Plata/Oro
Verde	5	5	100000	Plata/Oro
Azul	6	6	1000000	Plata/Oro
Violeta	7	7	10000000	Plata/Oro
Gris	8	8	100000000	Plata/Oro
Blanco	9	9	1000000000	Plata/Oro

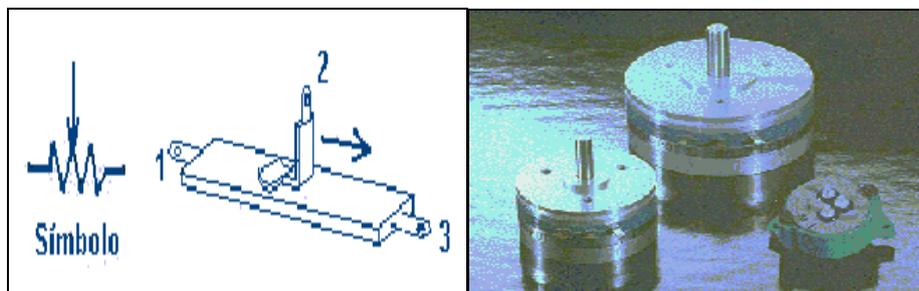


**Figura 2.1.-** Banda de colores en las resistencias

Además de estar las resistencias caracterizadas por su valor y tolerancia, éstas están definidas por su poder de disipación de potencia, los valores más típicos son: 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, 1 y 2 W, con tolerancias del 1 %, 2 %, 5 %, 10 % y 20 %.

## 2.2 POTENCIÓMETROS

Los potenciómetros son dispositivos que permiten disponer de resistencias variables, son dispositivos de 3 terminales, con una resistencia fija entre los terminales extremos y un cursor o escobilla que se desliza sobre el material de la resistencia, al cambiar la distancia cambia el valor de resistencia, creciendo entre los terminales 1 y 2 y disminuyendo entre los terminales 2 y 3, o viceversa.



**Figura 2.2.-** Gráfica y símbolo de un potenciómetro

Pueden ser con cursor de desplazamiento lineal o rotativo (eje), y la variación de la resistencia en función del desplazamiento puede ser logarítmica o lineal, los hay de una vuelta o de varias vueltas.

## 2.3 TRANSISTORES

El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas que consiste de dos capas de material tipo n y una capa tipo p, o bien, de dos capas de material tipo p y una tipo n. al primero se le llama transistor NPN, el segundo transistor PNP. (figura 2.3)

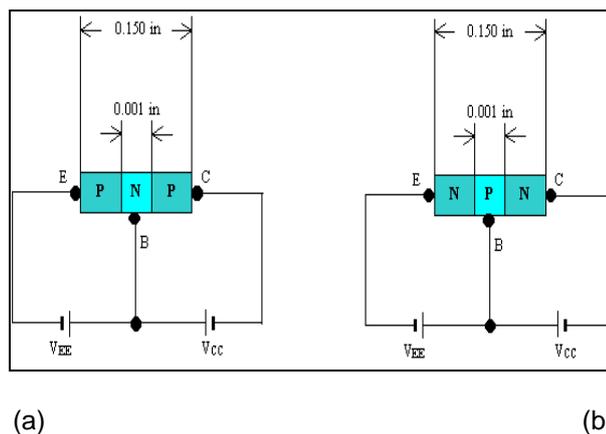


Figura 2.3.- Tipos de transistores: a) PNP; b) NPN.

### 2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSISTORES:

- El consumo de energía es relativamente bajo.
- El tamaño de los transistores es pequeño
- El peso es pequeño
- Una vida larga útil (muchas horas de servicio).
- Puede permanecer mucho tiempo en depósito (almacenamiento).

- f) No necesita tiempo de calentamiento.
- g) Resistencia mecánica elevada.
- h) Los transistores pueden reproducir el fenómeno de la fotosensibilidad (fenómenos sensibles a la luz).

## **2.3.2 CONFIGURACIONES DE LOS TRANSISTORES**

### **2.3.2.1 CONFIGURACION BASE COMUN**

Para la configuración de base común con transistores PNP y NPN. La terminología de la base común se deriva del hecho de que la base es común tanto a la entrada como a la salida de la configuración. A su vez, por lo regular la base es la terminal más cercana a, o que se encuentra en, el potencial de tierra. Para el transistor la flecha en el símbolo gráfico define la dirección de la corriente del emisor (flujo convencional) a través del dispositivo.

Para describir en su totalidad el comportamiento de un dispositivo de tres terminales, como los amplificadores de base común se requiere de dos conjuntos de características, uno para el punto de excitación o parámetros de entrada y el otro para el lado de la salida. El conjunto de entrada para el amplificador de base común relacionará la corriente de entrada ( $I_E$ ). El conjunto de características de la salida o colector tiene tres regiones básicas de interés: la región activa, de corte y de saturación. La región activa es la que suele utilizarse para los amplificadores lineales (sin distorsión).

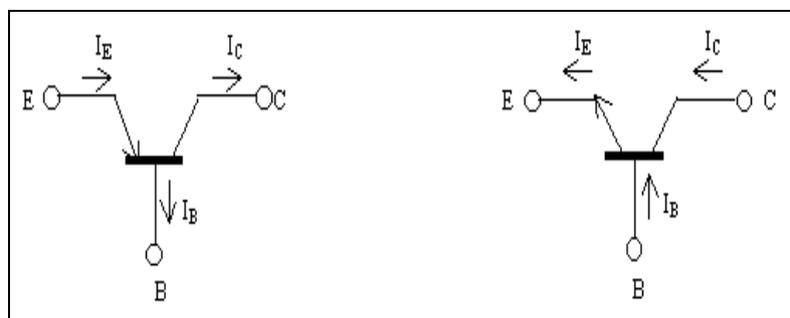
En la región activa la unión base - colector se polariza inversamente, mientras que la unión emisor - base se polariza directamente.

La región activa se define mediante los arreglos de polarización de la figura 2.4. En el extremo más bajo de la región activa, la corriente del emisor ( $I_E$ ) es cero; esa es la verdadera corriente del colector, y se debe a la corriente de saturación inversa  $I_{CO}$ ,

La corriente  $I_{CO}$  real es tan pequeña (microamperes) en magnitud si se compara con la escala vertical de  $I_C = 0$ . Las condiciones del circuito que existen cuando  $I_E = 0$  para la configuración de base común se muestra en la figura 1.7. La notación que con más frecuencia se utiliza para  $I_{CO}$  en los datos y las hojas de especificaciones

En la región de corte, tanto la unión base - colector como la unión emisor - base de un transistor tienen polarización inversa.

En la región de saturación, tanto la unión como la emisor - base están en polarización directa.



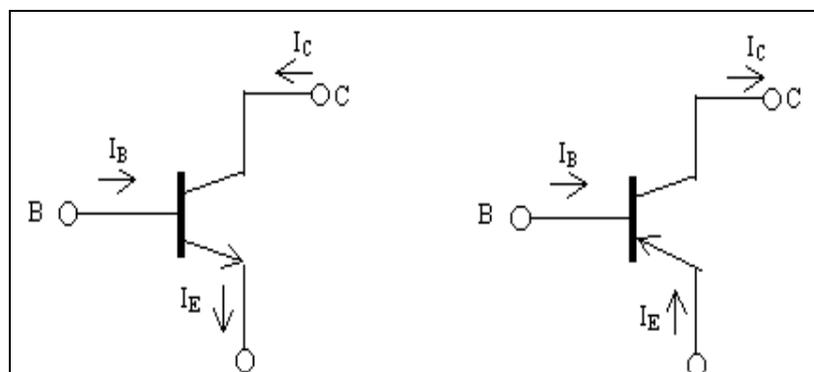
**Figura 2.4.-** Símbolos utilizados con la configuración base común: a) transistor PNP b) transistor NPN.

### 2.3.2.2 CONFIGURACION DE EMISOR COMUN

La configuración de transistor que se encuentra más a menudo aparece en la figura 2.5 para los transistores PNP y NPN. Se le denomina configuración de emisor común debido a que el emisor es común o hace referencia a las terminales tanto de entrada como de salida (en este caso, es común tanto a la terminal de base como a la de colector). Una vez más, se necesitan dos conjuntos de características para describir por completo el comportamiento de la configuración de emisor común: uno para el circuito de entrada o base-emisor y otro para el circuito de salida o colector-emisor.

En la región activa de un amplificador de base común la unión del colector-base se encuentra polarizada inversamente, mientras que la unión base-emisor se encuentra polarizada directamente.

Para propósitos de amplificación lineal (la menor distorsión), el corte para la configuración de emisor común se definirá mediante  $I_C = I_{CEO}$ .



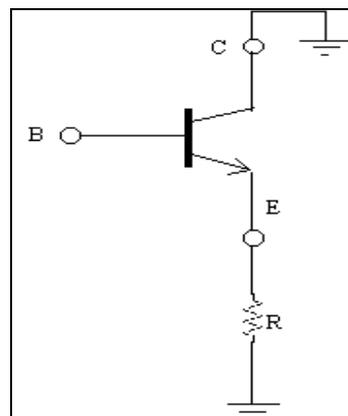
**Figura 2.5.-** Símbolos utilizados con la configuración de emisor común: a) transistor NPN; b) transistor PNP.

### 2.3.2.3 CONFIGURACION DE COLECTOR COMUN

La configuración de colector común se utiliza sobre todo para propósitos de acoplamiento de impedancia, debido a que tiene una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida, contrariamente a las configuraciones de base común y de un emisor común.

Una configuración de circuito de colector común con la resistencia de carga conectada del emisor a la tierra. El colector se encuentra conectado a la tierra aunque el transistor esté conectado de manera similar a la configuración del emisor común.

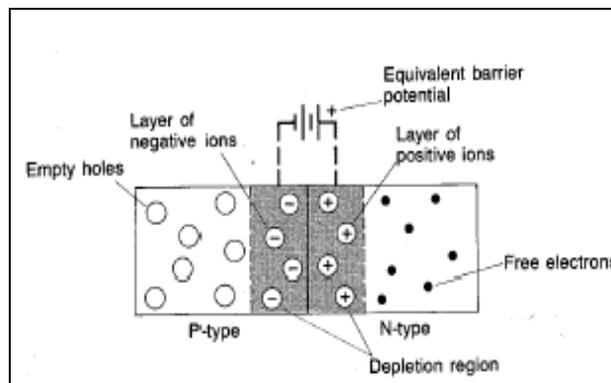
Desde un punto de vista de diseño, no se requiere de un conjunto de características de colector común para elegir los parámetros del circuito. Puede diseñarse utilizando las características de salida para la configuración de colector común son la mismas que para la configuración de emisor común.



**Figura 2.6.-** Configuración de colector común utilizado para propósitos de acoplamiento de impedancia.

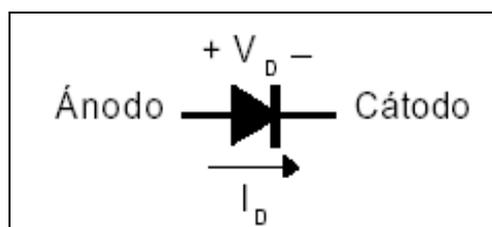
## 2.4 EL DIODO

El diodo es la unión de dos materiales semiconductores dopados de material tipo n y de tipo p. en cada uno de los materiales que forman la unión habrá portadores en exceso tanto de tipo p (en la zona P) como tipo n (en la zona n) aunque eléctricamente el material permanezca neutro. La barrera de potencial tiene un valor de 0,3 V en compuestos de Ge, 0,7 V en compuestos de Si y 1,2 V en compuestos de Ga. Esta barrera de potencial la podrá atravesar portadores si se aplica una tensión directa de valor igual o mayor que su valor.



**Figura.2.7.-** Unión p-n (diodo) con zona de agotamiento

Aunque teóricamente el diodo no conduce cuando está inversamente polarizado si aparecen corrientes inversas o de pérdidas. Estas corrientes son despreciables en la mayoría de las ocasiones, hay que conocerlas para prevenir funcionamientos no deseados en aplicaciones de precisión.



**Figura 2.8.-** Esquema eléctrico del diodo

## 2.5 CAPACITORES

Dispositivo que almacena carga eléctrica, el capacitor está formado por dos placas metálicas o armaduras paralelas, de la misma superficie y encaradas, separadas por una lámina no conductora o dieléctrico.

Los capacitores se utilizan junto con las bobinas, formando circuitos en resonancia, en las radios y otros equipos electrónicos. Además, en los tendidos eléctricos se utilizan grandes capacitores para producir resonancia eléctrica en el cable y permitir la transmisión de más potencia.

Para un capacitor se define su capacidad como la razón de la carga que posee uno de los conductores a la diferencia de potencial entre ambos, es decir, la capacidad es proporcional a la carga e inversamente proporcional a la diferencia de potencial, medida en Farad (F).

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.4)$$

Donde: C = capacidad

Q = Carga del capacitor

V = Diferencia de potencial

## 2.6 REGULADOR DE VOLTAJE

Una fuente de alimentación estabilizada mediante reguladores integrados monolíticos (reguladores fijos), resulta sumamente fácil. Concretamente para 1A (amperio) de salida, en el comercio con encapsulado TO-220, se dispone de los más populares en las siguientes tensiones estándar de salida:

Tabla 2.2.- Clases de reguladores fijos TO-220

Tipo 1A positivo	Tensión/Salida
UA7805	5
UA7806	6
UA7808	8
UA7809	9
UA7812	12
UA7915	15
UA7818	18
UA7824	24
UA7830	30
UA79XX	Versión negativo =

Todos estos reguladores tienen en común que son fijos y que proporcionan adecuadamente refrigerados una corriente máxima de 1 A. Veremos un ejemplo en el esquema básico de una fuente de alimentación de 5 V y 500 mA.

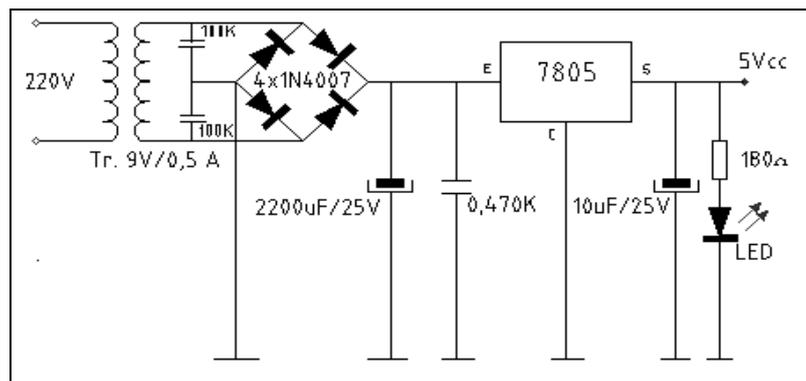
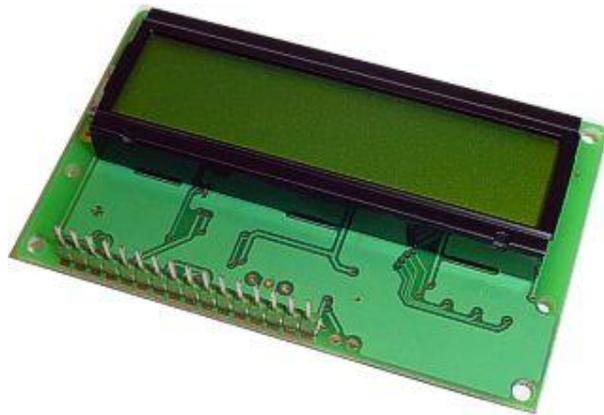


Figura 2.9.- fuente de alimentación de 5V con el CI. 7805

El **CI 7805** regula la tensión de alimentación a 5 V. Esta tensión es la que necesita el CI 16F877 para su funcionamiento.

## 2.7 PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO (LCD)

Antes de aparecer los módulos LCD, nuestros diseños electrónicos utilizaban los Displays de siete segmentos para poder mostrar la información, además de su gran limitación de poder mostrar los caracteres alfa numéricos y símbolos especiales, también consumían demasiada corriente y ocupaban demasiado espacio físico.



**Figura 2.10** Aspecto físico del “LCD”

Finalmente aparecieron los módulos LCD o pantallas de cristal líquido Fig. 2.10 la cual tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfa numérico. Estos dispositivos ya vienen con su pantalla y toda la lógica de control preprogramada en la fábrica y lo mejor de todo es que el consumo de corriente es mínimo y no se tendrán que organizar tablas especiales como se hacía anteriormente con los displays de siete segmentos.

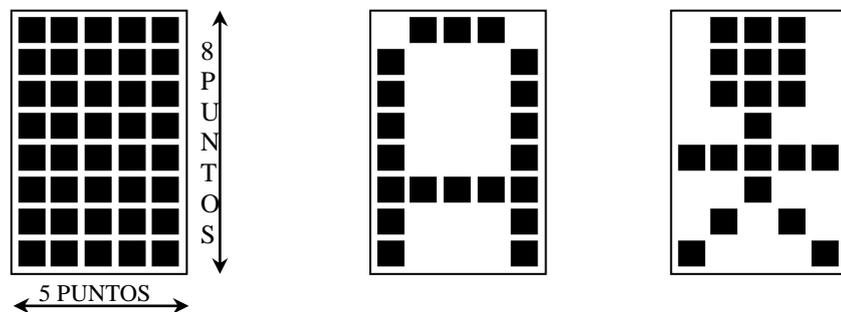
### 2.7.1 CARACTERÍSTICAS DEL DISPLAY

- En total se pueden visualizar 4 líneas de 20 caracteres cada una, es decir,  $4 \times 20 = 80$  caracteres.
- La tensión nominal de alimentación es de 5V, con un consumo menor de 5mA.

- Posee back light
- Bajo consumo de corriente

## 2.7.2 LOS CARACTERES DEL LCD

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 fig. 2.11 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 2.11.-** Matriz de representación de caracteres, representación del carácter A y de un carácter definido por el usuario

## 2.7.3 LA MEMORIA DEL LCD

El LCD dispone de 2 tipos de memorias que son: la **DD RAM** y la **CG RAM**.

### 2.7.3.1 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 cuatro líneas de 40 caracteres pero sólo se visualizan 4 líneas de 20 caracteres. Por ello la **DD RAM** tiene un tamaño de  $4 \times 40 = 160$  bytes.

Debido a esta peculiar disposición de la **DD RAM** se puede pensar en el display como un *display virtual* constituido por cuatro líneas de 40 caracteres cada una (Fig. 2.9). 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**.

En el ejemplo de la fig. 2.12 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 MENSAJE" que tiene exactamente 20 caracteres de longitud. Cuando se inicializa el LCD, el display real se sitúa en el extremo más izquierdo del display virtual. En la fig. 2.13 se muestra la situación del display real respecto al virtual al inicializar el LCD.

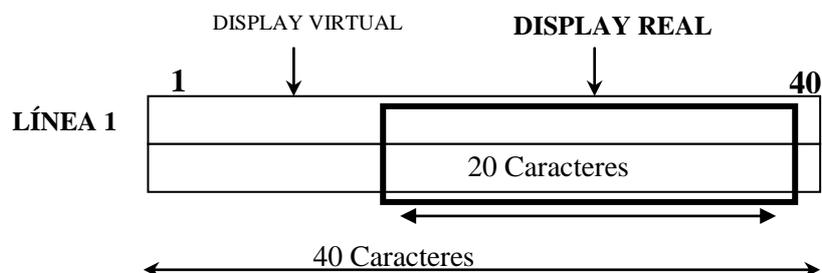
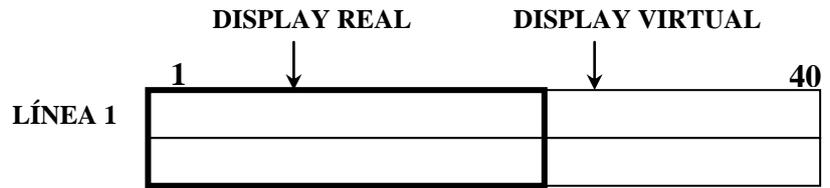


Figura 2.12.- Display virtual y display real



**Figura 2.13.-** Posición del display real respecto al virtual cuando se inicializa el LCD

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 de estos límites para cada línea:

**Primera línea.** Desde la dirección 80 hasta la dirección 93

**Segunda línea.** Desde la dirección C0 hasta la dirección D3

**Tercera línea.** Desde la dirección 94 hasta la dirección A7

**Cuarta línea.** Desde la dirección D4 hasta la dirección E7

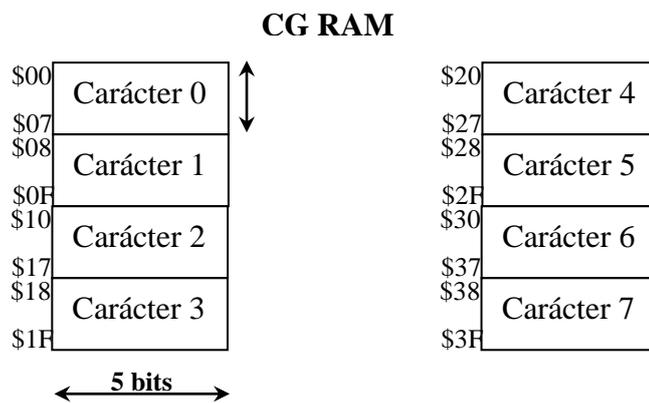
### 2.7.3.2 LA CG RAM (Character Generator RAM)

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 Fig. 2.14 se ha representado la CG RAM. Todas las direcciones están en hexadecimal.

Como se representó en la figura 2.9, 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.



**Fig. 2.14** Direcciones de la CG RAM

En la Fig.2.15 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.

Carácter definido por el usuario	Valores a almacenar en la CG RAM	
	BINARIO	HEXADECIMAL
	01110	0E
	01110	0E
	01110	0E
	00100	04
	11111	1F
	00100	04
	01010	0A
	10001	11

Figura 2.15.- Valores a almacenar en la CG RAM para un carácter cualesquiera

## 2.7.4 ASIGNACIÓN DE PINES

En la tabla 2.3 observamos la asignación de cada uno de los pines que posee el LCD

Tabla 2.3: Asignación de pines del LCD

N°. De PIN	Símbolo	Descripción
1	VSS	Masa
2	VDC	Alimentación
3	VC	Voltaje de ajuste de contraste
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura / escritura
6	E	Enable
7	D0	Bit de dato menos significativo
8	D1	Bit de dato
9	D2	Bit de dato
10	D3	Bit de dato
11	D4	Bit de dato
12	D5	Bit de dato
13	D6	Bit de dato
14	D7	Bit de dato más significativo
15		A positivo para back light
16		A negativo para back light

## 2.7.5 EL INTERFAZ DEL DISPLAY CON EL MUNDO EXTERIOR

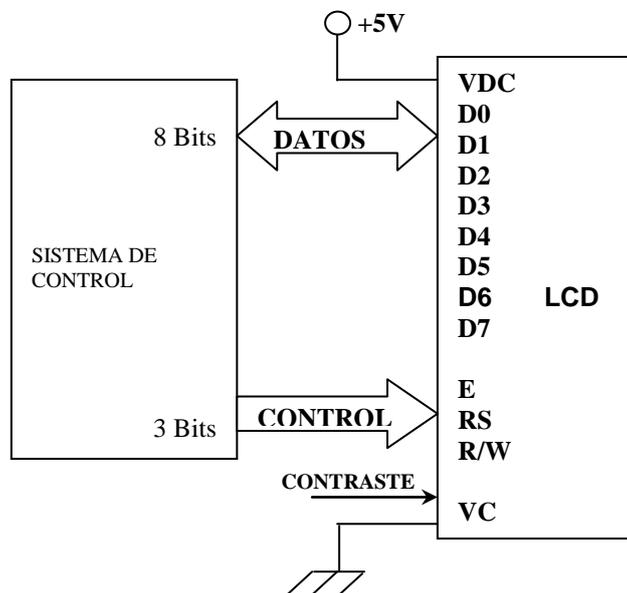
### 2.7.5.1 EL BUS DE CONTROL

El bus de control está formado por 3 señales: **RS**, **R/W** y **E**. La señal **E** es la señal de validación de los datos. Cuando no se utiliza el display esta señal debe permanecer a 0. Sólo en las transferencias de información (lecturas o escrituras) es cuando se pone a nivel 1 para validar los datos, pasando después de un tiempo a nivel 0.

La señal **R/W** permite seleccionar si la operación que se va a realizar sobre el display es una lectura o una escritura. Cuando **R/W = 1** se realizan lecturas y cuando **R/W = 0** escrituras. Lo normal siempre es realizar escrituras, no obstante, el display ofrece la posibilidad de poder leer los contenidos de la memoria CG RAM y DD RAM así como leer el estado interno del display (ocupado o disponible) y el contador de direcciones.. Con **RS** (Register Select) se selecciona el registro interno del display sobre el que se va a leer / escribir. El LCD dispone de dos registros internos: **Registro de control** y **registro de datos**. Ambos registros son de lectura y escritura. **RS = 0** selecciona el registro de control. **RS = 1** el registro de datos.

	REGISTRO DE CONTROL	REGISTRO DE DATOS
LECTURA	Lectura del flag de ocupado (D7) y del contador de direcciones (D0 – D6)	Leer contenido de la CG RAM o DD RAM
ESCRITURA	Ejecución d un comando interno: borrar, desplazar el Display, mover cursor...	Escribir en la DD RAM o CG RAM

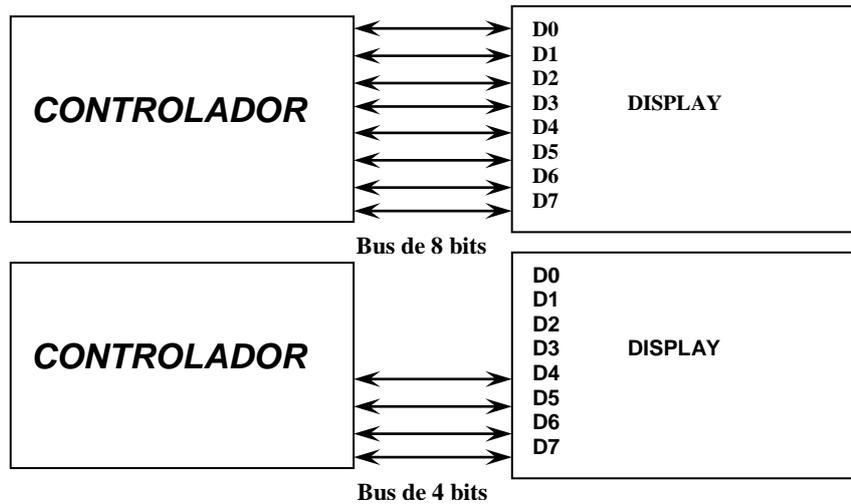
En la Fig. 2.16 aparecen las señales necesarias para el funcionamiento y control del display. Los datos se transmiten por un bus de datos de 8 bits de anchura y ofrece la posibilidad de trabajar con este bus multiplexado en dos grupos de 4 bits, pero es un poco más complejo). Para el control del display 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 2.16.-** Interfaz del LCD con un sistema de control

### 2.7.5.2 EL BUS DE DATOS

El bus de datos del display se puede configurar para funcionar de dos formas diferentes. Bien como un bus de 8 bits o bien como un bus multiplexado de 4 bits. El utilizar el bus multiplexado de 4 bits es una opción muy útil para ahorrar bits en el sistema de control. En vez de utilizar 11 bits en total, se utilizan 7.

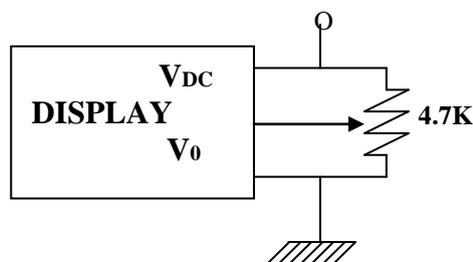


**Figura 2.17.-** Conexión del LCD utilizando un bus de 8 bits y de 4 bits

De esta forma se ahorran bits pero se gana en complejidad del controlador, que tiene que multiplexar y demultiplexar los datos. Al utilizar un bus de 8 bits hacemos que el controlador sea más sencillo pero se ocupan más bits.

En la fig. 8 aparecen representados los dos tipos de buses. Cuando se utiliza un bus de 4 bits la transferencia de la información se realiza de la siguiente manera: primero los 4 bits más significativos y luego los 4 menos significativos.

### 2.7.5.3 EL CONTROL DEL CONTRASTE



**Figura 2.18.-** Control del contraste en el LCD

Para controlar el contraste hay que introducir por el pin V0 una tensión entre 5 y 0 voltios. La tensión típica es de 0.6 voltios. Normalmente se coloca un potenciómetro para poder ajustar en cada momento el contraste más adecuado. En la Fig. 2.18 se muestra un esquema típico de control del contraste.

### 2.7.6 TEMPORIZACIÓN

En la Fig. 2.19 se han representado los cronogramas correspondientes a la escritura y la Fig. 2.12 a una operación de lectura. Al controlar el display los tiempos empleados deben ser siempre mayores que los mínimos indicados en la figura y menores que los máximos. A pesar de la aparente complejidad del cronograma, las operaciones de lectura y escritura son muy sencillas.

En las Fig. 2.19 y Fig. 2.20 se ha supuesto que las transmisiones de los datos se realizaban a 8 bits.

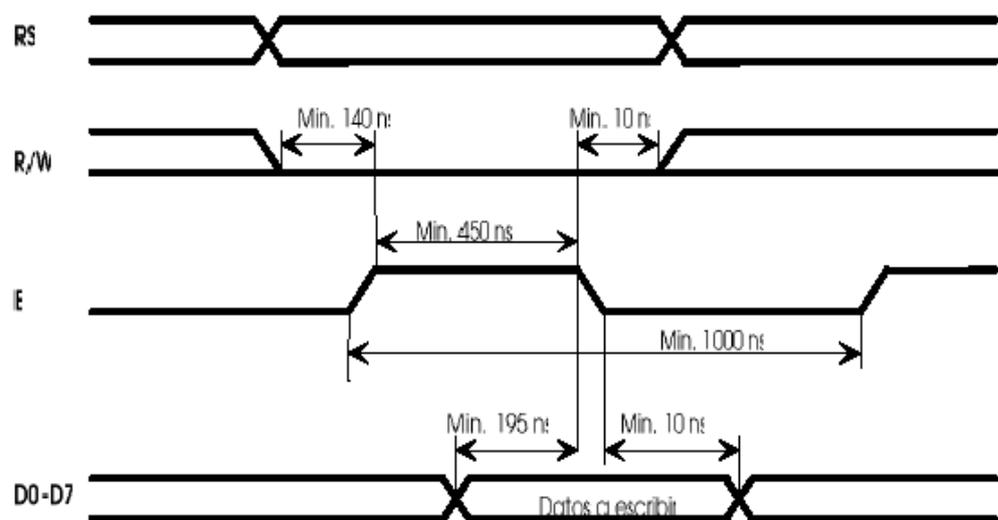
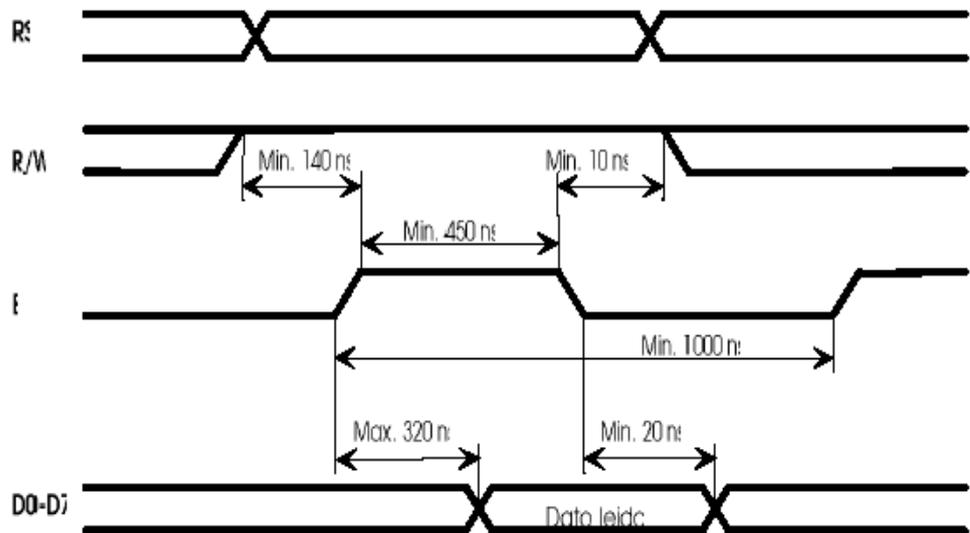
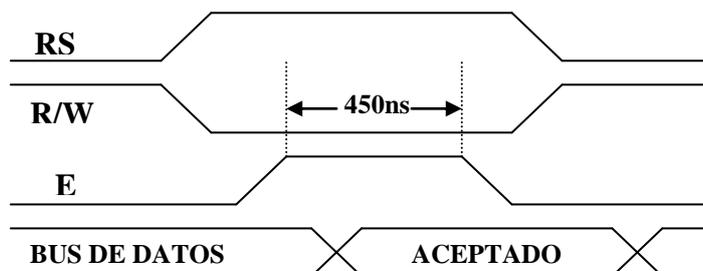


Figura 2.19: Cronogramas para escritura en el LCD



**Figura 2.20.-** Cronogramas para lectura en el LCD

En la Fig. 2.21 se muestran los cronogramas correspondientes a las operaciones más habituales: escritura de un carácter en el LCD. Se presenta el cronograma cuando se usa un bus de 8 bits, se ha supuesto que el carácter enviado es el \$41 (La letra 'A').



**Figura 2.21.-** Cronogramas para escribir el dato \$41 (Carácter 'A') en el LCD utilizando bus de datos de 8 bits.

### 2.7.7 OPERACIONES A REALIZAR PARA EL CASO DE 8 BITS.

1. La señal E se encuentra siempre a 0 antes de realizar cualquier operación.

2. Poner RS = 1 y R/W = 0
3. Situar el dato a imprimir en el bus de datos del LCD (se enviaría \$41)
4. E = 1
5. E = 0
6. El carácter ha sido imprimido en el LCD.

### 2.7.8 COMANDOS DEL LCD

El LCD se controla mediante comandos que se envían al registro de control del LCD, seleccionado al poner la señal RS a nivel bajo (0). Cuando lo que se quiere es imprimir caracteres en el display o enviar información a la CG RAM para definir caracteres se selecciona el registro de datos poniendo RS a nivel alto (1).

Existe un contador de direcciones para la DD RAM y otro para la CG RAM, el cual contiene la dirección a la que se va a acceder. Modificando el *contador de direcciones* es posible acceder a cualquier posición tanto de la CG RAM como de la DD RAM. Con ello se consigue por ejemplo imprimir caracteres en cualquier posición del LCD. Cada vez que se realiza un acceso a memoria, el contador de direcciones se incrementa o decrementa automáticamente, según cómo se haya configurado el LCD.

Al LCD le lleva un cierto tiempo procesar cada comando enviado. Por ello, para que se ejecute el comando especificado es necesario asegurarse de que el comando anterior ha finalizado. Existen dos estrategias para realizar esto. La primera se basa en leer del display el **bit de ocupado**. Si este bit se encuentra a 1 quiere decir que el LCD está ocupado procesando el comando anterior y por tanto no puede procesar nuevos comandos.

La segunda estrategia, menos elegante pero más cómoda de implementar, consiste en realizar una pausa antes de volver a enviar el siguiente comando. Los tiempos máximos que tarda el display en procesar los comandos están especificados por el fabricante y tienen un valor típico de 40 s. Si se realiza una pausa mayor o igual a esta se tiene garantía de que el display ha terminado de ejecutar el comando.

#### **2.7.8.1 BORRAR EL DISPLAY**

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

Tiempo de ejecución es de 1.64ms

#### **2.7.8.2 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) permanece invariable. La dirección de la memoria RAM de datos para la visualización (DD RAM) es puesta a 0.

Tiempo de ejecución es de 1.64ms

#### **2.7.8.3 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=0.

Tiempo de ejecución es de 40  $\mu$ s

#### **2.7.8.4 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).

Tiempo de ejecución es de 40  $\mu$ s.

#### **2.7.8.5 DESPLAZAMIENTO DEL CURSOR / DISPLAY**

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

Tiempo de ejecución es de 40 $\mu$ s.

#### **2.7.8.6 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)

Tiempo de ejecución es de 40  $\mu$ s.

#### **2.7.8.7 ACCESO A POSICIONES CONCRETAS DE LA 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 8 bytes que se almacenan en sucesivas posiciones de la CG RAM.

Mediante esta instrucción se establece la dirección de memoria CG RAM a partir de la cual se irán almacenando los bytes que definen un carácter gráfico. Ejecutando este comando todos los datos que se lean o escriban posteriormente, lo hacen desde esta memoria CG RAM. Tiempo de ejecución es de 40  $\mu$ s.

#### **2.7.8.8 ACCESO A POSICIONES CONCRETAS DE LA DD RAM**

Los caracteres o datos que se van visualizando, se van almacenando en una memoria llamada DD RAM para de aquí pasar a la pantalla. Mediante esta instrucción se establece la dirección de la memoria DD RAM a partir de la cual se irán almacenando los datos a visualizar. Ejecutando este comando, todos los datos que se escriban o lean posteriormente lo harán 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 de LCD. Tiempo de ejecución es de 40  $\mu$ s.

#### **2.7.8.9 ENVIAR DATOS A LA CG RAM O A LA DD RAM**

Cuando el modulo LCD esta ejecutando cualquiera de estas instrucciones, tarda un cierto tiempo de ejecución en el que no se debe mandar ninguna instrucción.

Para ello dispone de un flag llamado BUSY (ocupado) 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

Tiempo de ejecución es de 40  $\mu$ s.

### 2.7.8.10 RESUMEN DE COMANDOS

El resumen de los comandos para el LCD se observan en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4:** Resumen de los comandos del LCD

	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Borrar display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cursor a Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X
Establecer modo de funcionamiento	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Control ON /OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Desplazamiento del cursor / display	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X
Modo de transferencia	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X
Acceso a CG RAM	0	0	0	1	<b>Dirección de la CG RAM</b>					
Acceso a memoria DD RAM	0	0	1	<b>Dirección de la DD RAM</b>						
Lectura de Busy y direcciones	0	1	BF	<b>Contador de dirección</b>						
Escritura de datos en CG y DD RAM	1	0	<b>Dato a escribir</b>							
Lectura de datos en CG y DD RAM	1	1	<b>Dato leído</b>							

I/D = 1: Incrementar contador direcciones	I/D = 0: Decrementar contador
S = 1: Desplazamiento del display	S = 0: Display quieto
D = 1: Display ON	D = 0: Display OFF
C = 1: Cursor ON	C = 0: Cursor OFF
B = 1: Parpadeo del carácter	B = 0: No hay parpadeo
S/C = 1: desplazar el display	S/C = 0: Desplazar el cursor
R/L = 1: Desplazamiento a la derecha	R/L = 0: Desplazamiento a izq.
DL = 1: Configura display a 8 bits	DL = 0: Configura display a 4
BF = 1: Display ocupado	BF = 0: Display listo para ejecutar otra operación

### 2.7.9 RUTINAS DE INICIALIZACIÓN DEL “LCD”

Las rutinas de inicialización del LCD son similares para la mayoría de tipos de LCD ya sean de una, dos o cuatro líneas. Las rutinas constan impresas en la parte de la programación y se la utiliza como un archivo aparte llamado **LcdXX.INC**, ver **ANEXO “A”** el cual se es utilizado en el programa al incluir en las librerías que se utilizan para que funcione el software en el **PIC**.

## 2.8 MICROCONTROLADOR (PIC)

Los microcontroladores están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas en los automotores y los televisores de nuestro hogar. El nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que fabricaremos y usamos los humanos.

### 2.8.1 RECURSOS COMUNES DE TODO MICROCONTROLADOR.

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

### 2.8.2 ARQUITECTURA BÁSICA

Aunque inicialmente todos los microcontroladores adoptaron la arquitectura clásica de von Neumann, en el momento presente se impone la arquitectura Harvard. La arquitectura de von Neumann dispone de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A la memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).

La arquitectura Harvard dispone de dos memorias independientes una, que contiene sólo instrucciones y otra sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias. Fig 2.22

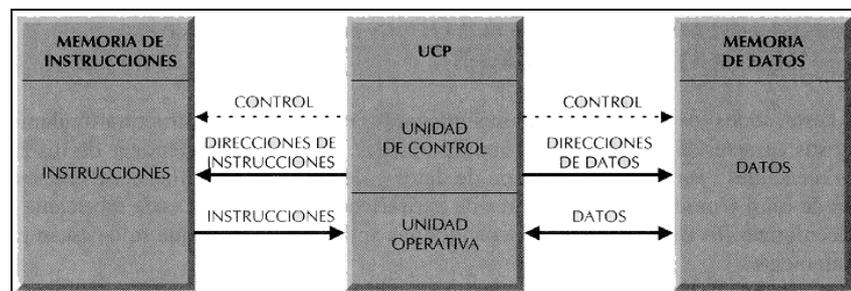


Figura 2.22.- La arquitectura Harvard de los PIC

Los microcontroladores PIC responden de la arquitectura Harvard, dispone de dos memorias independientes para datos e instrucciones, permitiendo accesos simultáneos.

### **2.8.3 ARQUITECTURA INTERNA**

Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador, pero con unas características fijas que no pueden alterarse.

Las partes principales de un microcontrolador son:

#### **2.8.3.1 EL PROCESADOR O UCP**

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

Existen tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores actuales.

**CISC:** Un gran número de procesadores usados en los microcontroladores están basados en la filosofía CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo).

Disponen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución. Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen al programador instrucciones complejas que actúan como macros.

**RISC:** Tanto la industria de los computadores comerciales como la de los microcontroladores están decantándose hacia la filosofía RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y, generalmente, se ejecutan en un ciclo. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.

**ISC:** En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es "específico", o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista. Esta filosofía se ha bautizado con el nombre de SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico).

### **2.8.3.2 MEMORIA**

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de

memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos.

La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa. Por otra parte, como sólo existe un programa activo, no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM.

Según el tipo de memoria ROM que dispongan los microcontroladores, la aplicación y utilización de los mismos es diferente. Se describen las cinco versiones de memoria no volátil que se pueden encontrar en los microcontroladores del mercado.

- **ROM CON MÁSCARA.-** Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip. Gran capacidad, varios miles de unidades.
- **OTP.-** Memoria no volátil de sólo lectura "programable una sola vez" por el usuario. OTP (One Time Programmable). Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde un PC. La versión OTP es recomendable cuando es muy corto el ciclo de diseño del producto, o bien, en la construcción de prototipos y series muy pequeñas.

- **EPROM.-** Los microcontroladores que disponen de memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) pueden borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC.

Si, posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos

- **EEPROM.-** Se trata de memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC. No disponen de ventana de cristal en la superficie.

Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, pueden grabarse y borrarse cuantas veces se quiera sin ser retirados de dicho circuito. Para ello se usan "grabadores en circuito".

El número de veces que puede grabarse y borrarse una memoria EEPROM es finito, por lo que no es recomendable una reprogramación continua.

- **FLASH.-** Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como

una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña.

A diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM. La alternativa FLASH está recomendada frente a la EEPROM cuando se precisa gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más veloz y tolera más ciclos de escritura/borrado.

Las memorias EEPROM y FLASH son muy útiles al permitir que los microcontroladores que las incorporan puedan ser reprogramados "en circuito", es decir, sin tener que sacar el circuito integrado de la tarjeta. Así, un dispositivo con este tipo de memoria incorporado al control del motor de un automóvil permite que pueda modificarse el programa durante la rutina de mantenimiento periódico, compensando los desgastes y otros factores tales como la compresión, la instalación de nuevas piezas, etc. La reprogramación del microcontrolador puede convertirse en una labor rutinaria dentro de la puesta a punto.

### **2.8.3.3 PUERTAS DE ENTRADA Y SALIDA**

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

Según los controladores de periféricos que posea cada modelo de microcontrolador, las líneas de E/S se

destinan a proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.

### **2.8.3.3 RELOJ PRINCIPAL.**

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

Generalmente, el circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto a elementos pasivos o bien un resonador cerámico o una red R-C.

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

### **2.8.3.4 RECURSOS ESPECIALES**

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

requerimientos de su aplicación. De esta forma, minimizará el coste, el hardware y el software.

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o "Timers", orientados a controlar tiempos.
- Perro guardián o "Watchdog", destinado a provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado
- Protección ante fallo de alimentación o "Brownout".
- Estado de reposo, en el que el sistema queda congelado y el consumo de energía es mínimo.
- Conversor A/D y D/A. para poder recibir señales analógicas.

#### **2.8.4 CONVERTIDORES A/D**

Los microcontroladores PIC16F87X poseen un conversor A/D de 10 bits de resolución y 5 canales de entrada en los modelos de 28 patitas y 8 en los que tiene 40 patitas.

La resolución que tiene cada bit procedente de la conversión tiene un valor que es función de la tensión de referencia  $V_{ref}$ , de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Resolución = (V_{ref+} - V_{ref-}) / 1.024 = V_{ref} / 1.024$$

Así, por ejemplo, si la  $V_{ref+} = 5V_{DC}$  y la  $V_{ref-}$  es tierra, la resolución es de 4.8 mV/bit. Por tanto, a la entrada analógica de 0 V le corresponde una digital de 0000000000 y para la de 5 V una de 1111111111. La tensión de referencia determina los límites máximos y

mínimos de la tensión analógica que se puede convertir. El voltaje diferencial mínimo es de 2 V.

A través del canal de entrada seleccionado, se aplica la señal analógica a un capacitor de captura y mantenimiento (*simple and hold*) y luego se introduce al conversor, el cual proporciona un resultado digital de 10 bits de longitud usando la técnica de aproximaciones sucesivas.

El conversor A/D es el único dispositivo que puede funcionar en modo reposo (*sleep*), para ello el reloj conversor deberá conectarse al oscilador RC interno.

La tensión de referencia puede implementarse con la tensión interna de alimentación VDD o bien, con una externa que se introduce por la patita RA3/AN3/Vref+, en cuyo caso la polaridad negativa se aplica por la patita RA2/AN2/Vref-.

## **2.8.5 PRINCIPALES REGISTROS DE USO ESPECIAL, CONTROL Y PARA MANEJO DE LOS MICRCONTROLADORES**

### **2.8.5.1 REGISTRO DE OPCIONES (OPTION)**

Realiza las siguientes funciones:

- Asigna el divisor de frecuencias al TIMER0 (TMR0) o al perro guardián
- Elige el rango en el cual trabaja el divisor de frecuencias
- Selecciona el tipo de reloj del TMR0, también selecciona el flanco activo
- Selecciona el flanco activo para la interrupción externa por RNO/INT

- Activa o desactiva las resistencias de pull-up de la puerta B

### REGISTRO OPTION

RBPU#	INTEDG	TOCS	TOSE	PSA	PS2	PS1	PA0
-------	--------	------	------	-----	-----	-----	-----

- PSA            asignación del divisor de frecuencias  
 1= se le asigna al WDT  
 0= se le asigna al TMR0
- TOSE           tipo de flanco en TOCKI  
 1= incremento del TMR0 cada flanco descendente  
 0= incremento del TMR0 cada flanco ascendente
- TOCS           tipo de reloj para el TMR0  
 1= pulsos introducidos a través de TOCKI (contador)  
 0= pulsos de reloj interno (temporizador)
- INTEDG        flanco activo de la interrupción externa  
 1= flanco ascendente  
 0= flanco descendente
- RBPU#        resistencias del pull-up de la puerta B  
 1= desactivadas  
 0= activadas

### 2.8.5.2 REGISTRO ESTADO

IRP	RP1	RP0	TO#	PD#	Z	DC	C
-----	-----	-----	-----	-----	---	----	---

- Z= 1 si el resultado de operación lógica aritmética es = 0

- PD# se pone a 1 automáticamente
- C 1 indica que ha existido un acarreo en el bit de más peso en suma, y en resta si vale 1 no hay llevada, y si vale 0, si hay llevada
- DC igual que C pero refiriéndose al cuarto bit.
- RP1 y RP0 utilizamos para cambio de bancos

### 2.8.5.3 REGISTRO DE INTERRUPCIONES (INTCON)

Se trata de un registro leíble y escribible que, para facilitar su acceso, se halla duplicado en los cuatro bancos, ocupando las direcciones 0Bh, 8Bh, 10Bh y 18Bh, respectivamente. Tiene la misión de controlar las interrupciones provocadas por el TMRO, cambio de estado en las 4 líneas de más peso de la Puerta B y activación de la patita RBO/INT.

Es muy parecido al registro que con el mismo nombre existía en el P1C16FX4. Sólo cambia el bit 6 en los nuevos PIC, que es el PEIE (permiso de interrupción de los periféricos) en lugar del EEIE que lema el P1C16FS4 para permitir la interrupción cuando finalizase la escritura de un byte en tu EEPROM. El bit PEIE actúa como una segunda llave parcial de permiso o prohibición de las causas de interrupción que no están contempladas en INTCON y que las provocan los restantes periféricos del microcontrolador. GIE es el bit de permiso global de todas las interrupciones.

#### REGISTRO INTCON

GIE	PEIE	TOIE	INTE	RBIE	TOIF	INTF	RBIF
-----	------	------	------	------	------	------	------

GIE	bit de permiso global de interrupciones 1= permitido 0= prohibido
PEIE	permiso para periféricos que no controla el INTCON
TOIE	bit de permiso de interrupción del TMR0
INTE	bit de permiso de interrupción externa por RB0
RBIE	bit de permiso de interrupción por cambio de RB4- RB7
TOIF	señalizador de desbordamiento del TMR0
INTF	señalizador de la patita de RB0/INT
RBIF	señalizador de cambio de RB4- RB7

#### 2.8.5.4 REGISTROS ADCON0 Y ADCON1

El registro ADCON0 controla la operación del C A/D, mientras que el ADCON1 sirve para controlar las patitas de la puerta A como entradas analógicas o E/S digitales.

##### REGISTRO ADCON0

ADCS1	ADCS0	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE#	-	ADON
-------	-------	------	------	------	----------	---	------

**GO/DONE#** Es el bit de estado de la conversión, en 1 se inicia la conversión  
En 0 confirma el final de la conversión.

**ADON** Sirve para activar el CAD poniendo en 1

**ADCS1 y ADCS0** Frecuencia que se emplea en la conversión, ver la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5.-** Frecuencia de conversión

<b>ADCS1:0</b>	<b>FRECUENCIA</b>
00	Fosc/2
01	Fosc/4
10	Fosc/32
11	F <sub>RC</sub> (procede de oscilador interno)

**CHS2-0** Selecciona el canal por el se introduce la señal analógica.

<b>CH-2</b>	<b>CANAL</b>
000	RA0/AN0
001	RA1/AN1
010	RA2/AN2
011	RA3/AN3
100	RA4/AN4
101	RE0/AN5
110	RE1/AN6
111	RE2/AN7

### **REGISTRO ADCON1**

ADFM	-	-	-	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
------	---	---	---	-------	-------	-------	-------

**ADFM** Tipo de justificación del resultado

0 = justificación a la izquierda

1 = justificación a la derecha

**PCFG3-0** Se utiliza para configurar las patitas de los canales al convertor como analógicas o como E/S digitales, ver Tabla 2.6.

**Tabla 2.6.-** Configuración de los canales para el CAD

PCFG0-3	AN7/ RE2	AN6/ RE1	AN5/R E0	AN4/ RE5	AN3/ RE3	AN2/ RE2	AN1/ RE1	AN0/ RE0
0000	A	A	A	A	A	A	A	A
0001	A	A	A	A	Vref	A	A	A
0010	D	D	D	A	A	A	A	A
0011	D	D	D	A	Vref	A	A	A
0100	D	D	D	D	A	D	A	D
0101	D	D	D	D	Vref	D	A	A
011X	D	D	D	D	D	D	D	A
1000	A	A	A	A	Vref	Vref	D	A
1001	D	D	A	A	A	A	A	A
1010	D	D	A	A	Vref	A	A	A
1011	D	D	A	A	Vref	Vref	A	A
1100	D	D	D	A	Vref	Vref	A	A
1101	D	D	D	D	Vref	Vref	A	A
1110	D	D	D	D	D	D	D	A
1111	D	D	D	D	Vref	Vref	D	A

### 2.8.5.5 REGISTRO DE PERMISO DE INTERRUPCIONES (PIE1)

Contiene los bits que permiten (1) o prohíben (0) las interrupciones provocadas por los periféricos internos del microcontrolador y que no estaban contempladas en INTCON.

Ocupa la dirección 8Ch y para que cumplan su función los bits de PIE I es necesario que PEIE = 1 en 1NTCON <6>. El bit PSPIE sólo es válido en los modelos de 40 patitas, manteniéndose a 0 en los que tienen 28 patitas

#### REGISTRO PIE1

PSP1E	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
-------	------	------	------	-------	--------	--------	--------

- PSP1E** permiso de interrupciones para la puerta paralela esclava a realizar una operación de lectura/escritura. En modelos de 40 patitas
  
- ADIE** permiso de interrupción para el conversor A/D al finalizar la conversión
  
- RCIE** permiso de interrupción para el receptor USART cuando el buffer se llena
  
- TXIE** permiso de interrupción para el transmisor del USART cuando el buffer se vacía
  
- SSPIE** permiso de interrupción para la puerta serie síncrona
  
- CCP1IE** permiso de interrupción para el módulo CCP1 cuando se produce una captura o comparación
  
- TMR2IE** permiso de interrupción para el TMR2 con su desbordamiento
  
- TMR1IE** permiso de interrupción para el TMR1 con su desbordamiento

#### **2.8.5.6 REGISTRO DE PERMISO DE INTERRUPCIONES (PIE2)**

Contiene los bits de permiso de interrupción de las tres causas que no figuraban en PIE1. La de fin de escritura en la EEPROM, colisión de bus en el modo SSP y producción de una captura o una comparación en el módulo CCP2. El bit 6 es un bit reservado y su valor es siempre 0. Cuando se leen los bits que no tienen asignada función se obtiene 0.

### REGISTRO PIE2

-	0	-	EEIE	BCLIE	-	-	CCP2IE
---	---	---	------	-------	---	---	--------

**EEIE** Permiso de interrupción por fin de escritura en la EEPROM de datos

**BCLIE** Permiso de interrupción por colisión de bus en el SSP cuando dos o más maestros tratan de transferir al mismo tiempo

**CCP2IE** Permiso de interrupción en el módulo CCp2

### 2.8.5.7 REGISTROS DE LOS SEÑALIZADORES DE INTERRUPTOS PIE1 Y PIE2 (PIR1 Y PIR2)

En correspondencia con los bits de permiso ó prohibición de las causas de interrupción recogidas en los registros PIE1 y PIE2. existen otros dos registros, PIR1 y PIR2, cuyos bits actúan de señalizadores del momento en el que se origina la causa que provoca la interrupción, independientemente de si esta permitida o prohibida. Ocupan las direcciones 0Ch y 0Dh, respectivamente.

### REGISTRO PIR1

PSPIF	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
-------	------	------	------	-------	--------	--------	--------

### REGISTRO PIR2

-	0	-	EEIF	BCLIF	-	-	CCP2IF
---	---	---	------	-------	---	---	--------

## 2.8.6 COMANDOS UTILIZADOS POR LOS PIC16F87X

NEMONICOS	PARÁMETROS	OPERACIÓN	SEÑALIZADORES
<b>INSTRUCCIONES QUE MANEJAN REGISTROS</b>			
Addwf	f,d	Suma de W con f	C, DC, Z
Andwf	f,d	AND de W con f	Z
Clrf	F	Borrado de f	Z
Clrw		Borrado de W	Z
Comf	f,d	Complemento de f	Z
Decf	f,d	Decremento de f	Z
Incf	f,d	Incremento de f	Z
Iorwf	f,d	OR de W con f	Z
Movf	f,d	Movimiento de f	Z
Movwf	F	Movimiento de W a f	
Nop		No operación	
Rlf	f,d	Rota f a izquierda con carry	C
Rrf	f,d	Rota f a derecha con carry	C
Subwf	f,d	Resta de W a f (f-W)	C, DC, Z
Swapf	f,d	Intercambio de los 4 bits de + peso por los de - peso	
Xorwf	f,d	OR exclusiva de W con f	Z
<b>INSTRUCCIONES QUE MANEJAN BITS</b>			
Bcf	f,b	Puesta a 0 del bit b de f	
Bsf	f,b	Puesta a 1 del bit b de f	
<b>INSTRUCCIONES DE BRINCO</b>			
Btfsc	f,b	Testeo del bit b de f; brinco si 0	
Btfss	f,b	Testeo del bit b de f; brinco si 1	
Decfsz	f,d	Decremento de f; brinco si 0	
Incfsz	f,d	Incremento de f; brinco si 0	
<b>INSTRUCCIONES QUE MANEJAN OPERANDOS INMEDIATOS</b>			
Addlw	K	Suma de literal con W	C, CD, Z
Andlw	k	AND de literal con W	Z
Iorlw	k	OR de literal con W	Z
Movlw	k	Movimiento de literal a W	
Sublw	k	Resta W de literal (k-W)	C, CD, Z
Xorlw	k	OR exclusiva de literal con W	Z
<b>INSTRUCCIONES DE CONTROL Y ESPECIALES</b>			
Call	k	Llamada a subrutina	
Clrwdt		Borrado del WATCHDOG	
Goto	k	Salto a una dirección	
Retfie		Retorno de interrupción	
Retlw	k	Retorno devolviendo literal W	
Return		Retorno de subrutina	
Sep		Puesta del micro en reposo	

## 2.8.7 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS PIC16F87X..

Se enumeran las prestaciones y dispositivos especiales que rodean a los PIC16F87X..

- Procesador de arquitectura RISC avanzada
- Juego de solo 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción, menos las de salto que tardan dos.
- Hasta 8K palabras de 14 bits para la Memoria de Programa, tipo FLASH en los modelos 16F876 y 16F877 y 4KB de memoria para los PIC 16F873 y 16F874.
- Hasta 368 Bytes de memoria de Datos RAM.
- Hasta 256 Bytes de memoria de Datos EEPROM.
- Pines de salida compatibles para el PIC 16C73/74/76/77.
- Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas.
- Pila de 8 niveles.
- Modos de direccionamiento directo e indirecto.
- Power-on Reset (POP).
- Temporizador Power-on (POP) y Oscilador Temporizador Start-Up (OST).
- Perro Guardián (WDT).
- Código de protección programable.
- Modo SLEEP de bajo consumo.
- Programación serie en circuito con dos pines.
- Solo necesita 5V para programarlo en este modo.
- Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5,5 V.
- Bajo consumo: < 2 mA valor para 5 V y 4 MHz; 20  $\mu$ A para 3V y 32Mhz y <1  $\mu$ A en standby
- Encapsulado PDIP de 28 y 40 pines .

## 2.8.8 OSCILADORES PARA LOS PIC

Todo microprocesador o microcontrolador requiere de un circuito que le indique a que velocidad debe trabajar. Este circuito es conocido por todos como un oscilador de frecuencia. Este oscilador es como el motor del microcontrolador por lo tanto, este pequeño circuito no debe faltar. En el caso del microcontrolador PIC16F877 el pin 13 y el pin 14 son utilizados para introducir la frecuencia de reloj.

Existen microcontroladores que tienen su oscilador internamente y no requieren de pequeños circuitos electrónicos externos. El microcontrolador PIC16F877 requiere de un circuito externo de oscilación o generador de pulsos de reloj. La frecuencia de reloj máxima es de 20 MHz; sin embargo, se recomienda trabajar con una frecuencia de reloj de 4 MHz, ya que es más práctico y está más extendido.

El PIC16F877 puede utilizar cuatro tipos diferentes de reloj oscilador externos. El tipo de oscilador dependerá de la precisión, velocidad y potencia que requiramos; por otro lado, el coste también es un aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir un oscilador u otro. Podemos hacer uso de 4 tipos diferentes de osciladores:

**2.8.8.1 Oscilador tipo "XT" (XTal)** para frecuencias menores a 4Mhz.

**2.8.8.2 Oscilador tipo "LP" (Low Power)** para frecuencias entre 32 y 200 Khz. Este oscilador es igual que el anterior, con la diferencia de que el PIC trabaja de una manera distinta. Este modo está destinado para trabajar con un cristal de

menor frecuencia, que, como consecuencia, hará que el PIC consuma menos corriente.

2.8.8.3 **Oscilador tipo "HS" (High Speed)** para frecuencias comprendidas entre 4 y 20 MHz. Habremos de usar esta configuración cuando usemos cristales mayores de 4 MHz. La conexión es la misma que la de un cristal normal, a no ser que usemos un circuito oscilador como el relatado unas líneas más abajo, en la sección de Otras configuraciones.

2.8.8.4 **Oscilador tipo "RC" (Resistor/Capacitor)** para frecuencias no mayores de 5.5 Mhz, es el más económico por que tan solo se utiliza un condensador no polarizado y una resistencia. Este tipo de oscilador proporciona una estabilidad mediocre en la frecuencia generada y podrá ser utilizado para aquellos proyectos que no requieran precisión.

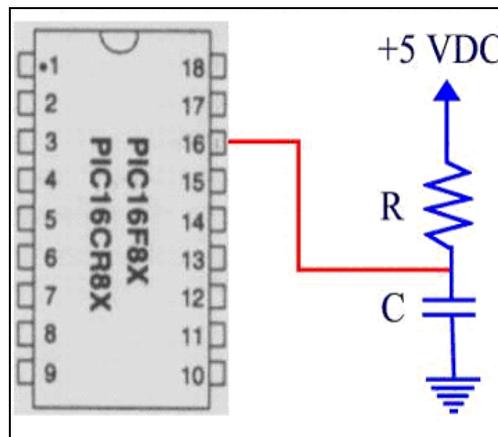


Figura 2.23.- Conexión de la red R/C en el PIC

Es importante saber que para valores de resistencia menor a 4 K, el sistema se hace inestable o se podría detener la frecuencia de oscilación totalmente. Para valores de resistencias mayores a 100 Megas, el oscilador se hace susceptible al ruido, humedad y a la temperatura por lo tanto se recomienda que este tipo de oscilador se encuentre en el siguiente rango ( $5K < R < 100 K$ ). Por otro lado se recomienda utilizar un condensador no polarizado de 20pf. por el ruido del medio y la estabilidad del sistema.

### **2.8.9 APLICACIONES DE LOS MICROCONTROLADORES.**

Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo.

Los microcontroladores están siendo empleados en multitud de sistemas presentes en nuestra vida diaria, como pueden ser juguetes, horno microondas, frigoríficos, televisores, computadoras, impresoras, módems, el sistema de arranque de nuestro coche, etc. Y otras aplicaciones con las que seguramente no estaremos tan familiarizados como instrumentación electrónica, control de sistemas en una nave espacial, etc.

Una aplicación típica podría emplear varios microcontroladores para controlar pequeñas partes del sistema. Estos pequeños controladores podrían comunicarse entre ellos y con un procesador central, probablemente más potente, para compartir la información y coordinar sus acciones, como, de hecho, ocurre ya habitualmente en cualquier PC.

### **III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PANEL DE MONITOREO**

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Independientemente de la marca, adquirir un vehículo implica confiarle a la casa fabricante la vida tanto del conductor como de los acompañantes, de allí que cada modelo moderno traiga un sistema de alarmas y monitoreo de los parámetros de funcionamiento del vehículo para poder minimizar la posibilidad de sufrir algún percance, ya sea del vehículo o de los ocupantes.

Nuestro trabajo es un panel de monitoreo y alarmas de los diferentes parámetros de funcionamiento de un vehículo, mediante la utilización de un microcontrolador y una pantalla LCD.

#### **3.2 JUSTIFICATIVO**

Es indispensable que los automotores dispongan de algún sistema de monitoreo que alerte al conductor mediante alarmas ópticas y/o sonoras para aumentar la confiabilidad del móvil y de esta manera evitar daños en el automóvil e inconvenientes en la conducción tanto en la carretera como en la ciudad como por ejemplo:

Calentamiento del motor, presión de aceite insuficiente, ausencia de combustible, bajo nivel de líquido de frenos, carga ineficiente de la batería y otras más, las cuales ocasionan deterioro en el motor y sistemas del automóvil o a su vez accidentes.

Razón por la cual mediante el uso de elementos eléctricos y/o electrónicos sencillos de bajo costo se implemento la función de monitoreo de los parámetros de funcionamiento del automóvil, misma que será de gran importancia para los usuarios de los automotores.

### **3.3 OBJETIVOS**

#### **3.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

Diseñar e instalar un panel de monitoreo y alarma de los parámetros de funcionamiento del automóvil Chevrolet Forsa modelo 1998.

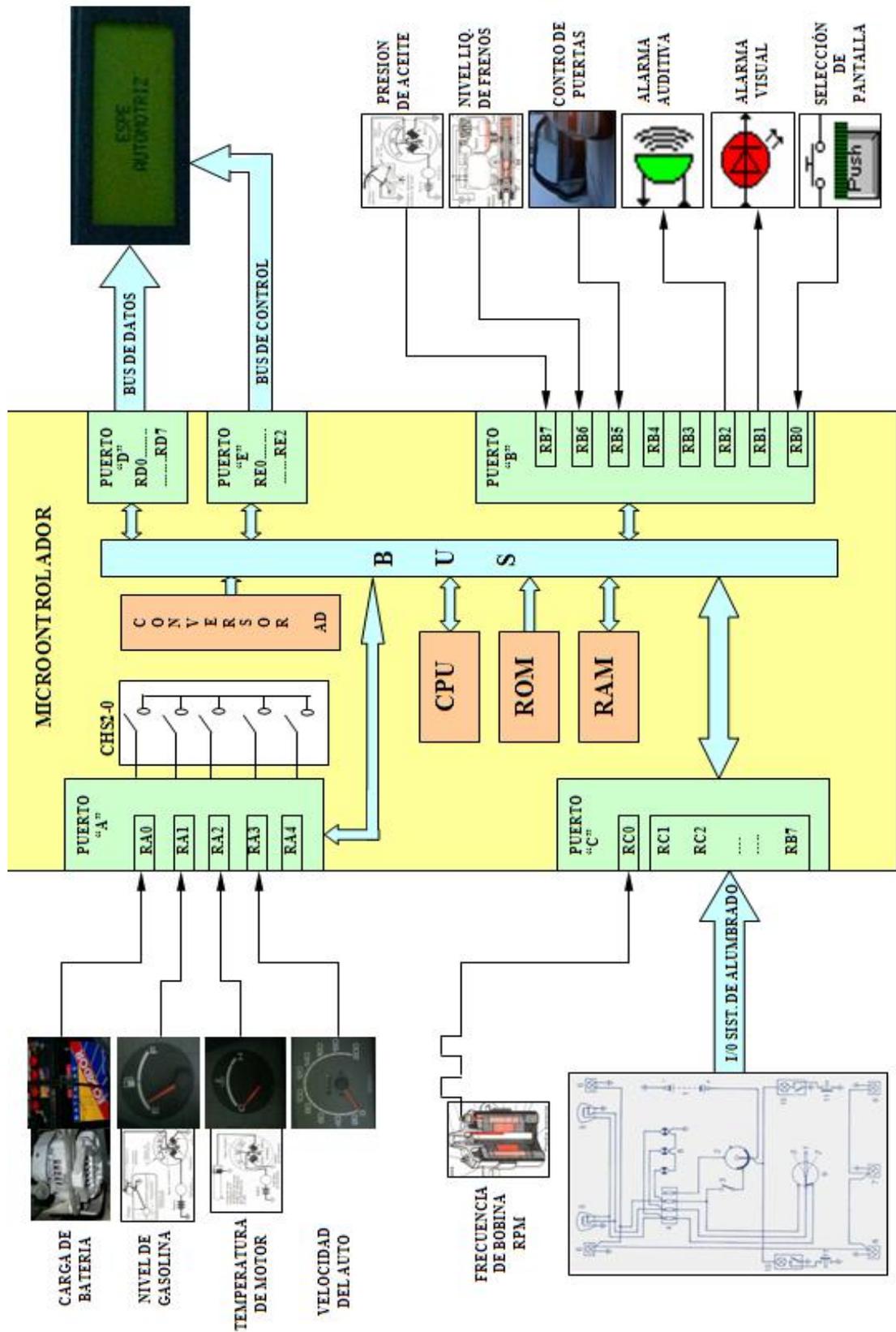
#### **3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Instalar un sistema visual y auditivo que monitoree todos los parámetros de funcionamiento del vehículo tales como: temperatura del motor, nivel de combustible, carga de la batería, nivel de líquido de freno, presión de aceite, revoluciones del motor, velocidad del vehículo, sistema de alumbrado y seguridad en las puertas.
- Utilizar elementos eléctricos y electrónicos para aplicar en la implementación de circuitos acorde a las necesidades del panel de monitoreo.
- Aplicar técnicas de implementación e instalación de circuitos eléctricos y electrónicos aprendidos en las aulas y en los laboratorios.

#### **3.3.3 METAS**

Aplicar los conocimientos de las áreas de Automotriz y Electrónica para el diseño construcción e instalación del panel de monitoreo de los parámetros de funcionamiento del vehículo Chevrolet Forsa.

### 3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL TRABAJO A REALIZAR





## **3.5 PARAMETROS CONSIDERADOS**

### **3.5.1 EN EL AUTOMOTOR**

Los parámetros considerados para ser monitoreados son aquellos que necesitan que constantemente sean verificadas durante el funcionamiento del automotor para evitar algún inconveniente y estos son los siguientes:

- Temperatura del motor,
- Presión de aceite
- Nivel de combustible
- Carga de la batería
- Nivel de líquido de frenos
- Revoluciones del motor
- Velocidad del vehículo
- Sistema de alumbrado
- Seguridad en las puertas

Cada uno de estos parámetros al no ser controlados a tiempo causa deterioro en el motor y sistemas del automóvil o a su vez accidentes, mismos que podemos minimizar instalando un buen sistema de monitoreo y alarmas para que puedan ser corregidas a tiempo y evitar cualquier percance en el vehículo o en sus ocupantes.

### **3.5.2 EN EL MICROCONTROLADOR ELEMENTO PRINCIPAL DEL PANEL**

La frecuencia de trabajo del microcontrolador es un parámetro fundamental para establecer la velocidad en la ejecución de instrucciones y el consumo de energía.

Cuando el PIC funciona a 4 MHz., le corresponde un ciclo de instrucción de  $\frac{1}{4} \mu s$ , y puesto que cada instrucción tarda en ejecutarse cuatro periodos de reloj, o sea  $4 * \frac{1}{4} \mu s$ . Todas las instrucciones del PIC se realizaran en un ciclo de instrucción, menos las de salto, que tardan el doble.

$$T_{CICLOINSTRUCCION} = 4 * T_{RELOJ}$$

$$T_{CICLOINSTRUCCION} = 4 * \frac{1}{4} \mu s = 1 \mu s$$

De acuerdo a los cálculos obtenidos en el tiempo de ciclo de instrucción podemos darnos cuenta que el microcontrolador reacciona casi instantáneamente y por ende todas las lecturas que hagamos de cada una de las diferentes variables y la despleguemos en el LCD va a ser en tiempo real para nuestros ojos ya que para que se demore 1seg, tendría que haber ejecutado un millón de instrucciones.

### 3.6 SEÑALES DE ENTRADA

Todos los PIC tiene pines que soportan la tensión de alimentación, reciben la señal del oscilador externo y otra se utiliza para generar un reset, el resto de patitas funcionan como líneas de entrada y salida. El PIC 16F877 tiene una mínima diferencia de la función de cada una de ellas dada por el fabricante, además de acuerdo al programa se tomo algunas líneas de E/S solo como entradas.

La misión de cada una de las líneas de entrada son las que vienen dadas por el fabricante y también las tomadas de acuerdo al programa que son como indica la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1.-** Asignación de los pines de entrada del PIC

<b>NUMERO DE PIN</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>MISIÓN QUE DESEMPEÑA CADA UNO DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR</b>
1	MCLR	Entrada digital activada con el nivel lógico bajo, su activación origina la reinicialización del programa.
2	RA0	Entrada análoga para monitorear la carga de la batería
3	RA1	Entrada análoga para monitorear el nivel de gasolina
4	RA2	Entrada análoga para monitorear temperatura del motor
5	RA3	Entrada análoga para monitorear velocidad del vehículo
11	VDD	Entrada de tensión positiva de la alimentación
12	VSS	Entrada de tierra o negativo de la alimentación
13	OSC1	Se conecta el oscilador de 4MHZ.
14	OSC2	Se conecta el oscilador de 4MHZ.
15	RC0	Entrada de pulsos de bobina para monitorear las RPM
16	RC1	Entrada digital para monitorear las luces guías
17	RC2	Entrada digital para monitorear las luces bajas
18	RC3	Entrada digital para monitorear las luces altas
23	RC4	Entrada digital para monitorear la luz de freno
24	RC5	Entrada digital para monitorear la luz de retro
25	RC6	Entrada digital para monitorear luz direccional izquierda
26	RC7	Entrada digital para monitorear luz direccional derecha
31	VSS	Entrada de tierra o negativo de la alimentación
32	VDD	Entrada de tensión positiva de la alimentación
33	RB0/INT	Entrada digital selectora de pantalla
38	RB5	Entrada digital para monitorear el estado de las puertas
39	RB6	Entrada digital para monitorear liquido de frenos
40	RB7	Entrada digital para monitorear la presión de aceite

### **3.6.1 CIRCUITO DE RESET (PIN 1)**

Cuando se produce un fallo en la alimentación y el voltaje de alimentación VDD desciende por debajo del valor mínimo, sin llegar a

cero y luego se recupera, en esta situación es preciso provocar un reset.

Para generar un reset en el PIC al existir alguna falla en la alimentación hay que colocar un circuito externo de protección como indica la Fig. 3.1.

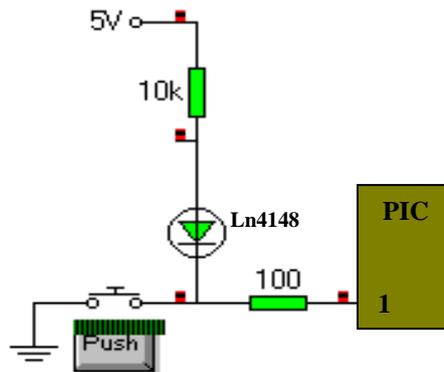


Figura 3.1.- Circuito de reset recomendado por el fabricante de PIC

### 3.6.2 SEÑALES ANÁLOGAS

Las señales análogas son aquellas que varían constantemente desde un valor mínimo hasta un valor máximo, para nuestro proyecto tenemos 4 señales análogas a monitorear mismas que son:

- Carga de la batería
- Nivel de gasolina
- Temperatura del motor
- Velocidad del vehículo.

En todas estas señales análogas intervine un variación de voltaje en unas proporcional a la variación física y en otras no, lo importante es que antes de que ingrese al PIC esta variación de voltaje tiene que ser tratado a fin de que en el microcontrolador solo

ingrese una variación de 0 a 5 voltios, lo demás es programación del PIC.

### 3.6.2.1 CARGA DE LA BATERIA (PIN 2)

Para el monitoreo de este parámetro se diseñó un divisor de tensión a fin de que la variación de la carga de la batería sea proporcional a la variación de voltaje que ingresa al PIC, asumiendo que el máximo de voltaje que pueda cargar la batería sea de 15 voltios, esto representara 5 voltios de ingreso al PIC y también será lo máximo.

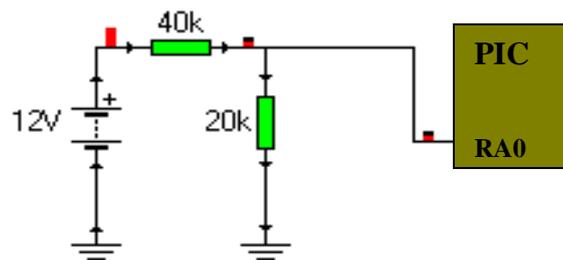


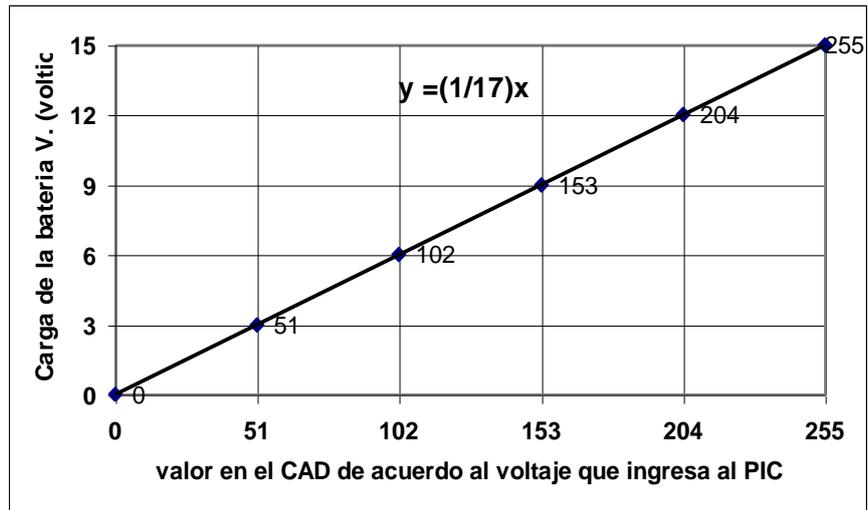
Figura 3.2.- Circuito para monitorear la carga de la batería.

De acuerdo a la Fig. 3.2 podemos calcular el voltaje que ingresa al PIC según sea la carga de la batería, misma que será de 0 a 5 voltios como indica en la tabla 3.2

Tabla 3.2.- Valores calculados para que ingrese al PIC de 0 a 5 voltios

Carga de la batería (voltios)	Corriente total (mA)	Voltaje que ingresa al PIC
15	0,250	5,00
14	0,233	4,67
13	0,217	4,33
12	0,200	4,00
11	0,183	3,67
10	0,167	3,33
9	0,150	3,00

Con la tabla 3.2 podemos obtener la gráfica y la ecuación de la recta de variación del voltaje que ingresa al PIC en función de la carga de la batería Fig. 3.3, misma que nos servirá para la programación de esta variable en el PIC y obtener la los resultados en la pantalla LCD.



**Figura 3.3.-** Voltaje al PIC (# binario) en función de la carga de la batería

La precisión de muestreo en el LCD esta dado de acuerdo a la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.-** Resolución que presenta la carga de la batería.

	N.Binario	Voltaje	N. Decimal.	V. del PIC	Resolución
Max	11111111	15V	255	5V	$\frac{255bits}{15voltios} = \frac{17bits}{voltio}$
Min	00000000	0V	0	0V	

Esto nos indica que un cambio de 17 en el CA/D nos da una variación de 1 voltio en el LCD, si la preescisión mostrada en el LCD fuera de un voltio, osea sin decimales tendríamos un error máximo de:

$$error_{\max} = \frac{16}{17} = 0.941 \text{ voltios}$$

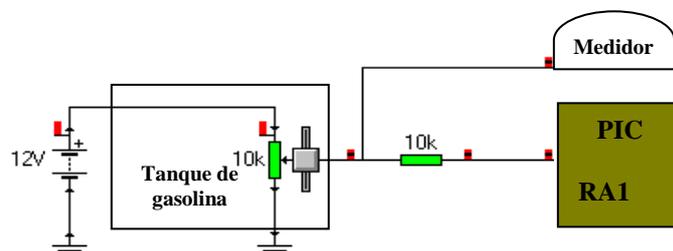
Por tal motivo se realizo la programación necesaria a fin de obtener una preescisión de 0.1voltios, con esto tenemos un error máximo de 0.094.

$$= \frac{5}{17} = 0.294 \text{ voltios}$$

$$error_{\max} = \frac{1.6}{17} = 0.094 \text{ voltios}$$

### 3.6.2.2 NIVEL DE GASOLINA (PIN 3)

Para el monitoreo de este parámetro lo único que se ubico es una resistencia de 10KΩ como indica la fig. 3.4, esto con la finalidad de hacer circular una corriente mínima al PIC. Como ya se describió anteriormente el sistema que mide el combustible es básicamente un potenciómetro, entonces al variar el nivel de combustible varia la resistencia y por ende la caída de tensión que sale a mecanismo eléctrico del tablero.



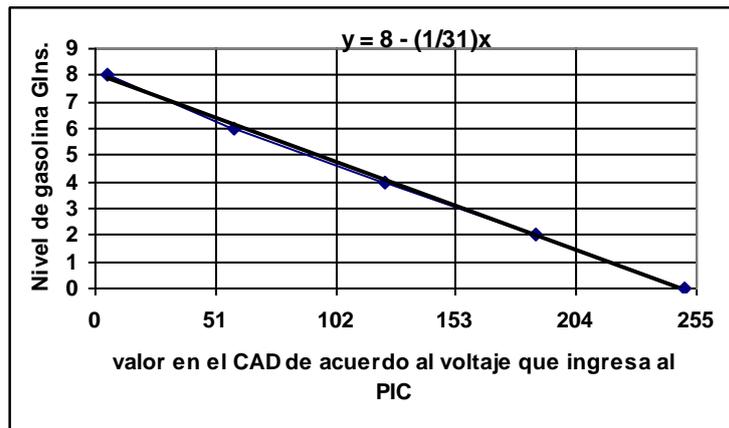
**Figura 3.4.-** Circuito para monitorear el nivel de combustible.

Los valores medidos fueron los que indican en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4.-** Valores medidos de nivel de combustible y voltaje

Nivel de combustible (tanque)	Nivel de gasolina en Glns.	Voltaje que ingresa al PIC
1	8	0.1
$\frac{3}{4}$	6	1.3
$\frac{1}{2}$	4	2.5
$\frac{1}{4}$	2	3.7
0	0	4.9

Con los datos de la tabla 3.4 podemos obtener la gráfica y la ecuación de la recta de variación del voltaje que ingresa al PIC en función del nivel de combustible disponible en el tanque Fig. 3.5, misma que nos servirá para la programación de esta variable en el PIC y obtener los resultados en la pantalla LCD.



**Figura 3.5.-** Voltaje al PIC (# CAD) en función del nivel de gasolina

La precisión de muestreo en el LCD está dada de acuerdo a la Tabla N° 3.5.

**Tabla 3.5.-** Precisión que presenta el nivel de gasolina en el LCD

	N. Binario	Gasolina (glns.)	N. Decimal.	V. al PIC	Resolución
Max	11111010	0	250	4.9V	$\frac{250 \text{ bits}}{8 \text{ g ln s}} = \frac{31 \text{ bits}}{\text{galón}}$
Min	00000101	8	5	0.1V	

Esto nos indica que un cambio de 31 en el CAD nos da una variación de 1 galón en el LCD, si la preescisión mostrada en el LCD fuera de un galón, osea sin decimales tendríamos un error máximo de:

$$error_{\max} = \frac{30}{31} = 0.967 \text{ galones}$$

Si nos damos cuenta en este parámetro la curva es inversa osea a mayor nivel de combustible menor será el voltaje y viceversa, motivo por el cual primeramente se invirtió los valores a fin de que a mayor nivel de combustible tengamos el numero más alto del CAD y viceversa.

Además se programo a fin de tener una precisión de 0.1galones, con esto tenemos un error máximo de 0.096 galones que ocurre al existir un sobrante de 3 en la división del numero almacenado en el CAD en el momento de la conversión de la entrada análoga a digital y el factor de 31:

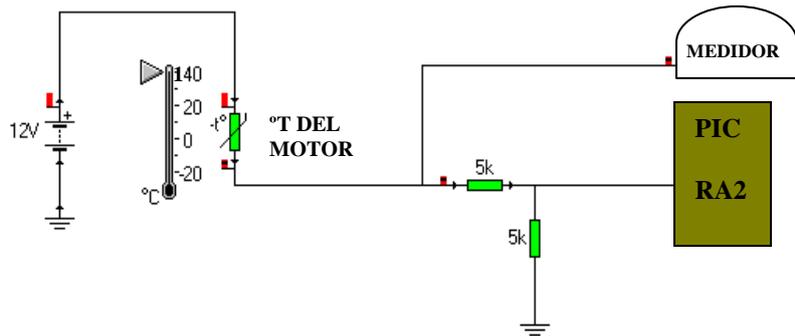
:

$$error_{\max} = \frac{3}{31} = 0.096 \text{ galones}$$

### 3.6.2.3 TEMPERATURA DEL MOTOR (PIN 4)

En este parámetro tenemos que el sensor que mide la temperatura del motor es un NTC (coeficiente negativo de temperatura) y la variación de temperatura versus voltaje no es lineal y tampoco el voltaje máximo obtenido en la salida del sensor es de 5 voltios, si no que es de 7 voltios. Si la señal se mandara directo al PIC solo mediante una

resistencia como en el diagrama anterior el PIC se puede dañar al ingresar más de 5 voltios, para este se diseño un divisor de tensión como indica la Fig. 3.6 a fin de que cuando en el sensor tengamos el voltaje máximo de 7V. Hagamos ingresar al PIC una señal de 3.5 voltios máximo.



**Figura 3.6.-** Circuito para monitorear la temperatura del motor.

Los valores medidos fueron los que indican en la Tabla 3.6

**Tabla 3.6.-** Valores medidos de temperatura del motor y voltaje

Temperatura (°C)	Voltaje de salida del sensor NTC	Corriente total (mA)	Voltaje que ingresa al PIC
10	7	0.7	3.5
40	5	0.5	2.5
70	4	0.4	2
90	3.5	0.35	1.75
130	2.5	0.25	1.25

Con los datos de la tabla 3.5 podemos obtener la gráfica y la ecuación de la curva de variación del voltaje que ingresa al PIC en función de la temperatura del motor Fig. 3.7, misma que nos servirá para la programación de esta variable en el PIC y obtener la los resultados en la pantalla LCD.

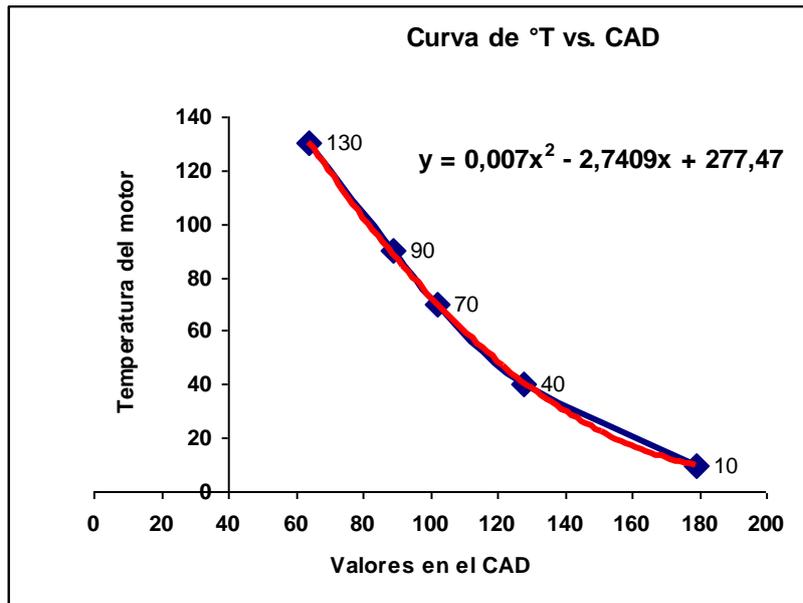


Figura 3.7.- Curva de los valores medidos Temperatura vs. Voltaje

La precisión de muestreo en el LCD esta realizado para que sea de 1°C mediante la ecuación  $^{\circ}T = 0.007v^2 - 2.7v + 277^{\circ}T$ , (donde v es el valor decimal producto de la conversión del voltaje en el CAD) ecuación que es la más aproximada para tener los valores medidos en el auto y el la tabla 3.7 podemos observar los valores máximos y mínimos a ingresar en el PIC, con los cuales se realizaran internamente en el PIC los cálculos para desplegar el valor del parámetro en el LCD.

Tabla 3.7.- Resolución presenta el nivel de gasolina en el LCD

	N. Binario	$^{\circ}T$ motor (°C)	N. Decimal.	V. del PIC	Resolución dada por la Ec.
Max	10110011	10	179	3.5V	$^{\circ}T = \frac{7}{1000}v^2 - \frac{11}{4}v + 280$
Min	01000000	120	64	1.25V	

### 3.6.2.4 VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL (PIN 5)

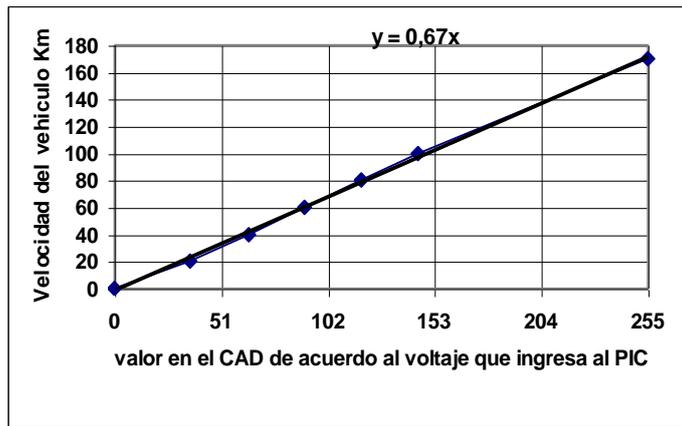
Para el monitoreo de este parámetro se realizó una adaptación misma que fue la de instalar un sensor de velocidad en la caja de cambios, este sensor no es más que un una bobina con un imán permanente que genera una señal de corriente alterna proporcional a la velocidad del vehículo (a mayor velocidad la amplitud es mas alta y el periodo más corto y es directamente proporcional a la velocidad del automóvil).

Para el diseño del circuito se tomo los datos medidos en el sensor una vez que se instalo en el vehículo y este empezó a rodar, estos datos se indican en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8** Valores medidos en el auto y calculados para que ingrese al PIC

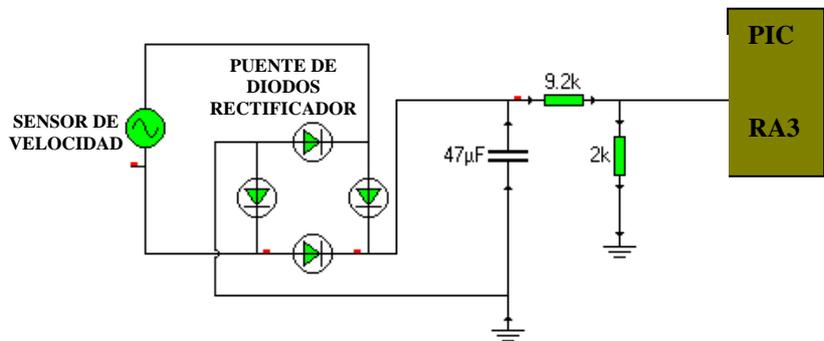
<b>Velocidad del automóvil</b>	<b>Voltaje medido (CD)</b>	<b>Voltaje que ingresa al PIC</b>	<b>Observación</b>
20	4	0.71	Medido
40	7	1.25	Medido
60	10	1.78	Medido
80	13	2.32	Medido
100	16	2.85	Medido
180	28	5	Asumido

Con los datos de la tabla 3.8 podemos obtener la gráfica y la ecuación de la curva de variación del voltaje que ingresa al PIC en función de la velocidad del vehículo Fig. 3.8, misma que nos servirá para la programación de esta variable en el PIC y obtener la los resultados en la pantalla LCD.



**Figura 3.8.-** Voltaje al PIC (# binario) en función de velocidad del vehículo

Al tener esta señal lo que hizo es lo que indica el diagrama de la fig. 3.9 y es la de rectificar esta señal mediante un puente de diodos, luego filtrarla mediante un condensador de 47µf. y por ultimo realizar un divisor de tensión a fin de que la entrada en el PIC solo sea de 5 voltios.



**Figura 3.9.-** Circuito para monitorear la velocidad del vehículo.

La resolución de muestreo en el LCD esta dado de acuerdo a la tabla 3.9, esto nos indica que un cambio de 1.5 en el CAD nos da una variación de 1Km/h en el LCD, pero debido a que para dividir lo del CAD para 1.5 primero dividimos para 3 y este resultado multiplicamos por dos entonces la variación LCD va a ser de 2 Km/h y vamos a tener un error máximo de 1.33Km/h.

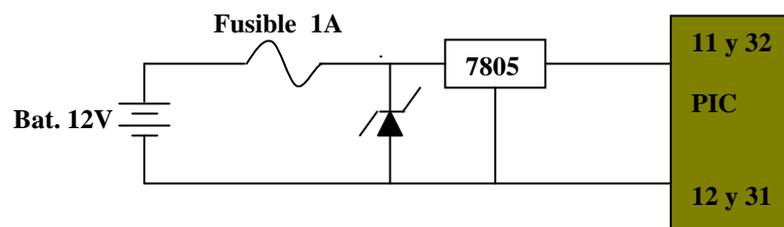
$$error_{\max} = \frac{2}{1.5} = 1.33 \text{ Km/h}$$

	N. Binario	Velocidad (Km/h)	N. Decimal.	V. del PIC	Resolución
Max	11111111	180	255	5V	$\frac{255 \text{ bits}}{180 \text{ Km/h}} = \frac{1.5 \text{ bits}}{\text{Km/h}}$
Min	00000000	0	0	0V	

**Tabla 3.9.-** Resolución que presenta la velocidad mostrada en el LCD

### 3.6.3 CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN AL PIC (PIN 11,12, 31 y 32)

El circuito para la alimentación se lo realizo de acuerdo a la Fig. 3.10 desde la batería del vehículo (12 V). Con el se obtiene la tensión general de +5V (Vcc) que requiere el microcontrolador, además se coloco un diodo zener con la finalidad de proteger el todo el circuito en caso de conectarse en sentido contrario los cables, (el positivo en el negativo y el negativo en el positivo).



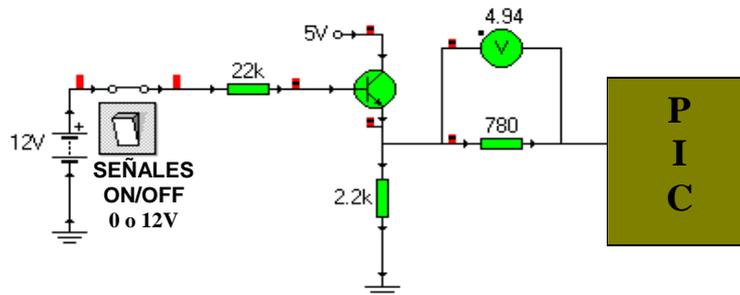
**Fig. 3.10.-** Circuito utilizado para la alimentación del PIC

### 3.6.4 SEÑALES DIGITALES

Las señales digitales son aquellas que provocan un solo cambio de estado ON equivalente a 1 lógico en el PIC y OFF equivalente a 0 lógico en el PIC.

El circuito electrónico implementado para este tipo de señal es el mostrado en la Fig. 3.11, mediante el cual la señal de 12 voltios obtenida al monitorear cualquier parámetro del vehículo (señal ON /OFF) le bajamos a 5 voltios que es el voltaje máximo que admite el PIC para tomar como un valor de 1 lógico y obedecer a la programación grabada en el Chip.

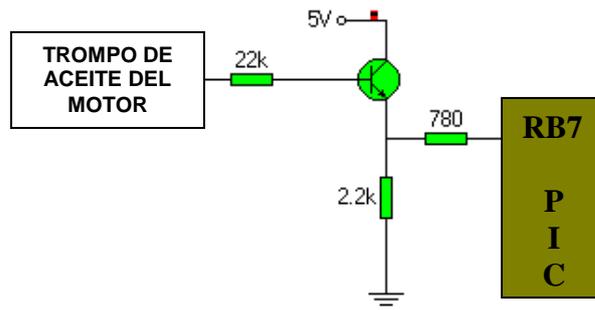
Los valores calculados para las resistencias se hizo al hacer trabajar al transistor como corte y saturación (ON/OFF).



**Figura 3.11.-** Circuito electrónico para bajar la señal (ON/OFF) de 12 a 5 voltios.

### 3.6.4.1 PRESIÓN DE ACEITE (PIN 40)

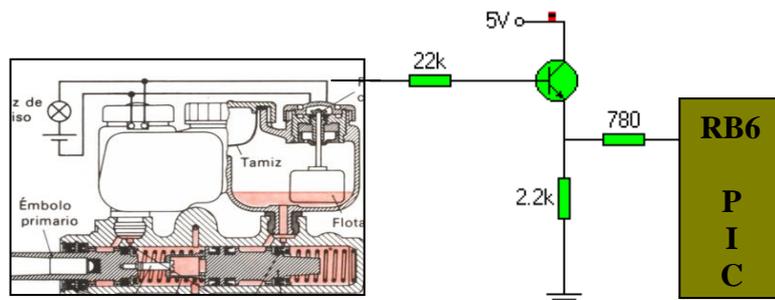
En este parámetro cuando existe la presión de aceite necesaria en el motor, existe 12 voltios de señal la cual es tratada mediante el circuito de la Fig. 3.12 para bajar a 5 voltios, misma que nos sirve de entrada para el PIC por RB7 y en el LCD despliega el mensaje “PRESIÓN DE ACEITE OK”. Al descender la presión por debajo del mínimo permitido para que funcione el motor, el circuito se abre y la señal es de 0 voltios que entra por RB7 y nos da una alarma visual, auditiva y un mensaje en el LCD con el texto “PRESIÓN DE ACEITE BAJA”.



**Figura 3.12.-** Circuito electrónico para monitorear la presión de aceite.

### 3.6.4.2 NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS (PIN 39)

Como se explico anteriormente en el Capitulo I el deposito del liquido de frenos posee un interruptor normalmente abierto y al descender el nivel del liquido descende el flotador, mismo que hace que se cierre el interruptor y por ende se cierre el circuito.



**Figura 3.13.-** Circuito electrónico para monitorear el liquido de frenos.

Al encontrarse el nivel de liquido de frenos bajo el circuito se cierra y tenemos una señal de 12 voltios, osea que tendremos un 1 lógico que entra por RB6 y nos dará la alarma en el LCD de “NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS BAJO”, a más de parpadear el diodo y el zumbador. Al

encontrarse el nivel de liquido de frenos bien, el circuito estará abierto y por RB6 entrara un 0 lógico el cual dará un mensaje en el LCD de “NIVEL DE LIQUIDO DE FRENOS OK”.

### 3.6.4.3 ESTADO DE LAS PUERTAS (PIN 38)

Este tipo de parámetro a monitorear es indispensable por seguridad de los ocupantes del automóvil cuando este se encuentra en movimiento. En este caso al encontrarse una de las puertas abiertas el circuito se cierra a masa y tenemos 0 voltios de ingreso por RB5 señal que es tomada para dar una alarma en la pantalla LCD indicando “PUERTA (s) ABIERTA (s)”, y.

Al encontrarse cerrada las puertas tenemos 12 voltios de señal la cual mediante el circuito de la fig. 3.14 es bajada a 5 voltios y al ingresar al PIC mediante la programación asume que todas las puertas se encuentran cerradas.

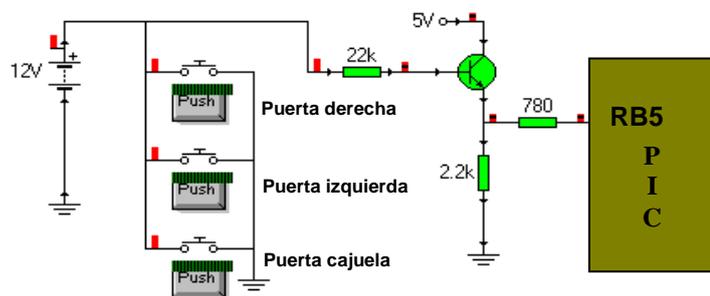


Figura 3.14.- Circuito electrónico para monitorear las puertas

### 3.6.4.4 SISTEMA DE ALUMBRADO (PIN 16, 17, 18, 23, 24, 25 Y 26)

El monitorear cada una las luces (guías, freno, retro, direccional izquierda y direccional derecha) encendidas es similar ya que al encontrarse apagadas tenemos una señal de 0 voltios y al encenderse alguna de estas tenemos una señal de 12 voltios la cual mediante el circuito de la fig. 3.15, 3.16 Y 3.17 le bajamos a 5 voltios y esta señal es ingresada por RC1,RC4,RC5,RC6 y RC7 respectivamente lo cual va a ser que en la pantalla indique cual es tipo de luz que se encuentra encendida.

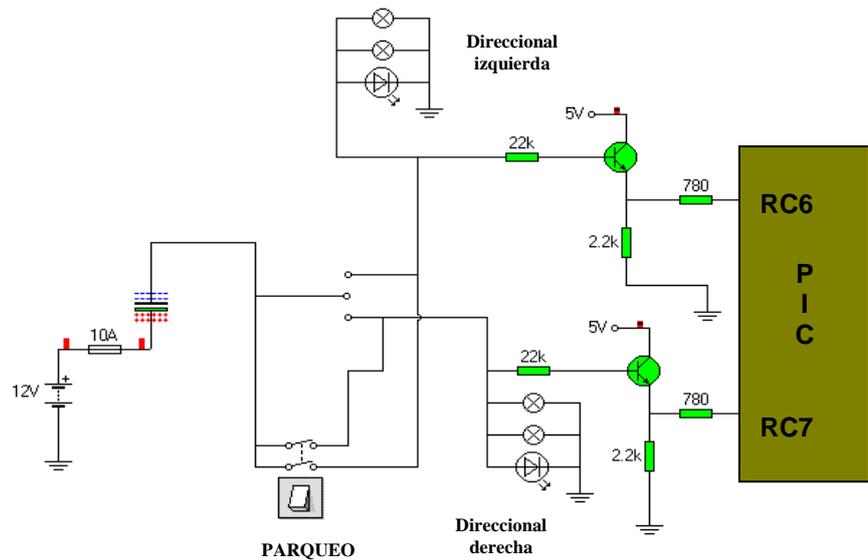


Figura 3.15.- Circuito eléctrico para monitorear las luces direccionales

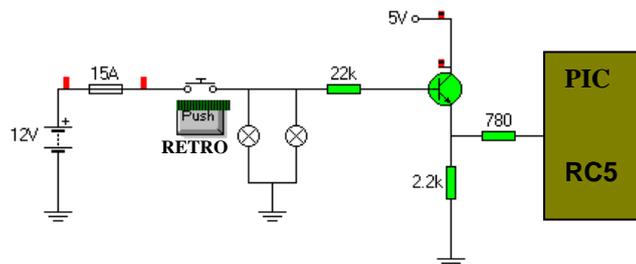
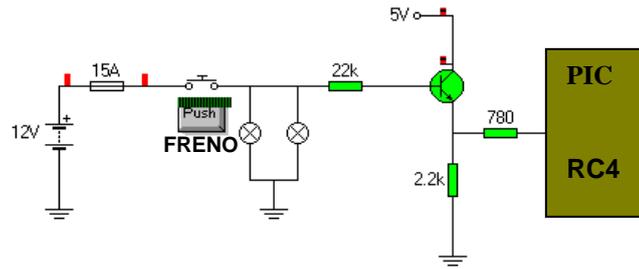
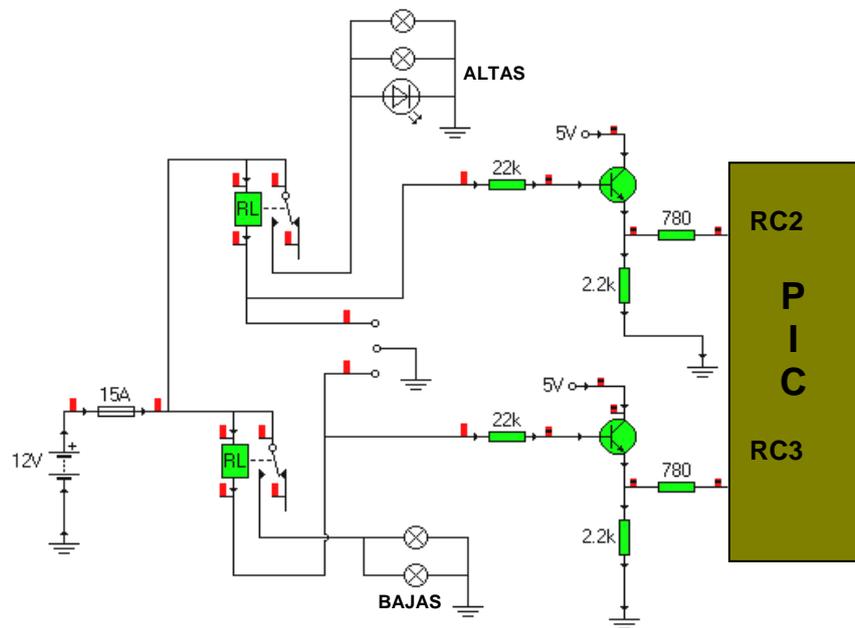


Figura 3.16.- Circuito eléctrico para monitorear las luces de retro



**Figura 3.17.-** Circuito eléctrico para monitorear las luces de freno

En cambio en las luces bajas y altas es todo lo contrario cuando se encuentran apagadas tenemos una señal de 12voltios y al encenderse tenemos 0 voltios debido a que lo que conmuta son las masas de los relés , estas señales son ingresadas por RC2 y RC3 respectivamente, en la Fig. 3.18 podemos observar el circuito y de igual manera indican en la pantalla que tipo de luz esta encendida.



**Figura 3.18.-** Circuito eléctrico para monitorear las luces altas y bajas

### 3.6.4.5 CIRCUITO SELECTOR DE PANTALLA (PIN 33)

Este PIN del PIC lo utilizamos como interrupción externa para que cada que se envié un pulso al PIC, este se salga de cualquier rutina que este realizando y atienda esta señal, la cual servirá para cambiar de pantalla del LCD y monitorear algún otro parámetro.

Todos los dispositivos electromecánicos originan un fenómeno denominado “rebotes”. Los rebotes se producen en el instante en que se abren o se cierran las láminas metálicas del interruptor o pulsador.

Hay un momento de inestabilidad en el que, aunque solo se haya accionado el dispositivo una vez, las laminas se abren y se cierran múltiples veces en el momento de la transición en la figura 3.9 se presenta el efecto de los rebotes.

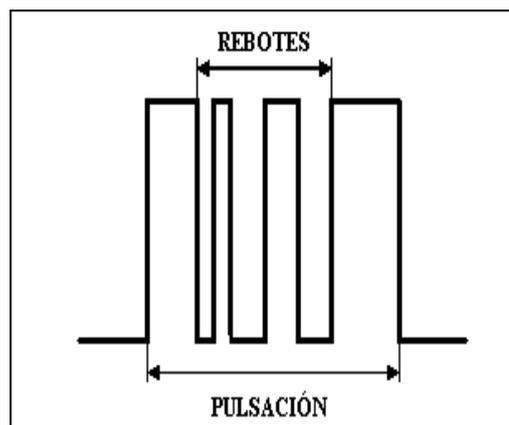
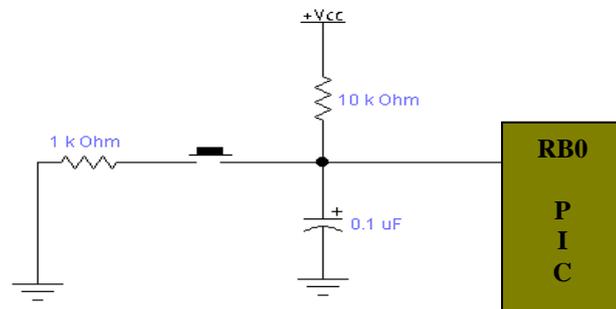


Figura 3.19.- Efecto de los rebotes

La eliminación de los rebotes se realizo por medio del circuito de la fig. 3.10. Cuando el pulsador esta abierto el

condensador esta cargado y se introduce un nivel alto por la línea de entrada IN. Al activar el pulsador el condensador se descarga a través de la resistencia de 1K y aplica un nivel lógico bajo. Al desactivar el pulsador, el nivel alto no se alcanza hasta que se cargue el condensador con la tensión positiva de alimentación a través de la resistencia de 10K. Se puede regular el tiempo de carga modificando los valores de la resistencia y el condensador.

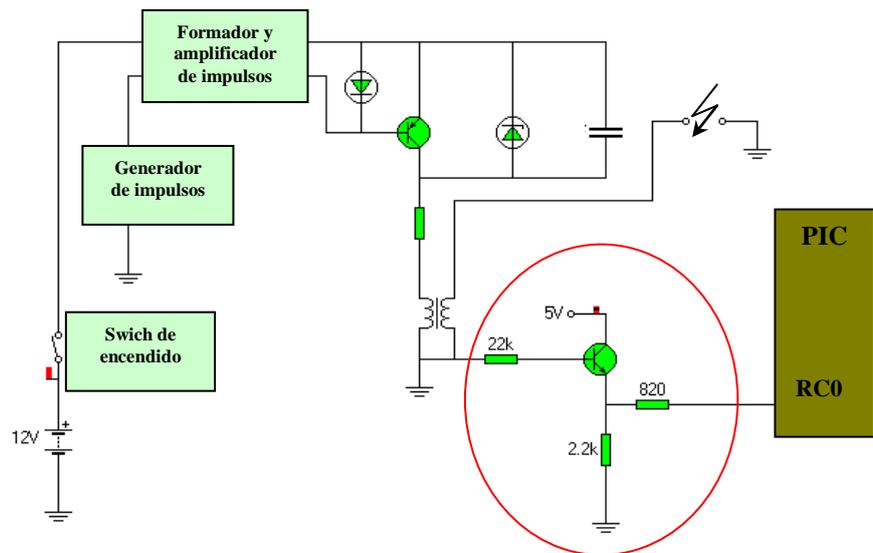


**Figura 3.20.-** Forma como están conectados los pulsadores

### 3.6.4.5.1 REVOLUCIONES DEL MOTOR

Para la RMP del motor utilizamos la frecuencia que se genera en la bobina de encendido al abrirse y cerrarse el circuito primario y secundario, para lo cual se implanto el circuito de la Fig. 3.21 que no es más que la utilización de un transistor con la configuración para corte y saturación a fin de tener pulsos de 5 voltios.

Con la frecuencia obtenida de la bobina (pulsos) lo ingresamos al PIC mediante RC0 mismo que fue configurado para que trabaje con el TMR1 en modo contador e hicimos una lectura de cuantos pulsos ingresaba cada segundo.



**Figura 3.21.-** Circuito para monitorear RMP del motor

Los cálculos realizados para saber por cuanto teníamos que multiplicar ese número de pulsos por segundo a fin de tener RPM fueron los siguientes:

$$\frac{1 \text{ pulso}}{\text{segundo}} = \frac{1 \text{ pulso}}{\text{segundo}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} * \frac{2 \text{ revoluciones}}{3 \text{ pulsos}}$$

$$\frac{1 \text{ pulso}}{\text{segundo}} = \frac{40 \text{ revoluciones}}{\text{minuto}}$$

Lo que nos quiere decir es que el número de pulsos que cuente el TMR1 en un segundo hay que multiplicarlo por 40 y así obtendremos las RPM. Con este factor encontrado también se deduce que lo que se va a observar en el LCD son las RPM. con un cambio de 40 en 40.

El porcentaje de error máximo se va a dar cuando las RPM sean las más bajas y esto sucede en ralentí que es cuando se puede tener las mínimas RPM y con las cuales funciona de la mejor manera el vehículo.

$$\frac{760 - 740}{760} * 100\% = 2.6\%$$

Mientras las RPM son más altas el porcentaje de error disminuye significativamente, así por ejemplo en 4000rpm. el error es el siguiente:

$$\frac{4000 - 3980}{4000} * 100\% = 0.5\%$$

### 3.7 SEÑALES DE SALIDA

Al igual que pines configurados como entrada también podemos configurar como salida a otros y cada uno de estos pines al sacar un 1 lógico mediante la programación sacan 5 voltios y para poder poner alguna carga en la salida hay que acoplar circuitos adicionales dependiendo de la carga que vaya a soportar.

La misión de cada una de las líneas de salida son tomadas de acuerdo al programa que y son como indica la Tabla 3.10.

**Tabla 3.10.-** Asignación de los pines de salida del PIC

NUMERO DE PIN	SIMBOLO	MISIÓN
8, 9 y 10	RE0....RE2	Salida para controlar el LCD. R/S, RW, E,
19,20....22,27,28...30	RD0....RD7	Salidas digitales para enviar datos al LCD
34	RRB1	Salida digital de alarma luminosa
35	RB2	Salida digital para alarma sonora

### 3.7.1 ALARMA LUMINOSA (PIN 34)

Se colocó un diodo led con la finalidad que se encienda en el momento en que produzca alguna falla en los parámetros monitoreados.

Todos los periféricos de salida digitales funcionan como el led. Uno de sus extremos lo tiene conectado al negativo de la alimentación o a tierra y por el otro se les aplica el nivel lógico que saca una de las líneas del microcontrolador.

Las líneas del PIC pueden suministrar suficiente corriente como para encender a un diodo led por eso se les puede conectar directamente a través de una resistencia de absorción, como muestra la figura 3.22

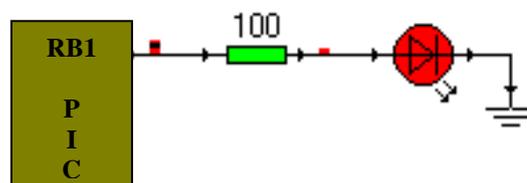
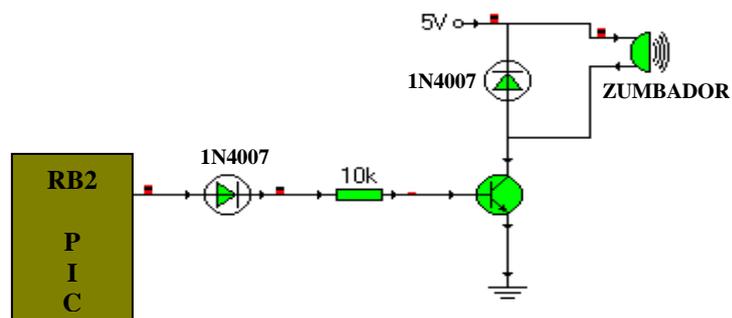


Figura 3.22.- Circuito de alarma luminosa con un diodo led

### 3.7.2 ALARMA SONORA

Además de tener una señal luminosa de alarma se colocó un zumbador con la finalidad que suene en el momento en que produzca alguna falla en los parámetros monitoreados.

Como el zumbador es otro tipo de carga diferente al led, necesita más corriente que la que pueden entregar las líneas del PIC, en cuyo caso es necesario introducir un transistor amplificador. Fig. 3.23 y además hay que colocar un diodo a fin de proteger la vida útil del PIC al evitar que regresen corrientes parásitas por la inducción que provocan las bobinas.

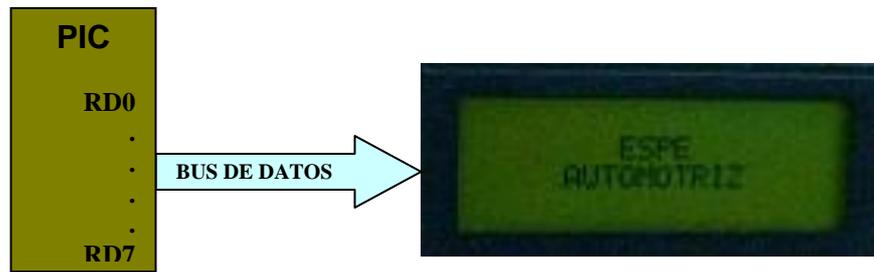


**Figura 3.23.-** Conexión de una carga inductiva

Este circuito brinda la oportunidad de poder controlar cargas mucho más grandes (más corriente). Cuando la línea de salida OUT, aplica un nivel alto a la base del transistor hace que conduzca y se activa el zumbador, por medio de la cual tenemos la alarma sonora.

### 3.7.3 MENSAJES EN EL LCD (PINES 19, 20, 21, 22, 27, 28, 29 Y 30)

Los mensajes se visualizan en la pantalla LCD una vez enviado los correspondientes códigos ASCII de cada uno de los caracteres a través del puerto RD (RD0.....RD7). Además un extenso juego de caracteres predefinidos en fábrica permite usar nuevos caracteres y símbolos definidos por el usuario.



**Figura 3.24.-** Conexión del bus de datos del PIC al LCD.

### 3.7.4 LINEAS DE CONTROL DEL LCD (PINES 8, 9 Y 10)

Las señales de control para el LCD se aplican mediante tres de las líneas de la puerta RE (RE0, RE1, RE2) RE2 corresponde con la señal de control R/W#, que indica si el modulo LCD va a ser leído o escrito. RE1 se aplica a la entrada de activación E (Enable), con lo que se indica si el modulo está activado o desactivado.



**Figura 3.25.-** Conexión del bus de control del PIC al LCD.

Finalmente, con la línea RE0 se controla la señal RS, que permite el acceso a los distintos registros de control del modulo para establecer las condiciones de la visualización. Mediante la rutina Lcdxxx.inc que es ensamblada en PIC se gestionan las tres señales de control y el envío de los caracteres ASCII por la puerta E.

### 3.8 SELECCIÓN DE ELEMENTOS

#### 3.8.1 SELECCIÓN DEL PIC

La selección del PIC se realizó en base a los siguientes aspectos y necesidades importantes que son:

- Tipos de señales a utilizar que son análogas y digitales
- Numero de entradas y salidas que se va a utilizar
- Capacidad de entradas y salidas del PIC
- Capacidad de memoria
- Capacidad de velocidad

Pin Diagram

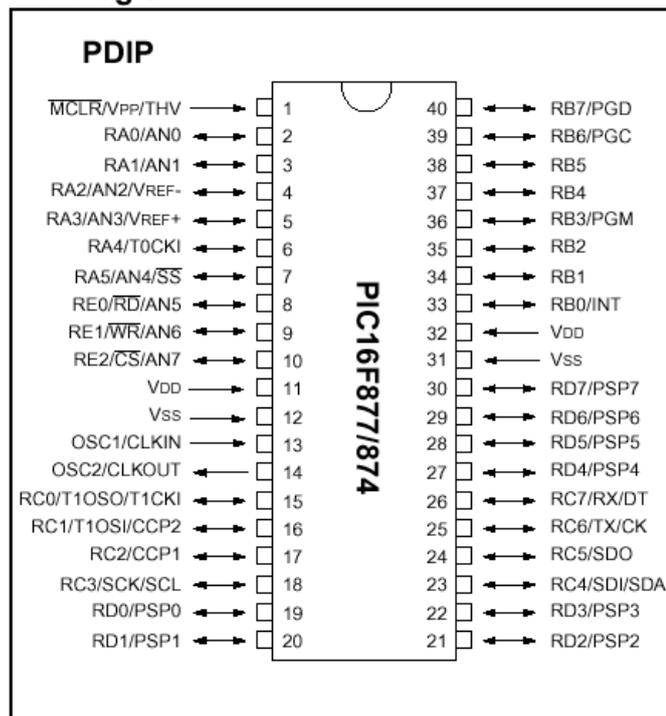


Figura 3.26.- PIC16F877

Al tratar de monitorear señales análogas de una sabemos que tenemos que utilizar la familia de PIC 16F87x que son los que tienen un conversor análogo digital y existen los de 28 y 40 pines, hasta este

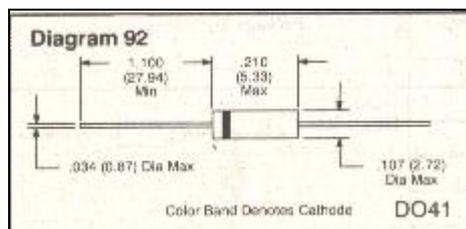
momento podríamos utilizar un PIC 16F873 que es de 28 pines y tiene un total de 21 pines de E/S, pero como el proyecto necesita de un total 29 pines de E/S se escogió el PIC 16F877 para utilizar.

### 3.8.2 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

Los elementos electrónicos se escogió de acuerdo a las necesidades de cada uno de los circuitos explicados anteriormente ver Tabla 3.11 y Tabla 3.12 y sus características se encuentran codificadas de acuerdo al ECG, los cuales sirven para acondicionar las respectivas señales que necesita y entrega el PIC.

**Tabla 3.11.-** Elementos electrónicos que tienen código empleados en el proyecto

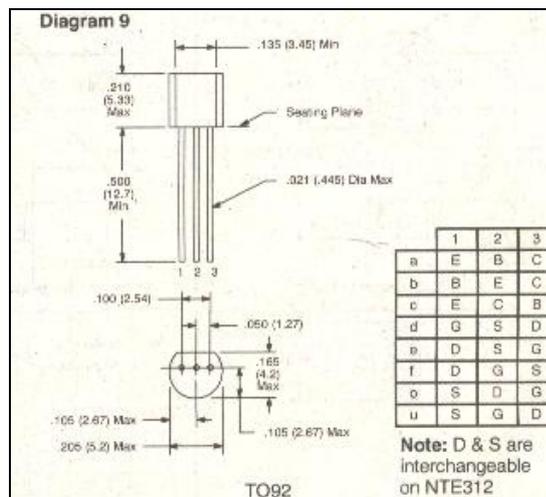
<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>FIGURA</b>
PIC16F877	INTEGRADO	01	3.26
1N4007	DIODO	02	3.27
2N3904	TRANSISTOR	12	3.28
7805CT	REGULADOR DE VOLTAJE	01	3.29
7812CT	REGULADOR DE VOLTAJE	01	3.29
SC0804A	LCD	01	3.30
Ln4108	DIODO	01	



**Figura 3.27.-** Diodo 1N4007

**Tabla 3.12.-** Elementos electrónicos empleados sin código

ELEMENTO	VALOR	CANTIDAD
CAPACITOR	15pF	02
CAPACITOR	0.1μF	01
CAPACITOR	47μF	01
RESISTENCIA	22KΩ	12
RESISTENCIA	2.2KΩ	12
RESISTENCIA	820Ω	12
RESISTENCIA	10KΩ	04
RESISTENCIA	9.1KΩ	01
RESISTENCIA	20KΩ	01
RESISTENCIA	39KΩ	01
RESISTENCIA	1KΩ	01
RESISTENCIA	220Ω	01
RESISTENCIA	100Ω	02
PUENTE DE DIODOS		01
CRISTAL	4MHz	01
POTENCIOMETRO	3.5KΩ	01
PULSADOR		02
DIODO LED		01



**Figura 3.28.-** Transistor 2N3904

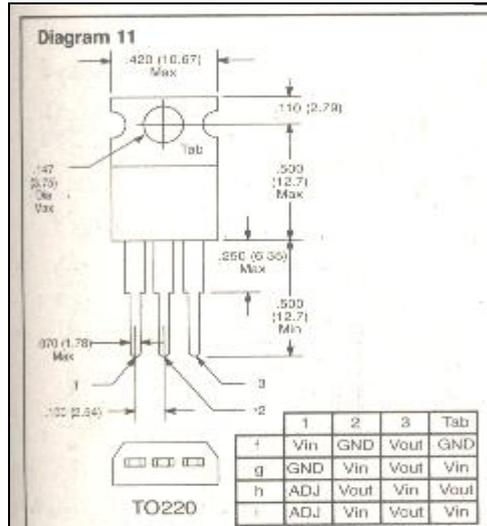


Figura 3.29.- Regulador de voltaje 7805 y 7812



Figura 3.30.- LCD SC0804A

### 3.9 ESQUEMA ELECTRICO TOTAL

El esquema del circuito electrónico diseñado para el proyecto no es más que la unión de todos los circuitos explicados anteriormente y es como indica el **ANEXO "B"**.

### 3.10 ELABORACION DEL PROGRAMA

Para editar el programa se puede usar cualquier editor que use caracteres ASCII este programa fue editado en MPLAB IDE, software

mediante el cual se ensablo y simulo el programa antes de grabar en el PIC Fig. 3.31.

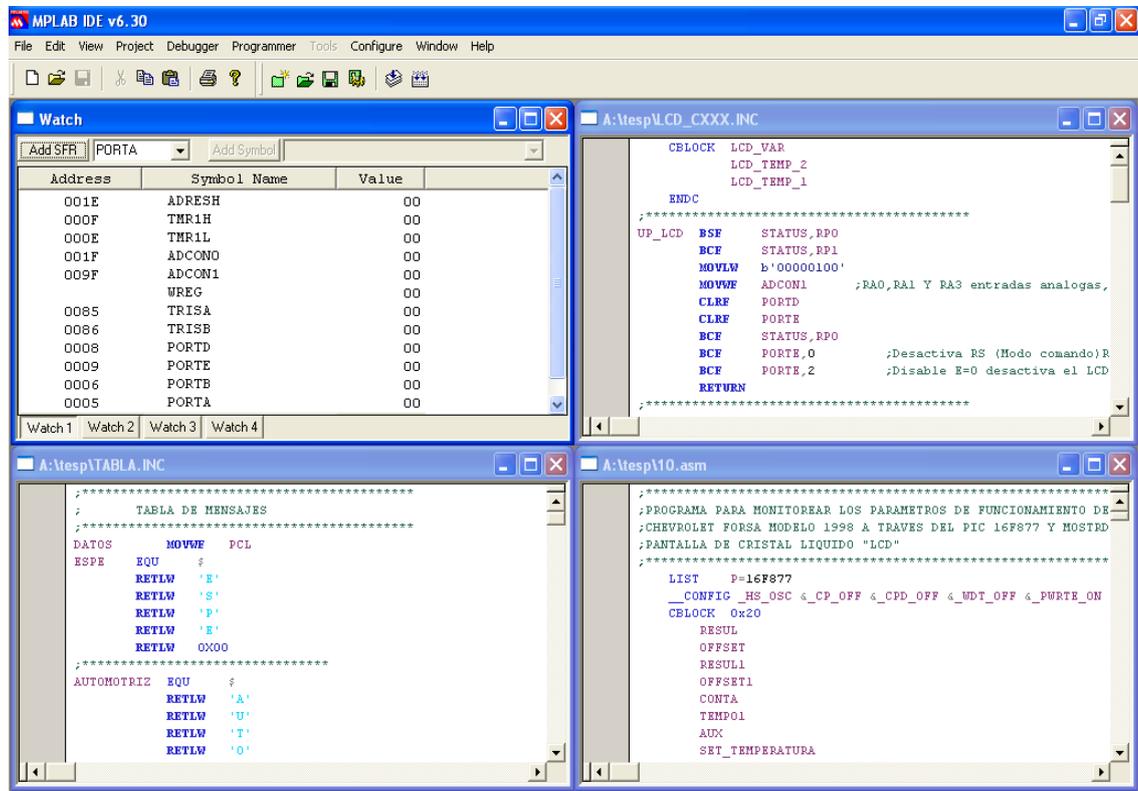


Figura 3.31.- Software MPLAB IDE utilizado en la creación y simulación del programa.

Para grabar el archivo hexadecimal en el PIC se utilizo el programa EPIWIN (ver Fig. 3.32) el cual utiliza comunicación serial hacia un programador (elemento físico el que se instala el PIC para transferir los datos del computador hacia el PIC).

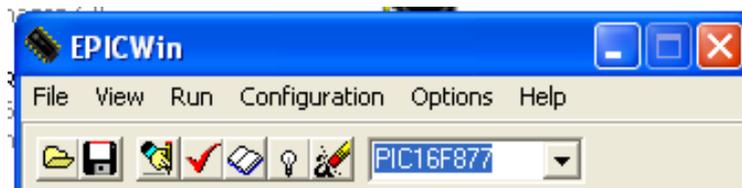


Figura 3.32.- Software utilizado para grabar el programa en el PIC

Antes de empezar a desarrollar el programa es recomendable plasmar en un organigrama la forma para resolver el programa, además se

debe realizar un organigrama para el PROGRAMA PRINCIPAL y otro organigrama para ATENCIÓN DE INTERRUPCIONES. En nuestro caso los organigramas es como indica el **ANEXO “C”**.

Una vez realizado el esquema eléctrico y el organigrama para el proyecto seguimos una reglas básicas para escribir el programa que aunque no son obligatorias, facilitan la lectura y comprensión del mismo, las reglas son las siguientes:

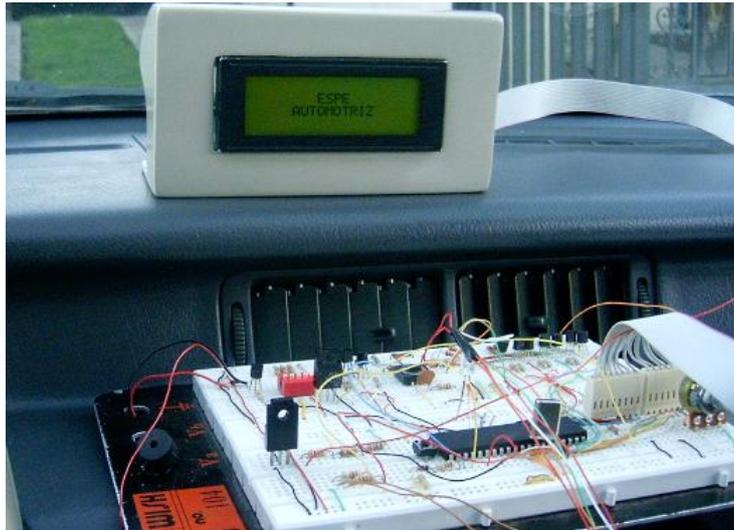
- Tanto las directivas como las etiquetas se escriben con mayúsculas, así como las instrucciones serán escritas en minúsculas.
- Las instrucciones deben tabularse con respecto a las etiquetas
- Se pondrán comentarios que aclaren el contenido de instrucciones y rutinas, estas deben ir a continuación del punto y coma (;), ya que todo lo que va a continuación del punto y coma es ignorado por el ensamblador cuando traduce el programa en código de máquina.

El programa es el descrito en el **ANEXO “D”**.

### **3.11 PRUEBAS EN PROTO BOARD**

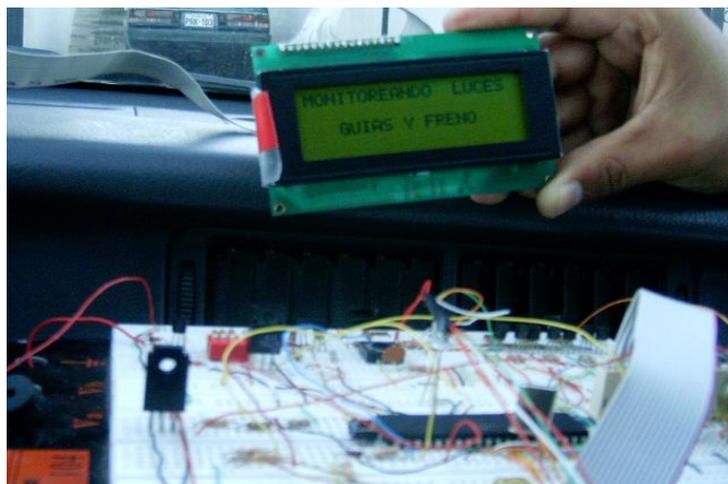
Las pruebas en protoboard se realizo en dos partes:

Primeramente simulando las señales digitales con micro swich (estos hacían las veces de interruptores de luces, puertas, nivel de liquido de freno, presión de aceite) y las señales análogas mediante potenciómetros ( con los potenciómetros ingresábamos valores diferentes de voltaje al PIC y que hacían las veces del sensor de velocidad, carga de la batería nivel de combustible y temperatura del motor), en la Fig. 3.33 podemos observar la foto de las pruebas realizadas.



**Figura 3.33.-** Pruebas en proto board simulando los parámetros a monitorear mediante micro switch y potenciómetros

Por otra parte se realizó las pruebas en el Proto y conectando todos los parámetros de funcionamiento del vehículo (sin los micro switch ni potenciómetros) con la finalidad de ajustar cualquier error que haya antes de realizar el circuito en placa de bakelita, en la Fig. 3.34 podemos observar la foto de las pruebas realizadas en el Proto antes de pasar a placa e instalar en el vehículo.



**Figura 3.34.-** Pruebas en proto board conectando los parámetros reales del vehículo a monitorear antes de construir el circuito en placa

### 3.12 DISEÑO DE LA PLACA ELECTRÓNICA

El diseño de la placa del circuito impreso se plasma luego de haber realizado diferentes pruebas en el Proto-Board en las cuales se puede visualizar los diferentes errores que tiene para poderlos corregir. Luego de varios ensayos se obtiene los resultados deseados con su correcto funcionamiento, se procede a diseñar las pistas del circuito.

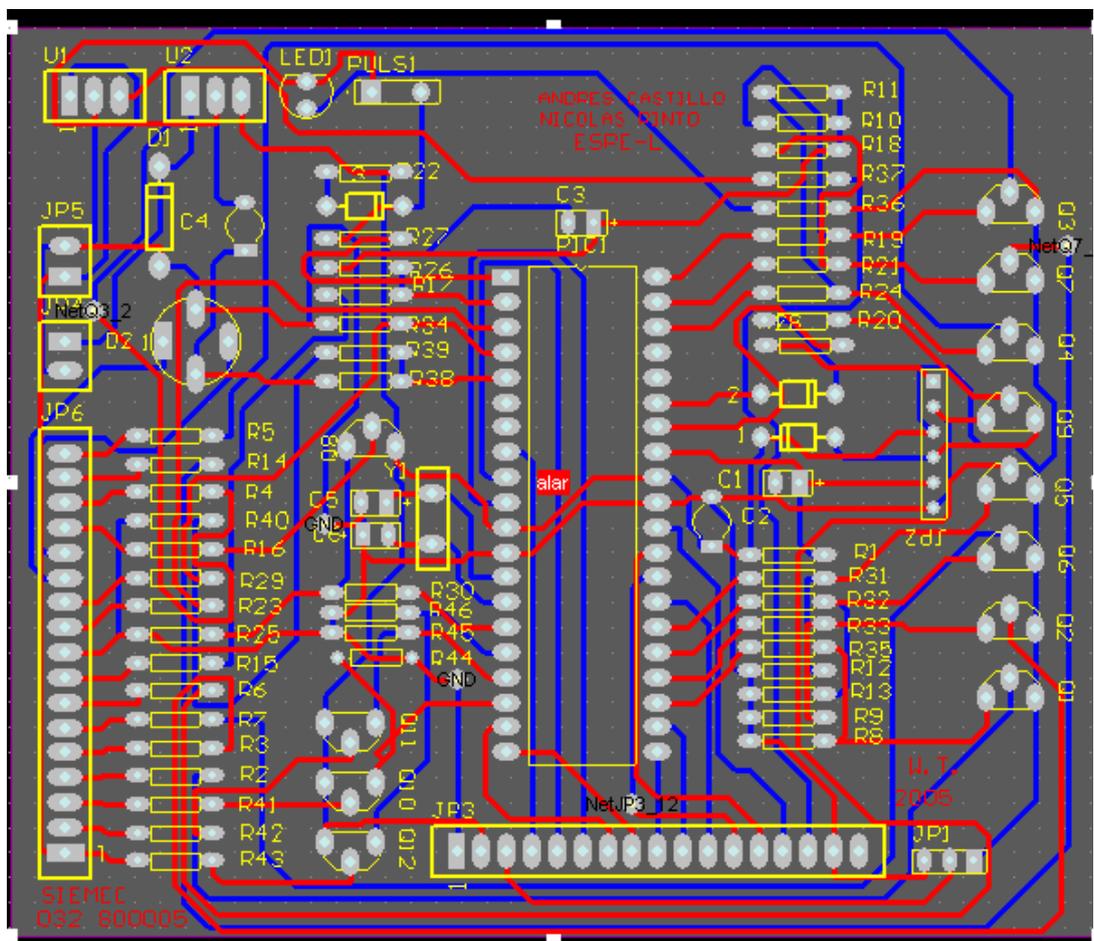


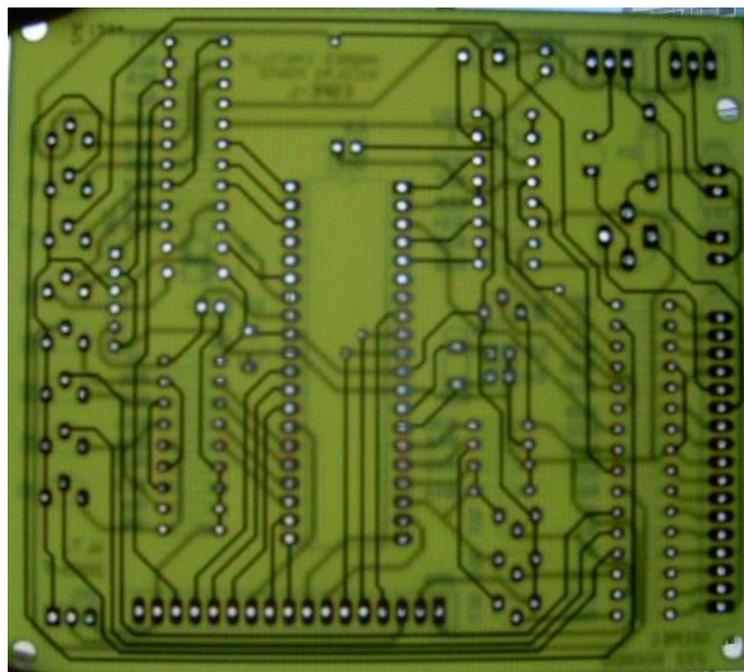
Figura 3.35.- Diseño de Pistas

Para el diseño de las pistas se utilizó un software llamado PROTEL, mediante el cual primeramente se ingresó cada uno de los circuitos individuales y luego mediante software se diseñaron las pistas,

como nuestro circuito tenia muchas líneas de corriente que se cruzaban entonces el diseño de la placa se lo hizo a dos lados, osea que a los dos lados de la placa se imprimieron pistas o caminos de corriente.

En la Fig. 3.35 podemos observar dos diferentes colores de líneas. El color rojo obedece a las pistas de la cara superior de la placa (lugar en el que se soldaran los elementos) y el color azul obedece a las pistas de la cara inferior de la placa.

Una vez diseñada la placa en computador, mediante fotograbado en fibra de vidrio se obtiene la placa, misma que se somete a procedimientos químicos para obtener la placa final ver la Fig. 3.36.



**Figura 3.36.-** Placa diseñada

### **3.13 MONTAJE DE ELEMENTOS EN LA PLACA**

El montaje de los componentes en el circuito impreso es fácil y sencillo. Para realizarlo en forma correcta se deben tener en cuenta

algunas consideraciones, las cuales si son aplicadas con frecuencia, permiten una mayor garantía de que los aparatos que armemos funcionen bien y obtengan una optima presentación.

En la práctica se encuentra que el 80% de las causas que hacen que un proyecto falle corresponden a errores de ensamblaje y malas soldaduras.

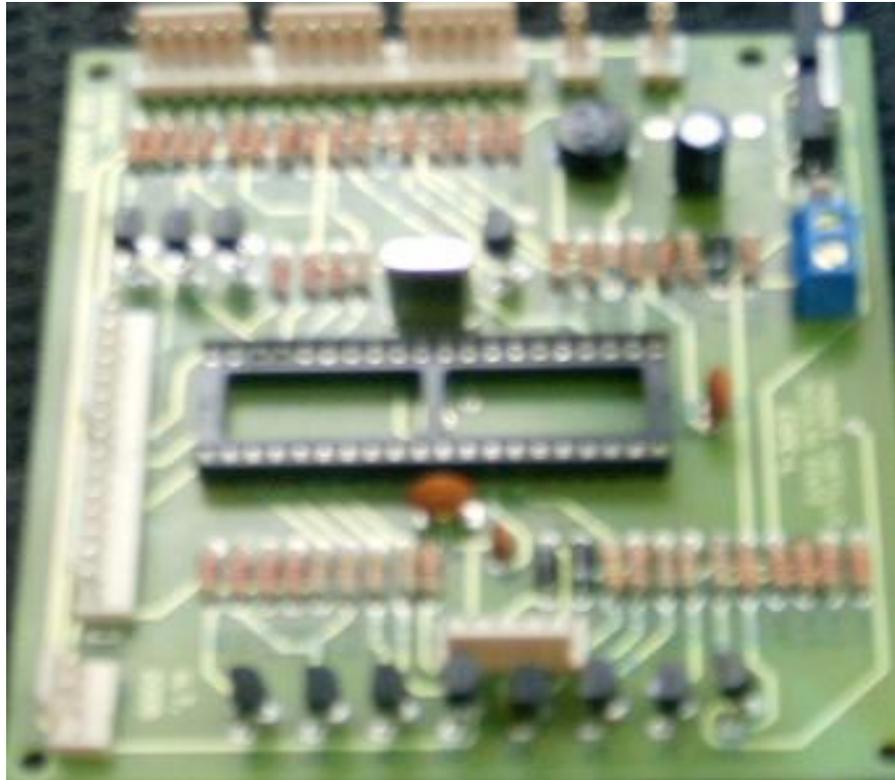
Antes de realizar el montaje debemos de asegurarnos la disponibilidad de todos los componentes del circuito. Esto es necesario para no suspender el ensamble por la falta de alguno de ellos, evitando el desperdicio de tiempo y dinero.

En la selección de los componentes debemos utilizar los mismos para los que fue diseñado el circuito impreso. El montaje en si consiste en instalar los componentes del circuito impreso dejándolos listos para el proceso de soldadura, para realizar esta tarea se utilizan diferentes métodos.

Montar y soldar componentes uno por uno.- es el método ideal cuando el circuito no es muy grande y se dispone de tiempo y paciencia. Se puede instalar muy bien cada elemento, verificando su posición y realizando la soldadura detalladamente, lo que nos asegura una muy buena calidad de ensamble.

Montar los componentes por lotes.- Una buena costumbre seria montar lotes de cinco resistencias por ejemplo. Esto permite acomodar y apoyar bien los componentes sobre la superficie del circuito impreso.

Una vez terminado el montaje de los elementos la placa que como indica la Fig. 3.37



**Figura 3.37.-** Elementos montados y soldados en la placa

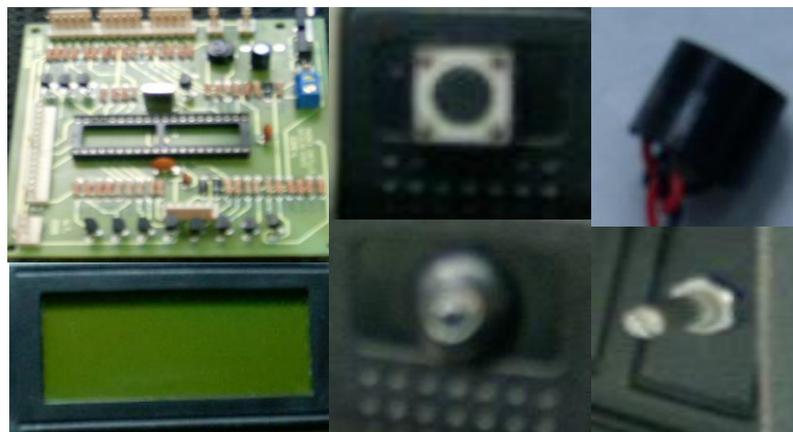
## IV.- INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL PANEL DE MONITOREO

### 4.1 INSTALACION DEL PANEL

En la instalación del panel lo primero que tenemos que tomar en consideración es la ubicación de cada uno de los elementos con la finalidad de que los mismos se encuentren en un lugar vistoso y que no estorben o interrumpen la operabilidad del conductor.

Los elementos a instalar son los siguientes:

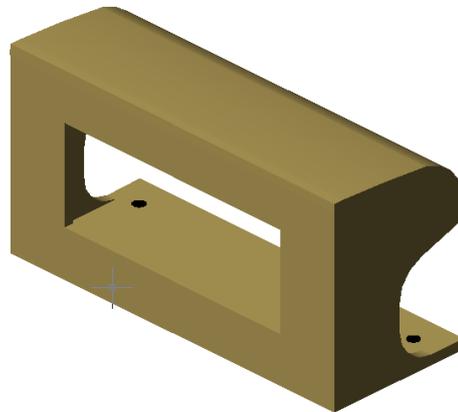
- Pantalla de cristal liquido LCD
- Placa de toda la circuitería electrónica
- Potenciómetro de control de contraste del LCD
- Pulsador para seleccionar el parámetro a monitorear
- Elemento de alarma visual LED
- Elemento de alarma auditiva ZUMBADOR



**Figura 4.1.-** Elementos a instalar en el vehículo

#### 4.1.1 INSTALACION DE LA PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO “LCD”

Para la instalación del LCD se realizo una caja de fibra de vidrio de 15 x 10 x 10 en la cual se realizo una cavidad exactamente de la medida de la pantalla (ver Fig. 4.2) con la finalidad de que el LCD se pueda sujetar en la misma y esta a su vez en el vehículo, además de que el LCD ingrese exactamente en la caja de fibra de vidrio se dejo un espacio por el cual sale el bus de datos, control y alimentación desde el LCD hacia la placa de circuitería electrónica.



**Figura 4.2.-** Caja de fibra de vidrio para el LCD

Como el LCD es elemento más vistoso en el proyecto lo ideal fue que este instrumento se encuentre en la parte más visible del habitáculo del automotor, motivo por el cual se le instalo en la parte superior del tablero del vehículo como indica la Fig. 4.3.



**Figura 4.3.-** Instalación de la pantalla de cristal liquido LCD

#### 4.1.2 INSTALACION DE LA PLACA DE CIRCUITERÍA ELECTRÓNICA

Como en la instalación del LCD, se construyó una caja en la que se ubique la placa electrónica, misma que tenga los zócalos por los cuales pueda salir todos los cables que van a los diferentes elementos instalados en el vehículo ver Fig. 4.4.



**Figura 4.4.-** Caja para la instalación de la placa de toda la circuitería electrónica.

Por otra parte en la instalación de este elemento en el vehículo hay que tomar en cuenta la refrigeración de la placa, osea el lugar debe tener ventilación, y por otra parte la placa tiene que estar totalmente aislada o libre de alguna posibilidad de que tenga contacto con cables pelados, ya que podría provocar un cortocircuito y se echaría a perder el mismo.



**Figura 4.5.-** Instalación de la placa de circuitería electrónica.

#### 4.1.3 INSTALACION DEL POTENCIOMETRO DE CONTRASTE DEL LCD

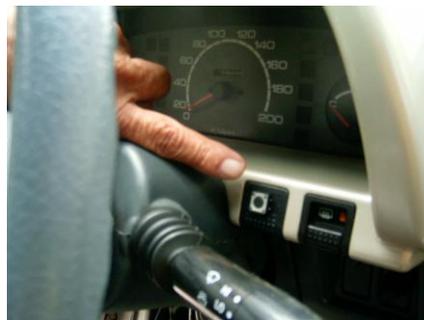
Este elemento es de fácil instalación debido a que en la placa se tiene un conector solo para este elemento y mediante cables se le puede llevar a donde uno se quiera y se instalo en el lugar como indica la Fig. 4.6.



**Figura 4.6.-** Instalación del potenciómetro de control de contraste del LCD.

#### 4.1.4 INSTALACION DEL PULSADOR PARA SELECCIONAR PARÁMETRO A MONITOREAR

Para este elemento se busco la parte más cercana a las manos del conductor a fin de que el mismo pueda manipular sin tener que incomodarse y descuidar la conducción del automotor, lo que podría provocar un accidente. Como en el caso anterior para este elemento disponemos de una instalación fácil y en el lugar que queramos debido a poseer una conexión mediante cable del pulsador a la placa, ver Fig. 4.7.



**Figura 4.7.-** Instalación del pulsador para seleccionar parámetro a monitorear.

#### **4.1.5 INSTALACION DEL ELEMENTO DE ALARMA VISUAL “LED”**

La alarma visual juega un papel importante debido a que al provocarse un encendido y apagado constante llama la atención no solo al conductor si no que también a los acompañantes y mediante este elemento podemos darnos cuenta que algo no esta dentro de los parámetros normales de funcionamiento del vehículo motivo por el cual este elemento debe colocarse en la parte más visible para el conductor. La instalación de este elemento fue muy fácil ya que se uso el mismo método que usan las personas que instalan alarmas de vehículos, ver Fig. 4.8.



**Figura 4.8.-** Instalación del elemento de alarma visual “LED”.

#### **4.1.6 INSTALACION DE ELEMENTO DE ALARMA AUDITIVA**

La ubicación de este elemento no es primordial debido a que al ser auditiva no importa el lugar en el que se ubique, lo único que importa es que el lugar en donde se instale no obstruya el sonido que emite cuando se activa, pero no por eso vamos a instalar en un lugar inadecuado donde vaya a mojarse, lo que haría que se dañe el zumbador.

## 4.2 ADAPTACIONES

Para la instalación del panel de monitoreo no existió adaptaciones significativas, las únicas fueron la creación de la caja de soporte para el LCD y la caja protectora de la placa de circuitería electrónica, mismas que al no soportar cargas ni esfuerzos no fue necesario realizar cálculos para su diseño y construcción, lo único que se hizo fue tomar medidas del elemento que va a ser instalado en ellos y construirlos de fibra de vidrio.

Los planos de la caja de soporte del LCD y de la caja de protección de la placa electrónica se encuentran en el ANEXO "E".

## 4.3 PROCESO DE MONTAJE

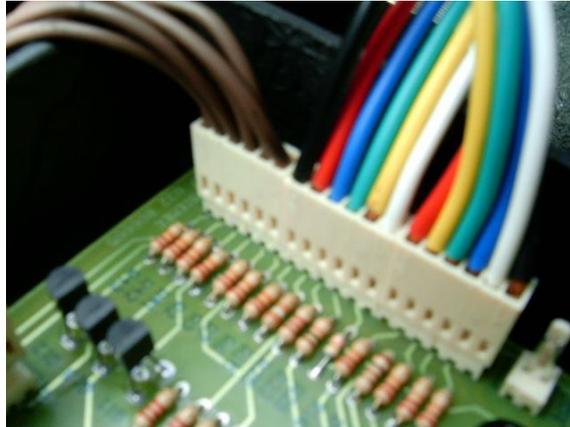
Para el montaje del panel de monitoreo se siguieron cada uno de los siguientes pasos:

- a. Colocamos cada una de las señales de las variables a monitorear en el terminal hembra de un conector (Fig. 4.9).



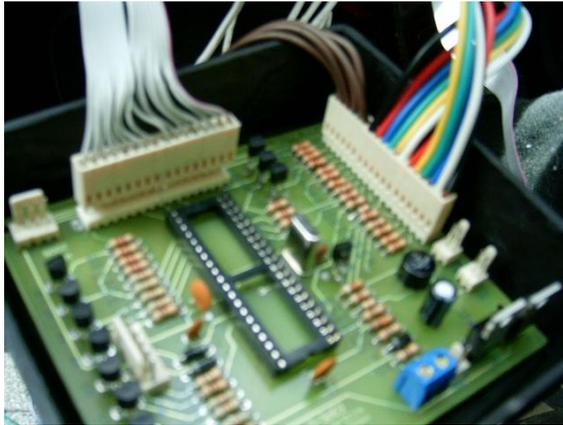
**Figura 4.9.-** Instalación de conectores a las señales a monitorear.

- b. Colocamos los conectores de las señales de salida y entrada en la placa, dejando el otro extremo con el conector macho para acoplar el conector de las señales a monitorear (Fig.4.10).



**Figura 4.10.-** Instalación de conectores en la placa.

- c. Instalamos correctamente cada uno de los elementos del panel de monitoreo en el vehículo.
- d. Verificamos que cada una de las señales se encuentren en la ubicación correcta de cada conector.
- e. Fuimos conectando cada uno de los conectores de los diferentes elementos del panel a la placa de circuito electrónico. Para este paso seguimos un orden, mismo que no era obligatorio, pero por precaución lo hicimos. El orden es el siguiente (Fig.4.11):
- 1) Señales de salida (led, zumbador, LCD)
  - 2) Señales a monitorear
  - 3) Alimentación al PIC.



**Figura 4.11.-** Conexión de los conectores de señales de entrada y salida a la placa.

- f. Una vez instalado todo los elementos del panel de monitoreo procedimos a realizar las pruebas Verificar su correcto funcionamiento. En la Fig.4.9 podemos observar el panel completamente instalado.



**Figura 4.9.-** Instalación completa del panel de monitoreo.

#### **4.4 VERIFICACION Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

Una vez instalado el panel de monitoreo se puso en funcionamiento el vehículo y las lecturas que pudimos obtener en la pantalla LCD fueron exactamente las que se tenían cuando todo el circuito estaba en el Proto Board.

Además se realizaron varias pruebas para verificar el normal funcionamiento del panel, las pruebas realizadas fueron las siguientes:

- De nivel de combustible; La misma cantidad que se cargo en la gasolinera, marco en la pantalla.
- De velocidad; Esta prueba lo hicimos con otro vehículo en movimiento paralelo al vehículo de prueba y las velocidades marcadas fueron similares en ambos vehículos.
- De temperatura; El funcionamiento correcto de este parámetro monitoreado se pudo determinar en el momento en que se activo el ventilador del radiador mismo que es a los 90 °C.
- De carga de la batería; Esta prueba se realiza mediante un multímetro midiendo el voltaje de la batería y al mismo tiempo viendo la lectura en el LCD, los errores encontrados fueron los ya explicados en el capítulo anterior.
- De señales ON / OFF; Las pruebas par este tipo de señales fueron las más fáciles, ya que lo que se iba activando en el vehículo tenia que mostrarse en la pantalla LCD, caso contrario estaba mal y en esta prueba todo resulto correcto.

#### **4.5 ANALISIS DE RESULTADOS**

En el análisis de resultados lo dividiremos en dos puntos importantes en los cuales se especificara si los resultados están acorde a los objetivos trazados en el presente proyecto, estos puntos importantes son: los resultados obtenidos en la exactitud de presentación de datos en la pantalla LCD y el otro punto es en base al análisis de Costo – Beneficio, mismo que es fundamental en la elaboración de cualquier proyecto.

#### 4.1.1 RESULTADOS EN EL PANEL

Al realizar las pruebas funcionamiento del panel de monitoreo instalado en el vehículo se pudo deducir los resultados siguientes:

- En las señales digitales no existe error debido a que solo poseen dos estados ON/OFF.
  
- En las señales análogas existió el error que se estableció en el capítulo III, con la diferencia de había una mínima variación debido a la inexactitud del valor de las resistencias y elementos eléctricos o por leves variaciones de voltaje en los parámetros monitoreados.

#### 4.1.2 RESULTADOS COSTO – BENEFICIO

Para este punto primeramente hagamos análisis del costo del panel:

Pantalla LCD	\$ 60
PIC	\$ 20
Elementos eléctricos	\$ 30
Elaboración del circuito en placa	\$ 60
Instalaciones y adaptaciones	\$ 40
Gastos varios	<u>\$ 100</u>
<b>Total</b>	<b>\$ 300</b>

Como podemos darnos cuenta el costo material del panel no es muy significativo con relación al beneficio que vamos a tener en cuanto a principalmente seguridad del conductor y los ocupante y por otra parte mayor vida útil del automotor al poder monitorear detalladamente los parámetros de funcionamiento del mismo y hacer percatar al conductor de la falla sucedida con lo que el mismo podrá dar las respectivas correcciones a tiempo.

## CONCLUSIONES

- Se diseño y construyo el panel digital de monitoreo y alarma de los siguientes parámetros de funcionamiento del automóvil Chevrolet Forsa Modelo 1998: carga de la batería, nivel de combustible en galones, temperatura del motor, velocidad del vehículo, nivel de liquido de frenos, presión de aceite del motor, revoluciones del motor, estado de las puertas (abiertas) y el sistema de alumbrado para saber si se encuentran o no encendidas.
- Al poseer un monitoreo detallado (información desplegada en la pantalla LCD) de los parámetros de funcionamiento del automotor y señales de alarma tanto visual (luz) como auditiva (zumbador) en el momento mismo en que sucede la falla, el conductor podrá tomar los procedimientos correctivos a tiempo evitando que el vehículo tenga problemas en su performance o que los ocupantes del mismo sufran algún accidente o percance en la carretera.
- Mediante el diseño y construcción de este panel de monitoreo se pudo aplicar todos los conocimientos de mecánica, microcontroladores, elementos eléctricos/electrónicos que posee y que utiliza el automóvil para determinar el estado de algunas variables del automotor.
- Con la utilización de microcontroladores se reduce en gran proporción la utilización de muchos elementos electrónicos y el trabajo de control y monitoreo se hacen más fáciles y más aun si el proyecto hubiese sido implementado en un vehículo moderno (vehículo a inyección electrónica), ya que estos vehículos disponen de sensores, lo que permite utilizar directamente la señal de estos para el PIC.
- Los costos de elaboración del proyecto son muy reducidos en relación al beneficio y confiabilidad que este proyecto brinda, debido a que en un solo

aparato muy pequeño y elegante podemos tener toda la información de las condiciones de operación del vehículo, misma que es entendible para cualquier persona por el mismo hecho de obtener la información totalmente digital.

## **RECOMENDACIONES**

- Como recomendación especial del proyecto es que quede abierto el tema para que otros alumnos complementen en la parte de control y así se pueda mejorar el rendimiento y seguridad de los vehículos que no posean inyección electrónica.
- Se recomienda tomar las debidas precauciones al instalar el panel de monitoreo ya que nuestros circuitos eléctricos y electrónicos al tener como elemento principal un microcontrolador (PIC) y trabajar con 5v. pueden sufrir daños ya que el vehículo es alimentado por una batería de 12v.
- Es indispensable tener un sistema de switch master de protección al proyecto, utilizando elementos electrónicos, ya sean estos fusibles, diodos u otros elementos de protección.
- En el momento en que es activada alguna alarma se recomienda que se obedezca y verifique la alerta desplegada en la pantalla, por seguridad de los ocupantes del vehículo, caso contrario puede ocurrir alguna avería o sufrir algún accidente.
- La pantalla digital, la alarma visual, la alarma auditiva así como el digitador de pantalla se recomienda que se encuentren ubicados cerca del conductor para evitar distracciones durante la conducción.

## BIBLIOGRAFÍA

- GTZ, Tecnología del automóvil, Tomo 2, 20ava. Edición, Editorial Reverte, S.A. Barcelona 1985
- Crouse William H. , Equipo Eléctrico y Electrónico del automóvil 6ta. Edición México.
- Alonso Pérez José Manuel, Equipo Eléctrico del automóvil, 7ma Edición Madrid
- Boylestad Robert I. Teoría de Circuitos, 2da. Edición México
- José María Angulo Usategui, Microcontroladores “PIC” Diseño Practico de Aplicaciones Primera Parte: PIC 16F84, Madrid
- José María Angulo Usategui, Microcontroladores “PIC” Diseño Practico de Aplicaciones Segunda Parte: PIC 16F87X, Madrid
- CEKIT S.A., Curso Básico de Microcontroladores PIC, Compañía Editorial Tecnologic.
- ECG
- [www.eca.redeya.com/tutoriales.elembas/transis.html](http://www.eca.redeya.com/tutoriales.elembas/transis.html)
- [www.geocities.com/modulo/lcd.html](http://www.geocities.com/modulo/lcd.html)
- [www.microchip.com/PIC16F870\\_871/Data\\_Sheet28/40Pin8Bit/CMOS\\_FLASH/Microcontrollers.PDF](http://www.microchip.com/PIC16F870_871/Data_Sheet28/40Pin8Bit/CMOS_FLASH/Microcontrollers.PDF)
- [www.microchip.com/PICs/EPIC\\_BETA/EPIC.HTM](http://www.microchip.com/PICs/EPIC_BETA/EPIC.HTM)

- [www.picyLCD\LCD 20x4Sinc.htm](http://www.picyLCD\LCD 20x4Sinc.htm)
- [www.dac.escet.urjc.es/docencia/Micros/?prog\\_LCD.html](http://www.dac.escet.urjc.es/docencia/Micros/?prog_LCD.html) última revisión 11/11/2002
- [www.microchip\pic y LCD\Página\\_Tabla de contenido de IT&T.htm](http://www.microchip\pic y LCD\Página_Tabla de contenido de IT&T.htm)

# **ANEXOS**