



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO
DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE CAMBIO
DE MARCHAS DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL
PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**VILLARREAL MEZA LIZETT MARIELISA
LEÓN MONAR CRISTIAN ISIDRO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Enero, 17 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

LIZETT MARIELISA VILLARREAL MEZA

Titulada:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE CAMBIO DE MARCHAS DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE
MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor David Bravo Morocho.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Daniela Aimacaña
Sánchez.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Enero, 17 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CRISTIAN ISIDRO LEÓN MONAR

Titulada:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE CAMBIO DE MARCHAS DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE
MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Víctor David Bravo Morocho
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Emilia Daniela Aimacaña
Sánchez.
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LIZETT MARIELISA VILLARREAL MEZA

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE CAMBIO DE MARCHAS DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: Enero, 17 de 2013.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Tierra (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. David Bravo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Aimacaña (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CRISTIAN ISIDRO LEÓN MONAR

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE CAMBIO DE MARCHAS DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL PARA EL TALLER DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: Enero, 17 de 2013.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Tierra (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. David Bravo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Emilia Aimacaña (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Lizett Marielisa Villarreal Meza.

f) Cristian Isidro León Monar.

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres Raúl y Doda que estuvieron conmigo en todo momento, brindándome fuerzas para no decaer y apoyándome de forma incondicional, a Cheo por haber sido mi compañero y respaldo durante esta etapa de formación profesional en mi vida y por último al ser más importante, Dios por haberme dado la oportunidad de cumplir este sueño.

Lizett Marielisa

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado todo lo necesario para no desmayar en la lucha por cumplir con mis objetivos trazados, y ayudarme a superar todas las barreras que se me interpusieron en la difícil vida estudiantil, a mi familia por el apoyo brindado siempre durante el trayecto de mi carrera.

Cristian Isidro

AGRADECIMIENTO

Primero queremos agradecer a Dios por habernos permitido culminar con éxito esta etapa de nuestras vidas, también queremos expresar nuestro agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Además queremos agradecer a aquellas personas que contribuyeron de una u otra forma durante el desarrollo de este proyecto de tesis y durante nuestra formación profesional.

Y en especial nuestro más sincero agradecimiento a nuestros padres por su apoyo incondicional, de igual manera al Ing. David Bravo y la Ing. Emilia Aimacaña por su valiosa colaboración para el desarrollo de este trabajo.

Lizett Marielisa Villarreal Meza

Cristian Isidro León Monar

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	
2.1 Introducción.....	4
2.2 Funcionamiento del motor de combustión interna.....	4
2.2.1 <i>Principio de funcionamiento teórico para un motor de 4 tiempos (ciclo otto)</i>	4
2.2.2 <i>Principio de funcionamiento real para un motor de 4 tiempos</i>	5
2.2.3 <i>Torque y potencia</i>	7
2.2.3.1 <i>Torque</i>	7
2.2.3.2 <i>Potencia</i>	8
2.2.4 <i>Curvas características de los motores de combustión interna</i>	8
2.2.4.1 <i>Curva de potencia</i>	9
2.2.4.2 <i>Curva de par</i>	10
2.2.4.3 <i>Curva de consumo</i>	10
2.2.5. <i>Formas de las curvas características del motor</i>	11
2.2.5.1 <i>Curva plana</i>	11
2.2.5.2 <i>Curva puntiaguda</i>	12
2.3 Estructura del motor de combustión interna.....	12
2.4 Sistemas que intervienen en el motor de combustión interna.....	13
2.4.1 <i>Sistema de distribución</i>	13
2.4.2 <i>Sistema de refrigeración</i>	14
2.4.3 <i>Sistema de alimentación</i>	15
2.4.3.1 <i>Carburador</i>	16
2.4.4 <i>Sistema de lubricación</i>	17
2.4.4.1 <i>Función del sistema de lubricación</i>	18
2.4.4.1.1 <i>Lubricación hidrodinámica</i>	18
2.4.5 <i>Sistema de arranque</i>	19
2.4.6 <i>Sistema de encendido</i>	20
2.4.6.1 <i>Bobina de encendido</i>	20
2.4.6.2 <i>Distribuidor</i>	20
2.4.6.3 <i>Ruptor</i>	21
2.4.6.4 <i>Condensador de encendido</i>	21
2.4.6.5 <i>Distribuidor de encendido</i>	21
2.5 Embrague	22
2.6 Tipos de trenes de transmisión	23
2.7 Caja de cambios	24
2.7.1 <i>Tipos de caja de cambios</i>	24
2.7.1.1 <i>Caja de cambios manual o sincrónica</i>	24
2.7.1.1.1 <i>Sincronizador</i>	26
2.7.1.1.2 <i>Marchas o cambios de la caja manual</i>	27
2.7.1.2 <i>Caja semiautomática</i>	29
2.7.1.3 <i>Caja automática (transmisión automática)</i>	32
2.7.1.3.1 <i>Componentes principales y funciones básicas</i>	32
2.7.2 <i>Diferencias entre los tipos de cajas de cambios</i>	35
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO	
3.1 Parámetros de diseño	37
3.2 Diseño y construcción de la parte electrónica del banco didáctico.....	37

3.2.1	<i>Diseño de bloques</i>	37
3.2.2	<i>Elementos necesarios para el diseño y construcción de las placas</i>	39
3.2.2.1	<i>Capacitor cerámico</i>	39
3.2.2.2	<i>Capacitor electrolítico</i>	39
3.2.2.3	<i>Circuito integrado NE555</i>	40
3.2.2.4	<i>Cristal de cuarzo</i>	40
3.2.2.5	<i>Diodo zener</i>	40
3.2.2.6	<i>Diodo led</i>	41
3.2.2.7	<i>Fuente de alimentación</i>	41
3.2.2.8	<i>Micro-controlador PIC 16F877A</i>	42
3.2.2.9	<i>Pulsador</i>	43
3.2.2.10	<i>Resistencia</i>	43
3.2.2.11	<i>Regulador de voltaje 7805</i>	43
3.2.2.12	<i>Sensor magnético</i>	44
3.2.2.13	<i>Visualizadores</i>	44
3.2.3	<i>Diseño de los circuitos electrónicos</i>	44
3.2.3.1	<i>Diseño del circuito para el contador de RPM</i>	44
3.2.3.1.1	<i>Acondicionador de señal de RPM</i>	46
3.2.3.1.2	<i>Circuito de control de RPM</i>	47
3.2.3.2	<i>Diseño del circuito para el velocímetro</i>	47
3.2.3.3	<i>Diseño del circuito para el recomendador de cambio de marchas</i>	49
3.2.4	<i>Programación</i>	49
3.2.4.1	<i>Programación para el circuito de RPM</i>	51
3.2.4.2	<i>Simulación en Proteus ISIS Professional del circuito de RPM</i>	52
3.2.4.3	<i>Programación para el circuito de velocímetro</i>	53
3.2.4.4	<i>Simulación en Proteus ISIS Professional del circuito de velocidad</i>	53
3.2.4.5	<i>Programación para el circuito de recomendador de marchas</i>	54
3.2.4.6	<i>Simulación en Proteus ISIS Professional del recomendador de marchas</i>	54
3.3	<i>Construcción de la parte mecánica del banco didáctico</i>	56
3.3.1	<i>Mantenimiento correctivo del vehículo</i>	57
3.3.1.1	<i>Motor</i>	57
3.3.1.2	<i>Sistema de transmisión</i>	57
3.3.1.3	<i>Sistema de alimentación</i>	57
3.3.1.4	<i>Sistema de encendido</i>	58
3.3.1.5	<i>Sistema de eléctrico</i>	58
3.3.1.6	<i>Sistema de escape</i>	58
3.3.1.7	<i>Sistema de frenos</i>	58
3.3.1.8	<i>Chasis</i>	58
3.4	<i>Ensamblaje final de los elementos en el banco</i>	58
4.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, MANUAL DE USUARIO Y GUÍA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
4.1	<i>Pruebas de funcionamiento</i>	61
4.1.1	<i>Velocidad máxima</i>	62
4.1.2	<i>Tiempos de recorrido</i>	62
4.1.3	<i>Aceleraciones</i>	62
4.1.4	<i>Velocidades máximas (4500 rpm) embancado</i>	62
4.1.5	<i>Velocidades de crucero (2500 rpm)</i>	62
4.1.6	<i>Prueba de consumo de combustible</i>	62
4.2	<i>Manual de usuario</i>	63
4.2.1	<i>Precauciones antes del encendido</i>	63
4.2.2	<i>Encendido</i>	63
4.2.3	<i>Apagado del banco didáctico</i>	65
4.2.4	<i>Guía para prácticas de laboratorio</i>	65
4.3	<i>Guía de mantenimiento preventivo</i>	67
4.3.1	<i>Nivel de líquido refrigerante</i>	67
4.3.2	<i>Nivel de aceite</i>	67
4.3.3	<i>Llenado del tanque de combustible</i>	69
4.3.4	<i>Batería</i>	70
4.3.5	<i>Plan de mantenimiento, inspecciones y cambios</i>	70

4.3.6	<i>Presión de inflado de los neumáticos</i>	71
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	73
5.2	Recomendaciones.....	74

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Dosificación de combustible.....	16
2	Comparación entre cajas automáticas y manuales.....	36
3	Prueba de consumo de combustible.....	63
4	Guía de laboratorio I.....	65
5	Guía de laboratorio II.....	66
6	Guía de laboratorio III.....	66
7	Plan de mantenimiento del motor.....	71
8	Presión inflado neumáticos.....	72

LISTA DE FIGURAS

Pág.		
1	PMS - PMI	4
2	Funcionamiento teórico para un motor ciclo otto	5
3	Avance a la apertura de la admisión.....	6
4	Retraso al cierre de la admisión.....	6
5	Avance a la apertura del escape.....	6
6	Retraso del cierre del escape.....	7
7	Dinamómetro.....	8
8	Velocidad de aceleración.....	8
9	Curvas características del motor.....	9
10	Curvas de potencia gasolina y diesel.....	9
11	Curva de par.....	10
12	Curva de consumo específico.....	11
13	Curva plana.....	11
14	Curva puntiaguda.....	12
15	Despiece de un motor de 4 cilindros en línea.....	13
16	Despiece de un sistema de distribución.....	13
17	Refrigeración por agua o líquido refrigerante.....	14
18	Sistema de alimentación.....	15
19	Carburador.....	16
20	Circulación del aceite en el motor.....	17
21	Película de lubricación hidrodinámica.....	18
22	Sistema de arranque.....	19
23	Esquema de un sistema de encendido convencional (BOSCH lo denomina SZ).....	20
24	Conjunto ruptor.....	21
25	Distribuidor.....	22
26	Ubicación y función del embrague.....	23
27	Tipos de trenes de transmisión.....	23
28	Partes de una caja de cambios.....	24
29	Árbol primario (1) y principal (2).....	25
30	Árbol intermediario (1) y marcha atrás (2).....	25
31	Horquillas de selección (1).....	26
32	Despiece de un sincronizador.....	27
33	Neutro.....	27
34	Primera velocidad.....	28
35	Segunda velocidad.....	28
36	Tercera velocidad.....	28
37	Cuarta velocidad.....	29
38	Reversa.....	29
39	Caja semiautomática modelo teórico.....	30
40	Palanca de cambios transmisión semiautomática.....	32
41	Componentes principales de la transmisión automática.....	33
42	Convertidor de torsión.....	34
43	Trenes de engranajes planetarios.....	34
44	Unidad de impulsión final.....	35
45	Recomendador de cambio de marcha Hyundai Accent.....	37
46	Diseño de bloques.....	38
47	Capacitor.....	39
48	Capacitor electrolítico.....	39
49	NE555.....	40
50	Cristal de cuarzo.....	40
51	Diodo.....	40
52	Diodos led.....	41
53	Fuente de alimentación.....	41
54	Micro-controlador PIC 16F877A.....	42

55	Pulsador.....	43
56	Resistencia.....	43
57	Regulador de voltaje 7805.....	43
58	Sensor magnético.....	44
59	LCD.....	44
60	Diagrama electrónico de RPM.....	45
61	Diagrama electrónico para el acondicionador de señal de RPM.....	46
62	Circuito de control RPM.....	47
63	Velocímetro con sensor óptico.....	48
64	Circuito visualizador velocímetro.....	48
65	Circuito para el recomendador de marchas.....	49
66	Sensores magnéticos colocados alrededor de la palanca de cambios.....	50
67	RPM y velocidad correspondiente a la marcha del vehículo.....	50
68	Torque – potencia motor Mazda 1400.....	51
69	Simulación en Proteus RPM.....	52
70	Placa construida I.....	52
71	Reverso de la placa I.....	52
72	Placa construida II.....	53
73	Reverso de la placa II.....	53
74	Simulación en Proteus velocidad.....	53
75	Placa construida donde se puede apreciar la rueda dentada.....	54
76	Cable del velocímetro donde se conecta la rueda dentada.....	54
77	Placa construida III.....	54
78	Reverso de la placa III.....	54
79	Simulación en Proteus recomendador marchas.....	55
80	Placa construida IV.....	55
81	Reverso de la placa IV.....	55
82	Vehículo para el desarrollo del banco.....	56
83	Calibración de válvulas.....	57
84	Placas aseguradas con una pieza de policarbonato.....	59
85	Disposición y/o ubicación de las placas de circuitos electrónicos.....	59
86	Placas de circuitos electrónicos colocadas en el tablero.....	60
87	Protección de los sensores magnéticos.....	60
88	Encerado del tacómetro digital.....	61
89	Encerado del velocímetro.....	61
90	Interruptores de encendido del banco.....	64
91	Nivel del líquido refrigerante.....	67
92	Nivel de aceite.....	68
93	Llenado del tanque de combustible.....	69
94	Llenado del electrolito de la batería.....	70
95	Efectos de la presión de inflado en un neumático y su huella.....	72

LISTA DE ABREVIACIONES

PMS	Punto muerto superior.
PMI	Punto muerto inferior.
AAA	Avance apertura admisión.
RCA	Retraso cierre admisión.
AAE	Avance apertura escape.
RCE	Retraso cierre escape.
AE	Avance de encendido.
RPM	Revoluciones por minuto.
SZ	Sistema de encendido convencional.
CO ₂	Dióxido de carbono.
FF	Motor delantero tracción a las ruedas delanteras.
FR	Motor delantero tracción a las ruedas traseras.
PIC	Peripheral interface controller (controlador de interfaz periférico).
RISC	Reduced instruction set computer (computador con conjunto de instrucciones reducidas).
NC	Normalmente cerrado.
NA	Normalmente abierto.
LCD	Liquid crystal display (pantalla de cristal líquido).
GND	Ground (tierra/negativo).
OHC	Overhead cam (árbol de levas en la cabeza).
OFF	Apagado.
ON	Encendido.
MAX	Máximo.
MIN	Mínimo.
SAE	Society of automotive engineers (sociedad de ingenieros

automotrices).

ALU	Arithmetic logic unit (unidad aritmético lógica).
AND	Con esta instrucción se lleva a cabo la operación "y" lógica de los dos operandos.
OR	La instrucción OR lleva a cabo, bit por bit, la disyunción inclusiva lógica de los dos operandos.
ADD	Suma los dos operandos y guarda el resultado en el operando destino.
I/O	Entrada y/o salida.
API	Instituto americano del petróleo.

LISTA DE ANEXOS

- A** Data sheet del PIC 16f877A
- B** Programación RPM
- C** Diseño del circuito impreso de control de RPM
- D** Diseño circuito impreso del acondicionador de señal RPM
- E** Programación velocidad
- F** Diseño del circuito impreso del velocímetro con sensor óptico
- G** Diseño del circuito impreso del visualizador velocidad
- H** Programación recomendador de cambio de marchas
- I** Diseño del circuito impreso del recomendador de cambio de marchas
- J** Especificaciones del motor Mazda E1400

RESUMEN

Se ha diseñado y construido un banco didáctico para el control de cambio de marchas de una transmisión manual para el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz, con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la enseñanza/aprendizaje de los estudiantes, principalmente con respecto a realizar los cambios de marcha en las revoluciones ideales, para obtener un óptimo funcionamiento del motor y la transmisión.

Se adquirió un vehículo que cuenta con; un motor de 4 cilindros, con una cilindrada de 1400 centímetros cúbicos y una transmisión manual de cinco velocidades y retro, el cual fue sometido a un proceso de mantenimiento para que funcione de una forma eficaz, además de ello se le adaptó dos sensores, el primero conectado al negativo de la bobina de donde se obtuvo la señal de revoluciones por minuto y el segundo, para medir la velocidad, conectado al cable del velocímetro que se encuentra en la caja de cambios, mediante la comparación de estas dos señales se elaboró un sistema digital de sugerencia de cambio de marchas, que permite mantener al motor y transmisión funcionando en los regímenes ideales.

Se consideró las normas de seguridad, operación y mantenimiento preventivo para optimizar el uso de este banco didáctico, para lo cual se elaboró manuales de mantenimiento y usuario con sus respectivas guías de laboratorio.

Con la construcción de este banco didáctico, se brinda la posibilidad de comprobar el funcionamiento en conjunto del motor y la caja de cambios en condiciones reales; esta herramienta permite a los estudiantes, realizar prácticas tanto mecánicas como electrónicas, lo cual aportara muchos beneficios en su preparación técnica.

Se recomienda tomar en cuenta las normas de mantenimiento y seguridad de este banco didáctico, para poder proteger la integridad de los estudiantes y alargar la vida útil del equipo.

ABSTRACT

A gearshift didactic bench has been designed and constructed for the Automotive Engineering School workshop in order to improve the teaching learning process. By using this simulator, the students will be able to do gear changes at ideal revolutions per minute to facilitate optimal engine and transmission performance.

A vehicle which has a 4 cylinder engine with 1400 cubic centimeter capacity, and a five speed manual transmission plus reverse gear was purchased. This vehicle was subject of a maintenance process so that it works in a more efficient way. Besides that, two sensors were adapted. One of them was connected to the negative pole of the coil in which the revolutions per minute were signaled, and the other sensor was connected to the gearshift box speedometer to measure speed. By comparing these two signals, a digital system to suggest gear change was elaborated. It permits maintain the engine and transmission performing at ideal regimes.

Safety regulations, good operation and preventive maintenance were considered to optimize the use of this didactic bench for which useful handbooks their respective laboratory guides were also elaborated.

The construction of such didactic bench gives the possibility to test the engine performance as a whole along with its gearshift box under normal conditions; this tool allows students to do their mechanics as well as their electronic practices in a better way enlightening their technical preparation.

It is recommended to take into account the didactic bench maintenance and safety instructions for students' sake and for a long lasting equipment life.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El movimiento de un vehículo se da gracias a que, el motor de combustión interna funciona quemando un combustible para obtener energía química y transformarla en energía mecánica, que a su vez es transmitida a las ruedas por medio de la transmisión.

Si el automotor es de tracción delantera, trasera o a las cuatro ruedas el principio es el mismo para todos. Cuando se parte en primera, normalmente el motor gira unas 4 veces más que el eje de las ruedas. Cuando se llega a la última marcha, esta relación es 1:1.

La fuerza que produce el motor de combustión interna puede ser evaluada de dos maneras: torque y potencia. Torque; es la fuerza que puede producir el motor, Potencia; indica la rapidez con la que puede trabajar el motor. La relación entre estas dos es conocida como régimen de giro; la cual varía de acuerdo al diseño del motor y su cilindrada. Cuando el motor es acelerado, el torque llega a su máximo rendimiento antes que la potencia.

La transmisión tiene como propósito, mantener al motor funcionando en un rango entre los picos de torque y potencia, lo más estable posible. La caja de cambios puede mantener al motor en este rango de estabilidad, variando la relación de giro del motor con respecto a las ruedas, con la finalidad de que tenga mayor potencia para mantener la velocidad del vehículo.

El régimen de giro del motor es generalmente establecido por el fabricante del vehículo, dependiendo de estos parámetros se determina el número de revoluciones por minuto ideales a los que se debe hacer el cambio de marcha. Las cajas de cambio están diseñadas para funcionar de acuerdo al régimen de giro del motor dependiendo del uso adecuado que se les dé, ambos motor y transmisión cumplirán o no con el tiempo estimado de trabajo o de vida útil.

1.2 Justificación

Es de conocimiento general que no todos los conductores están en la capacidad de hacer que el vehículo desarrolle su potencia y torque en equilibrio, sin que sus componentes sufran demasiado.

La mayoría de individuos cuando aprenden a conducir, lo hacen escuchando el sonido del vehículo para realizar el cambio de marcha y no con la referencia de las RPM como sería lo más adecuado.

Además es importante recalcar que gran parte de las personas que manejan en el país, tienen preferencia por las transmisiones manuales y no por las automáticas que solucionan muchos o tal vez todos los inconvenientes que se están citando.

Al conocer las fuerzas que influyen en el motor de combustión interna, se comprende que lo más favorable es realizar los cambios de marcha a ciertas revoluciones, para aprovechar los picos de potencia y torque. Muy pocos o ningún conductor toma en cuenta esto, causando desperdicios de energía, forzando el motor y los mecanismos de transmisión innecesariamente.

Es por esto que se hace necesario un sistema que guíe al conductor, para que realice los cambios de marcha en las revoluciones ideales y así obtener el mayor beneficio del motor.

Este proyecto se presenta como una herramienta de gran utilidad para todos los involucrados en la ingeniería automotriz, facilitará la comprensión exacta y precisa de un sistema de transmisión manual, con todos sus componentes y parámetros de funcionamiento.

Consientes de la necesidad de material didáctico de la Escuela de Ingeniería Automotriz, se hace imprescindible que tanto catedráticos como estudiantes puedan contar con un banco, en el que puedan evaluar de forma real los aspectos mencionados anteriormente. Lo que permitirá obtener un mejor conocimiento sobre el funcionamiento en conjunto del motor y la transmisión manual, puntos que son de vital importancia en la formación de un ingeniero automotriz.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Diseñar y construir un banco didáctico para el control de cambio de marchas de una transmisión manual para el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 Objetivos específicos

Estudiar el comportamiento dinámico del motor de combustión interna con dependencia a la relación de transmisión.

Analizar el comportamiento de la transmisión manual y automática para establecer sus diferencias.

Investigar la forma de obtener datos de funcionamiento de un motor a carburación con caja manual.

Realizar pruebas de funcionamiento del banco didáctico, para comprender parámetros reales de funcionamiento.

Elaborar una guía de usuario y plan de mantenimiento para el uso correcto y conservación en buen estado del banco didáctico.

CAPÍTULO II

2. MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

2.1 Introducción

Es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de la cámara de combustión. Su nombre se debe a que dicha combustión se produce dentro de la máquina en sí misma.

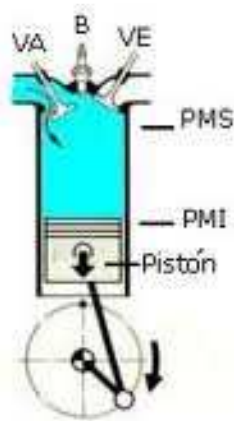
2.2 Funcionamiento del motor de combustión interna [1]

El motor de combustión interna funciona transformando la energía calorífica que posee el combustible en energía mecánica, la misma que posteriormente permite generar y transmitir movimiento a los diferentes elementos encargados de desplazar el vehículo.

2.2.1 Principio de funcionamiento teórico para un motor de 4 tiempos (ciclo Otto) [2].

Cada tiempo o carrera se refiere al movimiento del pistón, es decir una carrera del pistón toma lugar cuando este se ha movido de una posición extrema a otra. Estas se denominan punto muerto superior (PMS) y punto muerto inferior (PMI), entonces una carrera del pistón es el movimiento del pistón desde el PMS hasta el PMI o viceversa.

Figura 1. PMS - PMI



Fuente: <http://www.mundomotor.net/mecanica/pms-pmi.jpg>

A continuación se describen uno a uno los tiempos del motor de combustión interna.

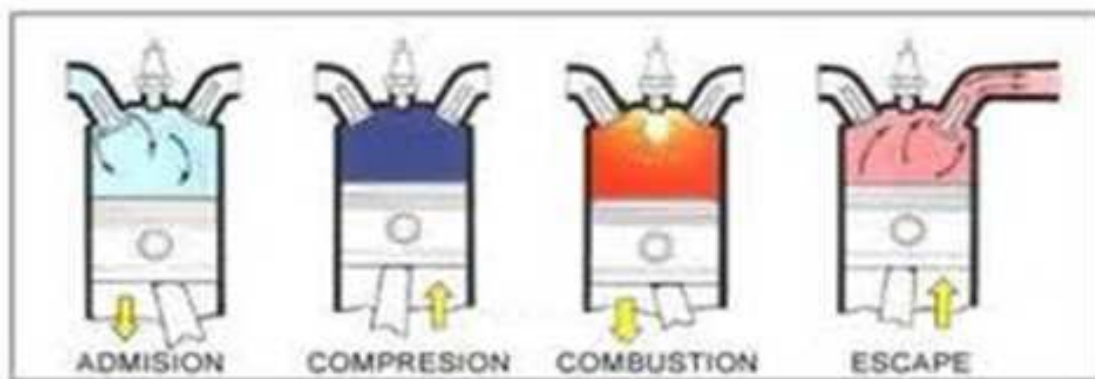
Tiempo de admisión. - La válvula de admisión se encuentra abierta. Partiendo del PMS, el pistón empieza a descender, al tiempo que la mezcla de aire-combustible vaporizado es “aspirada” hacia el interior del cilindro a través de la abertura que deja la válvula de admisión. La mezcla citada la suministra el carburador.

Tiempo de compresión.- Cuando el pistón llega al PMI se cierra la válvula de admisión y empieza la carrera ascendente de aquél. La válvula de escape está también cerrada con lo cual resulta que el cilindro permanece hermético. Y la mezcla aire-combustible se comprime hasta que el pistón llega al PMS.

Tiempo de combustión.- Con el pistón en el PMS salta una chispa eléctrica en la bujía haciendo que el combustible se inflame, alcanzándose en el interior del cilindro una presión del orden de 600 p.s.i. (42 kg/cm²) el pistón es empujado hacia el PMI y se transmite un impulso de potencia al cigüeñal por medio de la biela.

Tiempo de escape.- Cuando el pistón llega al PMI en el tiempo de combustión, se abre la válvula de escape y da comienzo la carrera de escape, es decir, el pistón asciende y despeja el cilindro de los gases resultantes de la combustión en el tiempo anterior. Al llegar de nuevo el pistón al PMS, se cierra la válvula de escape y se abre la de admisión por la cual penetra una nueva carga de mezcla a medida que desciende otra vez el pistón, empezando así de nuevo el ciclo. Los cuatro tiempos descritos se repiten continuamente mientras funciona el motor.

Figura 2. Funcionamiento teórico para un motor ciclo Otto

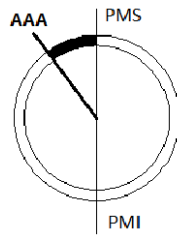


Fuente:<http://www.banrep cultural.org/sites/default/files/lablaa/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/imagenes/19.jpg>

2.2.2 Principio de funcionamiento real para un motor de 4 tiempos [3]

A.A.A.- Avance a la apertura de la admisión. La válvula de admisión no se abre realmente en el PMS, sino que lo hace unos grados antes. Con este avance se consigue iniciar la aspiración de la mezcla cuando la válvula se encuentra totalmente abierta y, por tanto, un mejor llenado del cilindro de gases frescos. Además colabora con el vaciado de la cámara de compresión de gases quemados.

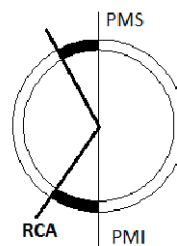
Figura 3. Avance a la apertura de la admisión



Fuente: <http://k35.kn3.net/7C2C4271D.jpg>

R.C.A.- Retraso al cierre de la admisión. La válvula de admisión no se cierra en el PMI sino que lo hace unos grados después. Con este retraso del cierre se consigue, entre otras cosas, aprovechar la inercia de los gases para mejorar el llenado del cilindro. Cuando se cierra la válvula, termina el tiempo de admisión para empezar el de compresión.

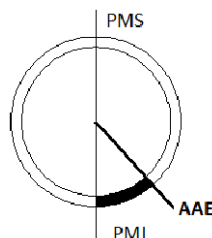
Figura 4. Retraso al cierre de la admisión



Fuente: <http://k39.kn3.net/0BABE70AF.jpg>

A.A.E.- Avance a la apertura del escape. La válvula de escape no se abre realmente en el PMI como ocurría en el ciclo teórico, sino que lo hace unos grados antes. De esta manera, se consigue disminuir las contrapresiones que se producen entre el exterior e interior del cilindro además del estrangulamiento del barrido de gases al estar la válvula totalmente abierta cuando el pistón inicia la carrera ascendente.

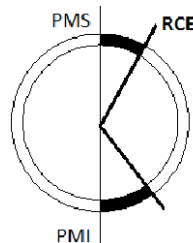
Figura 5. Avance a la apertura del escape



Fuente: <http://k44.kn3.net/BC23A6203.jpg>

R.C.E.- Retraso del cierre del escape. La válvula de escape se cierra un poco después de que el pistón haya alcanzado el PMS. De esta forma, se consigue una mejor evacuación de los gases quemados al permanecer durante unos grados las dos válvulas abiertas. Cuando se cierra la válvula de escape, termina el tiempo de escape.

Figura 6. Retraso del cierre del escape



Fuente: <http://k45.kn3.net/258959E55.jpg>

A.E.- Avance del encendido. La chispa no salta cuando el pistón se encuentra en el PMS, sino que lo hace unos grados antes. Con este avance se consigue que se quemara totalmente la mezcla cuando el pistón se encuentra en el PMS y reciba toda la presión procedente de la explosión para dar movimiento al cigüeñal.

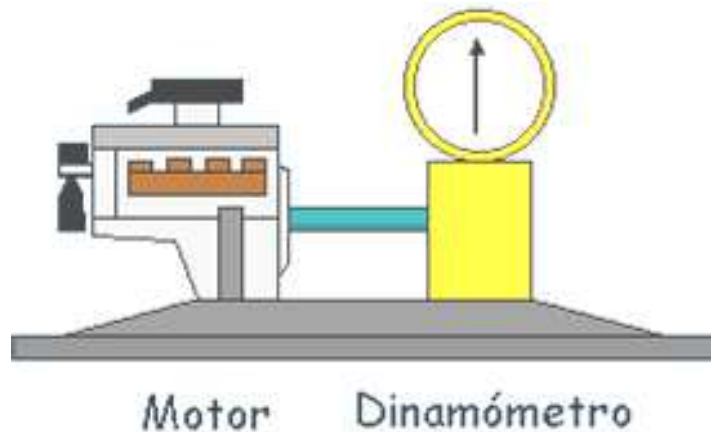
El avance del encendido varía con las revoluciones y carga del motor ya que a mayor cantidad de mezcla o a mayor número de revoluciones, hay que quemar la mezcla con antelación para que el pistón reciba todo el empuje de la explosión.

2.2.3 Torque y potencia [4]. Tanto el torque como la potencia son indicadores que permiten saber cómo funciona el motor, la fuerza que puede realizar y la rapidez con la que puede realizar un determinado movimiento.

2.2.3.1 Torque [5]. Para que un auto funcione se necesita un eje que gire y le proporcione al motor la energía para realizar la fuerza; dicho movimiento de rotación recibe el nombre de torque. Éste puede medirse a partir de un freno dinamométrico que a través de una instalación obliga al motor a girar en toda su capacidad, mientras una resistencia tira de él y lo obliga a frenarse, contabilizando la fuerza de dicho movimiento.

Dicho todo esto, cabe aclarar que recibe el nombre de torque máximo, la mayor fuerza que puede hacer el motor en un giro, la cual se desarrolla a una determinada cantidad de revoluciones establecidas de antemano.

Figura 7. Dinamómetro



Fuente: <http://www.automotriz.net/images/tecnica/torque-2.gif>

2.2.3.2 Potencia [6]. Es el trabajo que se puede desarrollar por unidad de tiempo, es decir es la velocidad con que se puede realizar un trabajo. La potencia se refiere a la velocidad con que es aplicada una fuerza\torque, así, si tenemos dos motores generando el mismo torque, el motor que lo aplica a mayores revoluciones por minuto tiene más potencia. La influencia de la potencia en la velocidad del vehículo está dada en la aceleración, por ejemplo, un vehículo más potente acelerara de 0 a 100 km por hora en un menor tiempo q un motor menos potente.

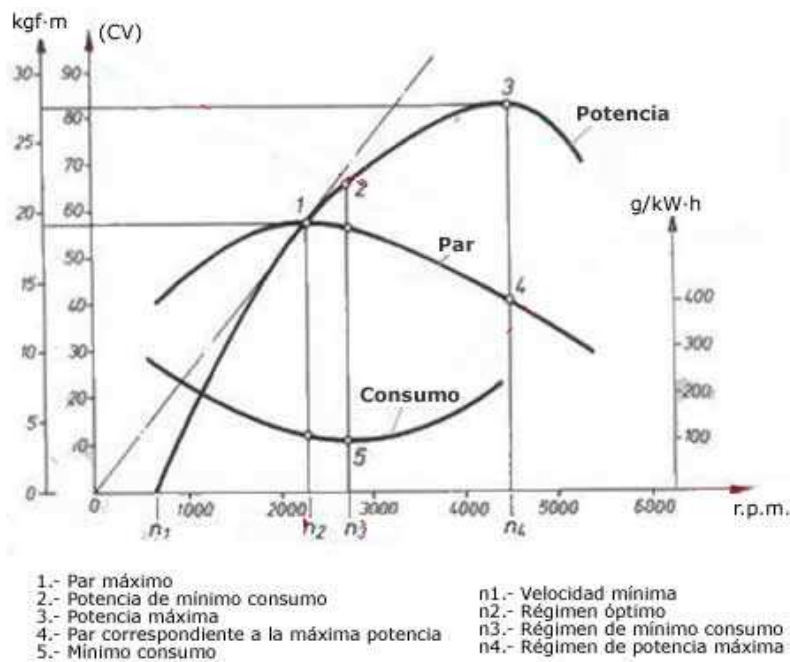
Figura 8. Velocidad de aceleración.



Fuente: <http://www.todoautos.com.pe/portal/images/stories/getty-auto-rpido.jpg>

2.2.4 Curvas características de los motores de combustión interna [7]. Se deducen de los valores de potencia, momento y consumo específico de combustible medidos en el banco de pruebas para velocidades distintas. Los índices principales del motor de combustión interna no son constantes para todo su rango de trabajo. Aunque estos índices varían un tanto dependiendo del tipo y naturaleza del motor, en reglas generales en los motores de combustión interna se comportan como se indica en la figura 9.

Figura 9. Curvas características del motor

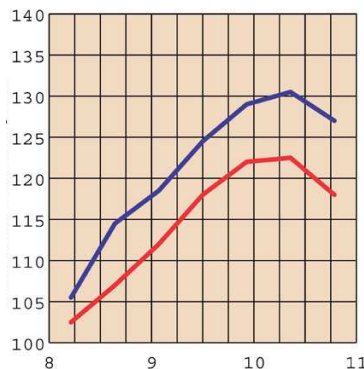


Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/imagescursomec/curvas-par-potencia-consumo.jpg>

2.2.4.1 Curva de potencia [8]. La curva de potencia se distingue porque crece en progresión casi constante con el aumento de las revoluciones hasta cierto régimen, en forma de un lomo (lomo de potencia), hasta un máximo en el valor de la velocidad nominal, que indica el régimen de potencia máxima a partir de la cual comienza a decrecer drásticamente. El descenso de potencia es debido a la disminución del rendimiento volumétrico del motor.

La elevación de esta curva depende en gran medida de la forma constructiva del motor, compresión y al uso que se le vaya a dar; siendo elevada en motores rápidos y menos elevada en motores de menor cilindrada.

Figura 10. Curvas de potencia

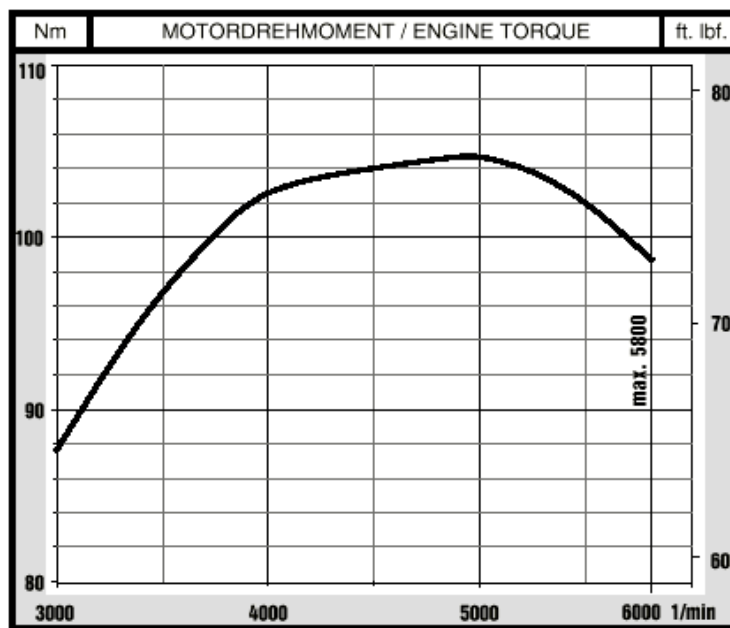


Fuente: <http://image.sportrider.com/f/8894595/146-9508-RAM-9-ZOOM.jpg>

2.2.4.2 Curva de par [9]. La curva de par es más reducida que la de potencia, el punto más alto de la curva de par motor corresponde al par máximo o también llamado par óptimo; sin embargo el valor del par motor depende de la velocidad, siendo la curva elevada cuando el llenado de los cilindros es mayor y mejor, es decir cuando la velocidad es reducida, y decrece cuando la velocidad aumenta y el llenado de los cilindros es bastante deficiente. Encontrándose el par máximo en la zona de elasticidad del motor. Cuando un motor tiene el par máximo a bajas velocidades de rotación, se dice que es un motor elástico, ya que puede adaptarse mejor a los cambios de carga bajando la velocidad y aumentando el torque.

Para el motor de gasolina, el punto de par máximo será más bajo a medida que aumente la carrera del pistón. Como durante el desarrollo del motor de gasolina, cada vez la carrera se ha ido haciendo más pequeña, puede decirse que: los modernos motores tienen el par máximo en un punto más alto que los antiguos.

Figura 11. Curva de par



Fuente: http://www.aviasport.com/Rotax/Rotax_912/Par_Motor_912.gif

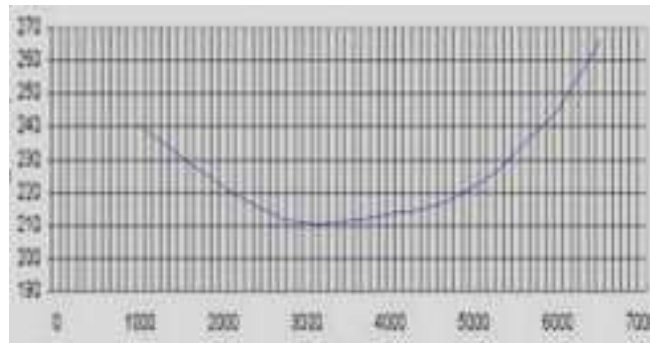
2.2.4.3 Curva de consumo [8]. Esta dada por el consumo específico de combustible, que es la cantidad de combustible que necesita un motor para suministrar una determinada unidad de potencia por unidad de tiempo.

Un desarrollo aproximadamente inverso al de la curva del par motor es el de la curva del consumo específico de combustible. Al aumentar las revoluciones del motor dicha curva decrece, con lentitud, desde el régimen de utilización mínima hasta un cierto límite, que corresponde al punto de consumo mínimo. En general, este límite está

comprendido en el intervalo que separa el régimen de par máximo del de la potencia máxima. La curva vuelve luego a subir gradualmente hasta el valor de utilización máxima del motor.

El consumo específico es una forma de expresar el rendimiento del motor, en el sentido que relaciona consumo con prestaciones. Cuanto menor sea el consumo específico de un motor, mejor es su rendimiento.

Figura 12. Curva de consumo específico

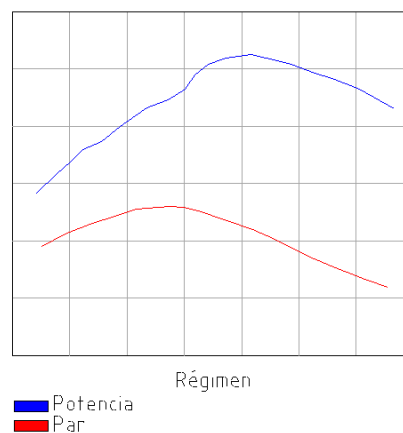


Fuente: http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSF_bJSiVZYLvlx86ZSC24eI5rGZEY9zUWOK8NUOYwmMolUwq5UeA

2.2.5 Formas de las curvas características del motor [10]

2.2.5.1 Curva plana. Los motores de rendimiento medio se caracterizan por disponer de curvas de par con grandes tramos descendentes en las que el valor máximo está cerca de la zona media del régimen. Esto da lugar a curvas de potencia de pendiente moderada en las que el máximo está lejos del tope de rpm.

Figura 13. Curva plana

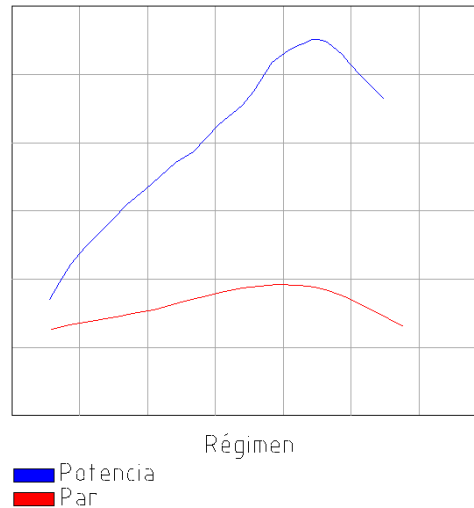


Fuente: Autores

2.2.5.2 Curva puntiaguda. Los motores de elevado rendimiento suelen funcionar bien a altas rpm, por tener curvas de par ascendentes con su valor máximo situado bastante

alto. Esta característica tiene como consecuencia curvas de potencia con pendientes muy altas las cuales están cerca del régimen máximo de giro.

Figura 14. Curva puntiaguda



Fuente: Autores

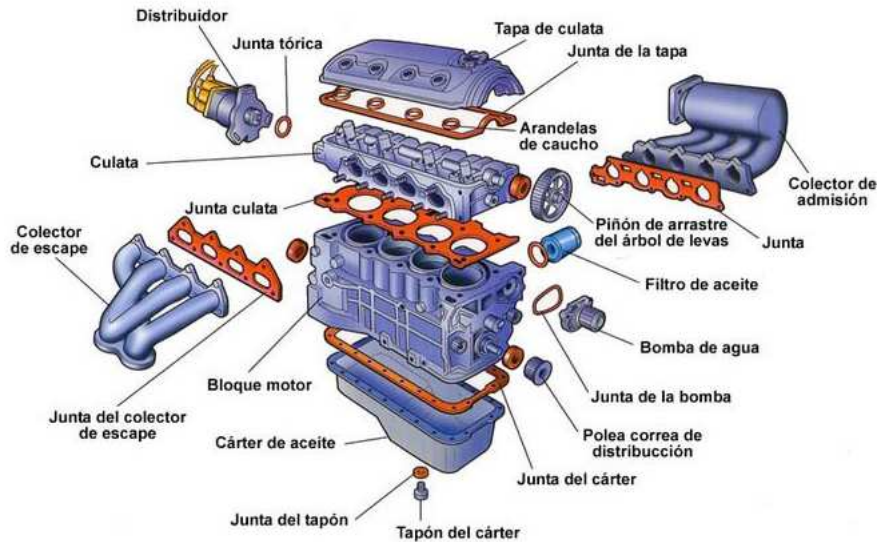
2.3 Estructura del motor de combustión interna [11]

Tanto los motores de encendido por chispa, como los de compresión presentan una estructura similar, pudiéndolos diferenciar sólo por algunas particularidades referentes a sus componentes, como son la bomba de inyección, el carburador, etc.

El motor se compone de los siguientes elementos principales:

- Culata.
- Tapa de culata.
- Bloque motor.
- Pistón.
- Segmentos o anillos.
- Biela.
- Cojinetes de bancada.
- Cigüeñal.
- Volante de inercia.
- Múltiples de admisión y escape.
- Carter de aceite.

Figura 15. Despiece de un motor de 4 cilindros en línea



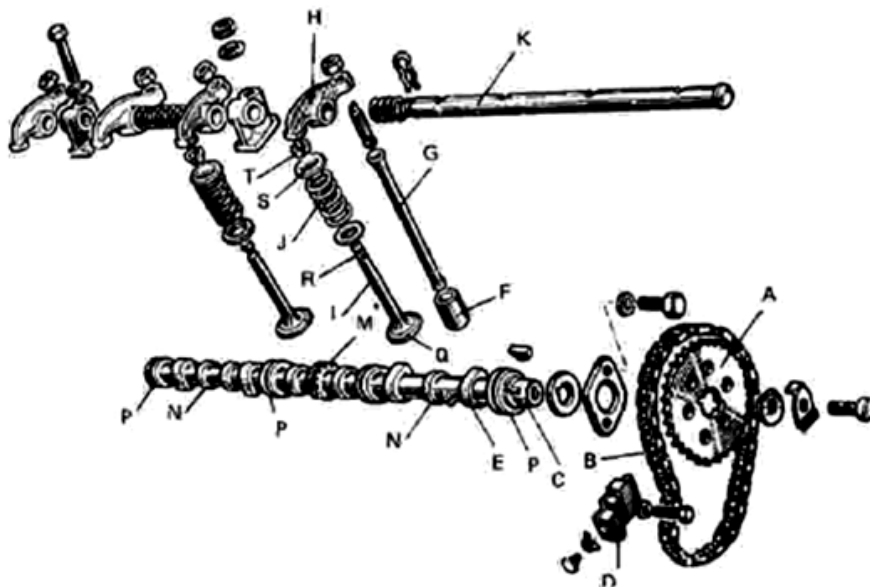
Fuente: <http://www.aficionadosalamecnica.net/imagescursomec/motor-despiece-4-cilindros.jpg>

2.4 Sistemas que intervienen en el motor de combustión interna

Para el funcionamiento del motor es necesario que intervengan los sistemas que se detallan a continuación.

2.4.1 Sistema de distribución [12]. Los ciclos de un motor dependen del tiempo de apertura y cierre de las válvulas. El sistema de distribución está definido como el conjunto de órganos mecánicos que regulan la entrada y salida de gases en el cilindro.

Figura 16. Despiece de un sistema de distribución

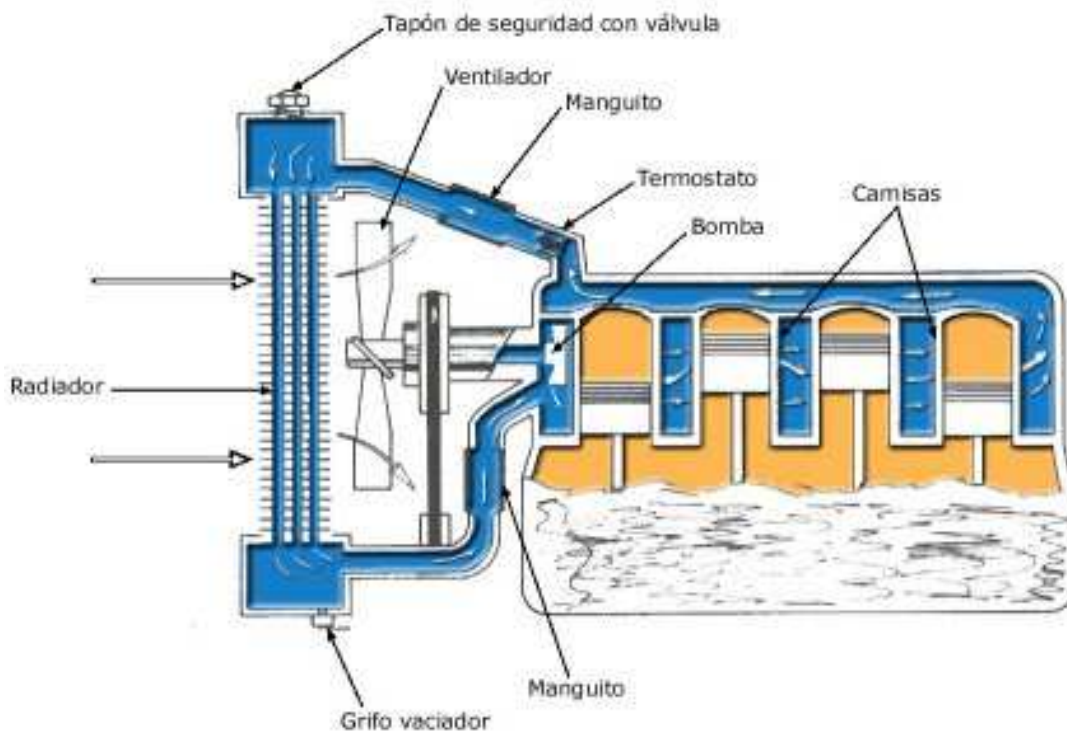


Fuente: <http://guparacing.com.ar/wp-content/uploads/2012/09/5-12.jpg>

En la figura 16 se puede observar, el piñón de mando A, del árbol de levas C, se monta sobre un extremo con interposición de una chaveta. A la vez recibe el movimiento del piñón de mando del cigüeñal, por medio de la cadena B, que se mantiene tensada por el tensor D. El árbol de levas está constituido por una serie de levas E, las partes salientes de las que desplazan las punterías F, que a su vez dan movimiento a las varillas G, balancines H (que basculan en el eje K) y válvulas Q, que son mantenidas contra el asiento de la cámara de combustión para los muelles J. El árbol dispone de tantas levas como válvulas tiene el motor, y además forma parte de la excéntrica N que da movimiento a la bomba de alimentación de combustible, y el piñón M que realiza su función con la bomba de aceite y el distribuidor de encendido.

2.4.2 Sistema de refrigeración [13]. Durante el funcionamiento de un motor de combustión interna, se llegan a temperaturas que sobrepasan los 2.000 °C en la fase de combustión. Si no se dispusiera de un sistema de refrigeración, la dilatación de los materiales sería tan grande que se produciría el agarrotamiento (desgaste por calentamiento) y la deformación de las piezas. Existen dos tipos de sistemas para la refrigeración de un motor: la refrigeración mediante líquido refrigerante (utilizada en la gran mayoría de vehículos), y la refrigeración por aire (poco utilizada).

Figura 17. Refrigeración por agua o líquido refrigerante



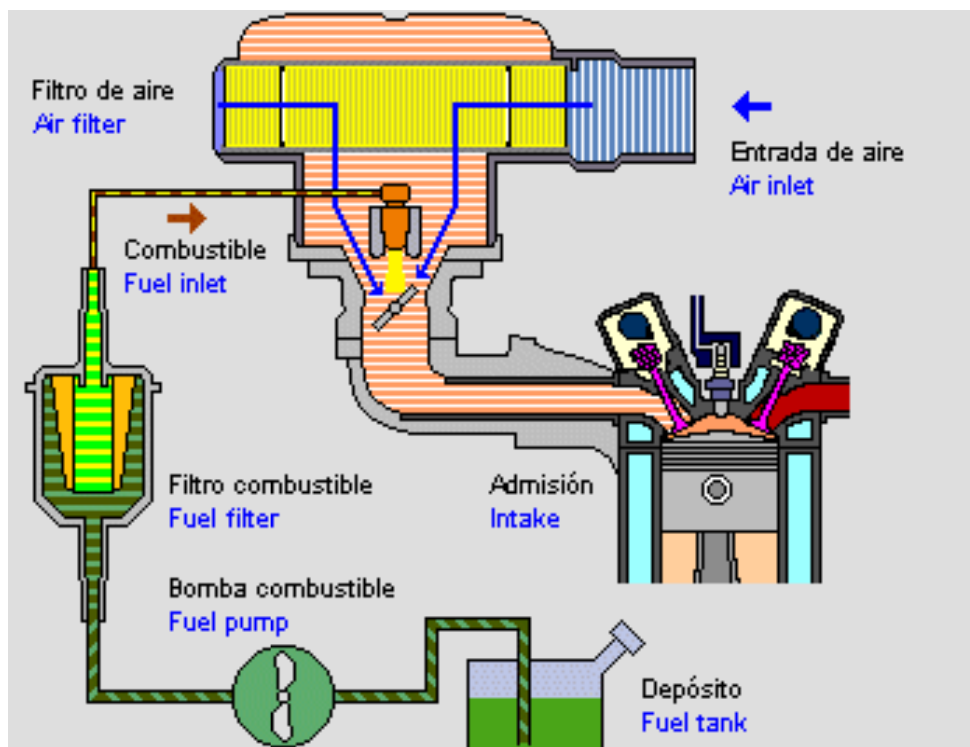
Fuente: <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/imagenes/refrigeracion/figura02.jpg>

Refrigeración por líquido refrigerante.- En este sistema de refrigeración el líquido que circula percibe el calor de las paredes de los cilindros, de la culata, del bloque y de otras piezas caldeadas y a través del radiador transmite este calor al medio circundante.

Los elementos que componen el circuito de refrigeración por líquido, son los siguientes: Radiador, Bomba, Ventilador y Termostato.

2.4.3 Sistema de alimentación [14]. Lo conforman los órganos destinados a llevar la mezcla hasta los cilindros. El aire es tomado del exterior y el combustible, del depósito que lo contiene. Constituyen el sistema: un filtro de aire, depósito de combustible, una bomba de alimentación, uno o varios filtros, carburador y el múltiple de admisión.

Figura 18. Sistema de alimentación



Fuente: <http://www.filtrosdelsur.com.ar/imagenes/Fuelf.gif>

Se llama carburador al dispositivo que hasta ahora venía siendo utilizado con este fin en los motores Otto. Ahora los sistemas de inyección de combustible lo han sustituido por completo por motivos medioambientales. Su mayor precisión en la dosificación de combustible inyectado reduce las emisiones de CO₂, y aseguran una mezcla más estable.

2.4.3.1 Carburador [15]. El carburador es el dispositivo que se encarga de dosificar la mezcla de aire-combustible en los motores de gasolina. A fin de que el motor funcione más económicamente y obtenga la mayor potencia de salida, es importante que la gasolina esté mezclada con el aire en las proporciones óptimas.

Estas proporciones son denominadas factor lambda (λ)= 14,7 partes de aire en peso por cada 1 parte de gasolina que en volumen corresponden unos 10.000 litros de aire por cada litro de gasolina.

Tabla 1. Dosificación de combustible

Factor lambda	Tipo de mezcla
$\lambda = 1$	Mezcla estequiométrica
$\lambda < 1$	Mezcla Pobre
$\lambda > 1$	Mezcla Rica

Fuente: Autores

Principio de operación del carburador.- El carburador opera básicamente con el principio de efecto venturi. Cuando el aire es soplado, cruzando el eje de la tubería pulverizadora, la presión interior de la tubería cae. El líquido en el pulverizador es por consiguiente aspirado dentro de la tubería y atomizado cuando es rozado por el aire. Mientras mayor sea la rapidez del flujo de aire que atraviesa la parte superior de la tubería de aspiración, mayor es la depresión en esta tubería y una mayor cantidad de líquido es aspirada dentro de la tubería.

Figura 19. Carburador



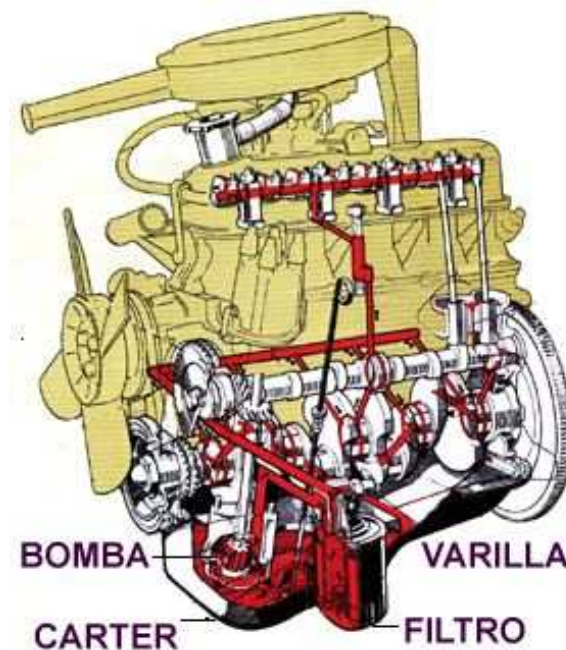
Fuente: Autores

2.4.4 Sistema de lubricación [16]. En el sistema de lubricación, el aceite es recogido del cárter por la bomba de engranajes, a través de un colador, enviándose bajo presión por el conducto a un depurador (filtro), donde quedan depositadas la mayoría de impurezas, pasando posteriormente a través de la canalización hasta el cigüeñal para engrasar los cojinetes de bancada y de la biela.

Desde el último muñón de bancada del aceite pasa a una canalización, situada en el propio bloque motor, de donde llega por diferentes ramificaciones en los cojinetes de apoyo del árbol de levas. Desde el muñón delantero de este, pasa también por eje de balancines y desde el apoyo central hasta el filtro del aceite, que posteriormente la vierte en el cárter por conducto. También desde el apoyo delantero del árbol de levas se vierte el aceite sobre los piñones y cadena de distribución a través de un orificio calibrado.

La presión con la que es enviado el aceite a los diferentes puntos está limitada por una válvula de descarga, situada en la propia bomba. La cantidad de aceite depositado en el cárter, puede ser medida mediante una varilla, provista de marcas indicadoras de nivel máximo y mínimo. Al tiempo que el aceite lubrica todas las partes móviles, realiza una refrigeración de las mismas.

Figura 20. Circulación de aceite en el motor

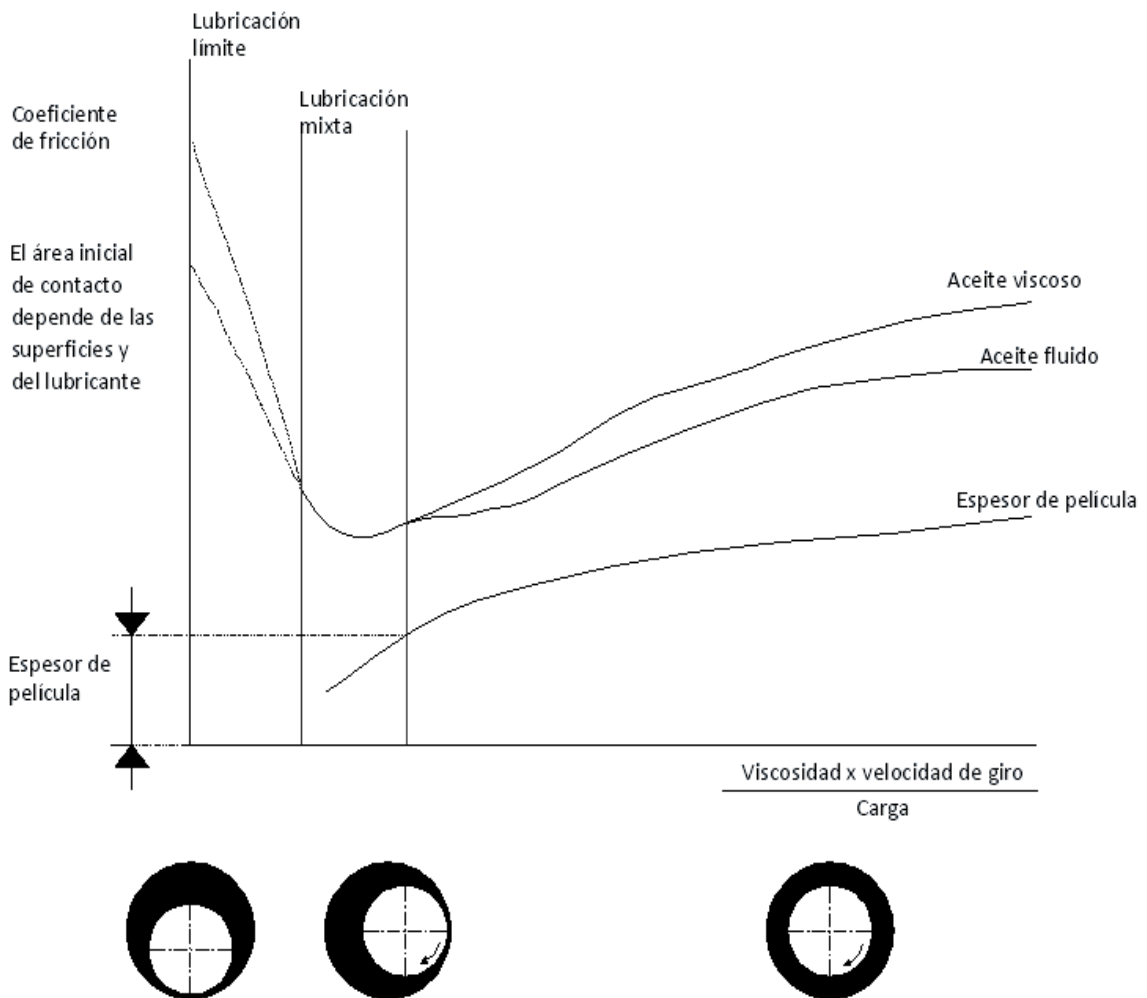


Fuente: http://2.bp.blogspot.com/_BwY-8cWT7qU/S6zLG_MQqrI/AAAAAAAAABE/_z4-Z3m-wew/s1600/clip_image001.jpg

2.4.4.1 Función del sistema de lubricación. La función del sistema de lubricación es evitar el desgaste de las piezas del motor, creando una capa de lubricante entre las piezas, que están siempre rozando. A medida que un eje rota, una cuña de aceite se forma entre las superficies, la cual genera suficiente presión para mantenerlas separadas y soportar la carga del eje. La lubricación más eficiente, es la lubricación hidrodinámica y se obtiene cuando la película de aceite que se genera en un cojinete tiene un espesor varias veces mayor que la rugosidad de las superficies sólidas opuestas. Si la película de aceite es demasiado delgada, las superficies entran en contacto directo, la fricción se incrementa, se genera calor y las superficies sufren desgaste.

2.4.4.1.1 Lubricación hidrodinámica [17]. Se produce, debido al movimiento de las superficies lubricadas, al formarse una zona de convergencia o cuña de aceite, donde hay presión suficiente para mantener separadas las superficies.

Figura 21. Película de lubricación hidrodinámica.



Fuente: http://www.aciconsultora.com.ar/images/boletin_clip_image002.gif

Cuña de aceite.- La formación de una película hidrodinámica gruesa que separe las superficies y soporte una carga, se da a con aumento de las revoluciones del motor. Este tipo de película hidrodinámica, se produce en los cojinetes de deslizamiento y de empuje. La película en estos casos, puede llegar a tener un espesor de hasta 25 micras. A medida que se incrementa el número de revoluciones se forma una cuña de aceite lubricante que produce una película protectora entre el cojinete y el eje. Este fenómeno se reconoce por lo que llamamos lubricación hidrodinámica e impide el desgaste. A muy bajas velocidades predomina la lubricación por capa límite. Toda la carga es soportada por las crestas de la superficie en el área de contacto. A velocidades altas se crea un efecto de cuña entre el fluido y el objeto. La presión hidrodinámica separa completamente el objeto de la superficie.

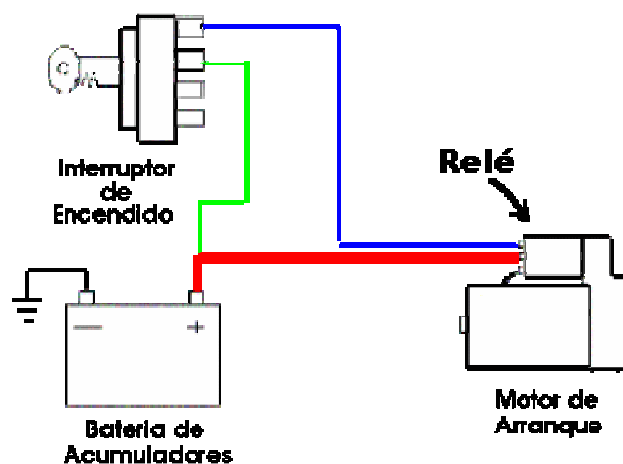
2.4.5 Sistema de arranque [18]. Su función es la de poner en marcha el motor del automóvil, consta de la llave de contacto, un relé o contacto y un motor de arranque.

Llave de contacto.- Sirve como interruptor de accionamiento del circuito de arranque (también se emplea para conectar otros sistemas).

Relé.- Tiene dos funciones, poner en marcha el motor de arranque y desplazar el piñón de arranque para que este engrane con la corona del volante de inercia de motor térmico.

Motor de arranque.- Su función es la de darle giro al volante de inercia del motor de combustión interna, hasta que este se ponga en marcha por sus propios medios (explosiones en las cámaras de combustión, en el interior de los cilindros).

Figura 22. Sistema de arranque

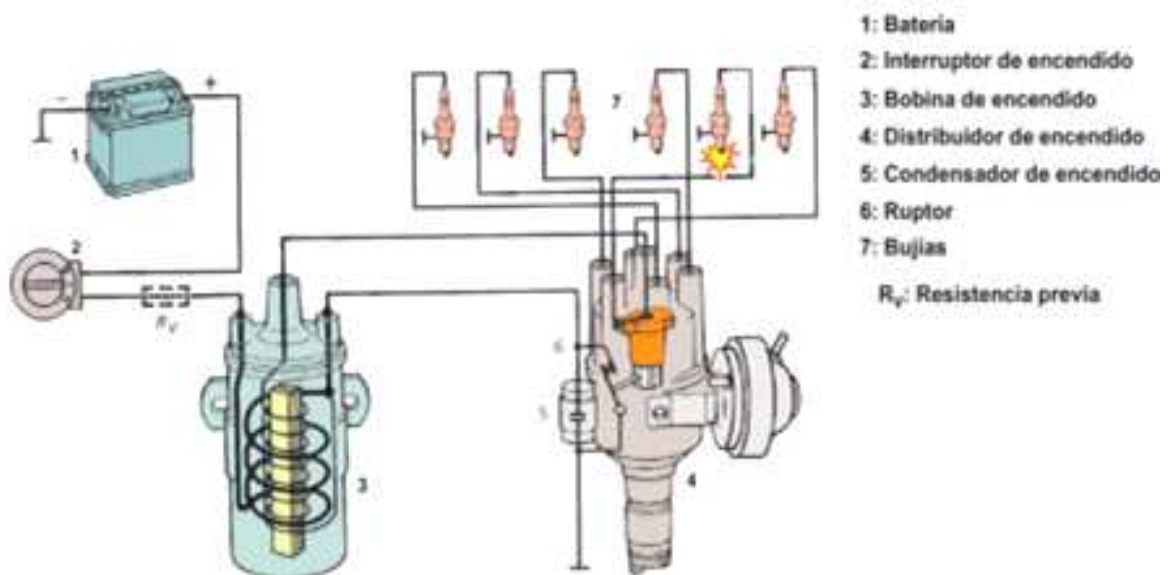


Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/imagenes/arranque/esquemaarran.gif>

2.4.6 Sistema de encendido [18]. Un sistema de encendido convencional está formado por los siguientes elementos: batería, llave de contacto, bobina, distribuidor (delco), rotor (escobilla), platinos, condensador y bujías.

El esquema eléctrico de este circuito se muestra en la figura 23 de donde podemos observar que la bobina de encendido consta de dos arrollamientos de hilo de cobre, sobrepuestos y aislados entre ellos. El rollo primario (más grueso en la figura), es de pocas espiras de hilo, se une por uno de sus extremos a la batería, mediante la llave de contacto y por otro se conecta a la masa por medio de un interruptor automático llamado ruptor, que interrumpe la corriente en el primario periódicamente durante el funcionamiento del motor. Conectado en paralelo se encuentra el condensador de encendido.

Figura 23. Esquema de un sistema de encendido convencional (BOSCH lo denomina SZ)



Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/imagesecurelec/sistema_encendido_con_v_bobina.jpg

2.4.6.1 Bobina de encendido. La bobina acumula la energía de encendido y la transmite en forma de impulsos de corriente de alta tensión, para hacer saltar la chispa entre los electrodos de la bujía, provocando la inflamación de la mezcla.

2.4.6.2 Distribuidor. El distribuidor va acoplado al motor, del cual recibe el movimiento. En este conjunto podemos distinguir dos partes principales: el circuito de baja tensión, que incluye el ruptor y el condensador, y el circuito de alta tensión, constituido por el distribuidor propiamente dicho. El primer circuito realiza el corte de corriente en el

primario de la bobina, para obtener la alta tensión en el secundario, mientras que el segundo distribuye los impulsos de alta tensión a las bujías. El circuito de baja tensión también se llama circuito primario y el de alta tensión secundario.

2.4.6.3 Ruptor. Se lo puede definir como un interruptor automático que abre y cierra el circuito primario según el punto en que se encuentra el motor. Para realizar esta función dispone de dos piezas: una fija llamada yunque, que aguanta el plato porta ruptor, y otra móvil llamada martillo, que puede bascular sobre su punto de giro y está aislado eléctricamente de masa. El ruptor está sometido a grandes esfuerzos tanto mecánicos como eléctricos, por lo que los puntos de contacto entre el martillo y el yunque son de acero al tungsteno, que es un material con un alto punto de fusión y dureza. Antiguamente se fabricaban de platino por ello en los contactos del ruptor se le llamaron platinos.

Figura 24. Conjunto ruptor



Fuente: <http://html.rincondelvago.com/000685024.jpg>

2.4.6.4 Condensador de encendido. El condensador se utiliza para cortar lo más rápido posible la corriente primaria y para evitar las chispas entre los contactos del ruptor. Utilizando el condensador se consigue que el flujo en el circuito primario desaparezca unas veinte veces más rápido, lo que supone que haya una tensión inducida mucho más alta en el secundario.

2.4.6.5 Distribuidor de encendido [19]. La alta tensión inducida en los secundarios de la bobina de encendido, debe llegar a cada una de las bujías del motor, en las que saltará en forma de chispa. El distribuidor de encendido reparte como su nombre indica, los impulsos de alta tensión de encendido entre las diferentes bujías, siguiendo

un orden determinado (orden de encendido) y en el instante preciso. Debido a la sincronización que debe llevar con el giro del motor, al igual que el ruptor, se montan los dos en una sola unidad de construcción.

El cuerpo del distribuidor recibe por su parte superior una tapa de material aislante de gran calidad en la que hay practicados un borne central y tantos laterales como cilindros tenga el motor. Sobre el eje que constituye la quinta del ruptor, se monta el rotor o dedo del distribuidor, fabricado de material aislante similar al de la tapa, En la parte superior del rotor se dispone una lámina metálica, contra la que está aplicado el carboncillo por medio del muelle, los dos alojados en la cara interna del borne central de la tapa.

Cuando la leva abre los contactos del ruptor, llega en el borne un impulso de alta tensión, pasa al rotor a través del carboncillo y, mediante la lámina (que en aquel momento apunta en uno de los bornes laterales, se transmite a uno de estos bornes, donde llega a la bujía correspondiente. Entre la punta de la lámina y los contactos laterales queda un espacio comprendido entre 0,25 y 0,5mm, que evita el rozamiento y el desgaste entre los dos. Tanto el ruptor, como la tapa del distribuidor sólo admiten una posición de montaje para que haya en todo momento un perfecto sincronismo. La interconexión eléctrica entre la tapa y las bujías o la bobina, se realiza por medio de unos cables especiales de alta tensión.

Figura 25. Distribuidor

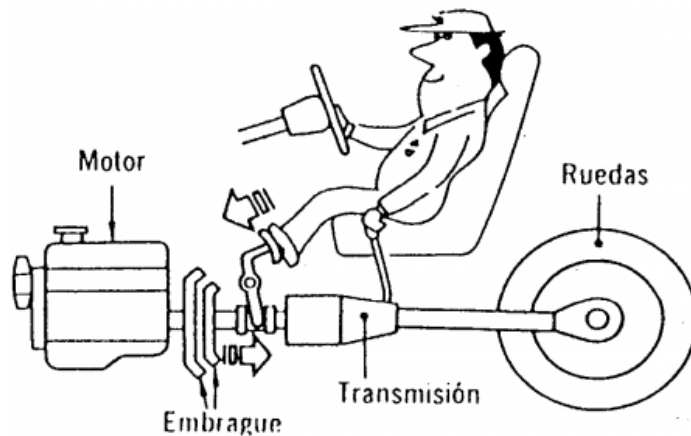


Fuente: Autores

2.5 Embrague [20]

El embrague o clutch transmite la potencia del motor a la transmisión manual mediante su acoplamiento o desacoplamiento. También, hace la salida más suave, hace posible detener el vehículo sin parar el motor y facilita las operaciones del mismo.

Figura 26. Ubicación y función del embrague

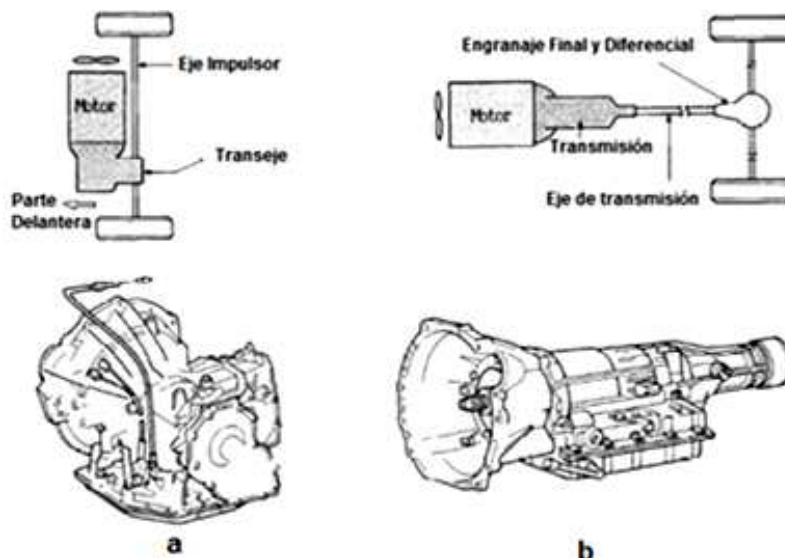


Fuente: <http://www.mecanicaymotores.com/imagenes/galerias/embrague.png>

2.6 Tipos de trenes de transmisión [21]

Existen dos tipos básicos de trenes de transmisión que son utilizados en vehículos: Motor delantero tracción a las ruedas delanteras (FF). Figura 27a y Motor delantero tracción a las ruedas traseras (FR). Figura 27b. Las transmisiones utilizadas en vehículos FF, son más compactas que las utilizadas en vehículos FR, ya que están montadas en el compartimento del motor. La transmisión FR, posee una unidad impulsora final llamada Diferencial, montada exteriormente; en los vehículos FF, esta unidad impulsora final es interna y se denomina Transeje.

Figura 27. Tipos de trenes de transmisión



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/images/conocimientos-basicos/31/01.gif>

2.7 Caja de cambios [22]

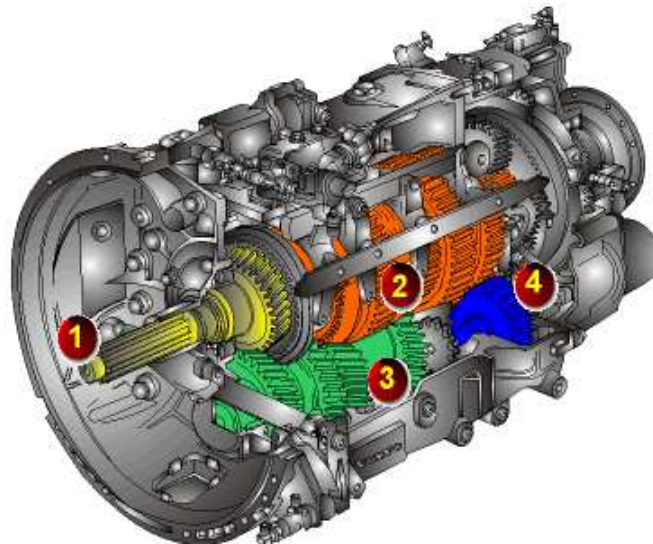
En los vehículos, la caja de cambios o caja de velocidades es el elemento encargado de acoplar el motor y el sistema de transmisión con diferentes relaciones de

engranajes, de tal forma que la misma velocidad del cigüeñal puede convertirse en distintas velocidades en las ruedas. El resultado en la ruedas de tracción generalmente es la reducción de velocidad e incremento del torque. La caja de cambios tiene la misión de reducir el número de revoluciones del motor e invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplada al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través del embrague o a través del convertidor de par en transmisiones automáticas.

2.7.1 Tipos de cajas de cambios. Existen varios tipos de cajas de cambios y diversas maneras de clasificarlas. La clasificación en función de su accionamiento es una de las clasificaciones aceptadas por mayor número de autores.

2.7.1.1 Caja manual o sincrónica [23]. También conocidas como cajas mecánicas, son aquellas que se componen de elementos estructurales (y funcionales), rodamientos, etc. de tipo mecánico. En este tipo de cajas de cambio, la selección de las diferentes velocidades se realiza mediante mando mecánico. Está constituida por una serie de ruedas dentadas dispuestas en tres árboles.

Figura 28. Partes de una caja de cambios

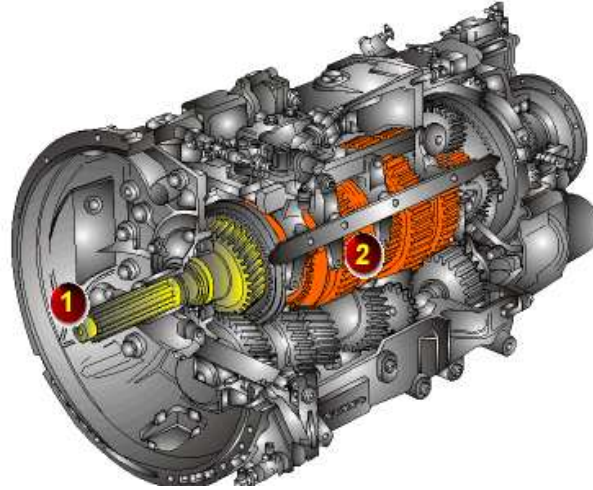


Fuente: VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 Y VT 2014/2514. Suplemento del manual de taller.

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1) Árbol de entrada o primario. | 3) Árbol intermedio. |
| 2) Árbol principal. | 4) Árbol de marcha atrás. |

Todos los árboles se apoyan, por medio de cojinetes, en una carcasa llamada cárter de la caja de cambios, que suele ser de fundición gris, aluminio o magnesio y sirve de alojamiento a los engranajes, dispositivos de accionamiento y en algunos casos el diferencial, así como de recipiente para el aceite de engrasar.

Figura 29. Árbol primario (1) y árbol principal (2)

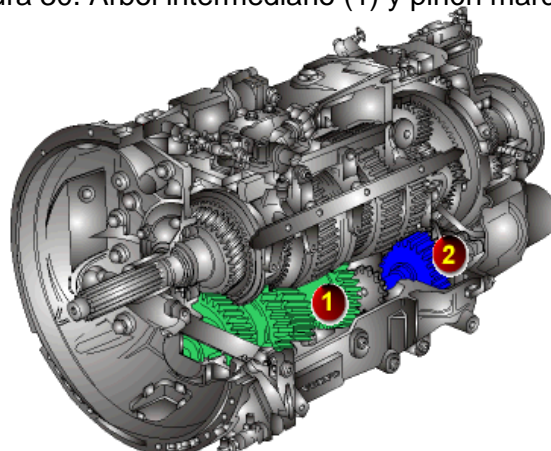


Fuente: VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 Y VT 2014/2514. Suplemento del manual de taller.

Árbol primario (1).- También conocido como árbol de entrada, se encarga de transmitir el par motor a la caja de cambios. El par se transmite a través del disco de embrague. Este árbol va apoyado en cojinetes instalados en el cárter de embrague.

Árbol principal (2).- Lleva los piñones de cambio sincronizados. Estos piñones giran locos sobre cojinetes de agujas y cojinetes de rodillos.

Figura 30. Árbol intermediario (1) y piñón marcha atrás (2)



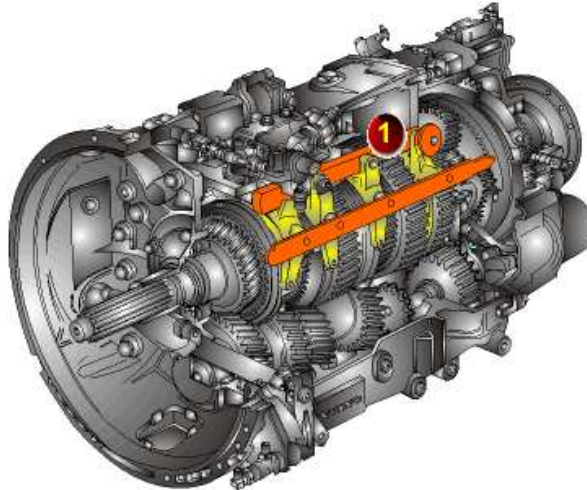
Fuente: VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 Y VT 2014/2514. Suplemento del manual de taller.

Árbol intermediario (1).- Solo lleva piñones fijos, es decir, piñones que se han instalado a presión en el árbol y que siempre giran a la misma velocidad de este. El intermediario recibe el par transmitido por el primario y va apoyado en el interior del cárter de embrague y el cárter trasero de la caja de cambios.

Piñón de marcha atrás (2).- El piñón de marcha atrás va instalado en el árbol de marcha atrás. Está ubicado entre el piñón conductor, situado en el árbol principal, y el piñón de toma de fuerza, instalado en el intermediario.

La función del piñón de marcha atrás es cambiar el sentido de giro del árbol principal y el árbol de salida o secundario. Cuando el piñón de marcha atrás cambia el sentido de giro del árbol principal, el movimiento inverso se transmite a través del secundario a las ruedas motrices y el vehículo retrocede.

Figura 31. Horquillas de selección (1)



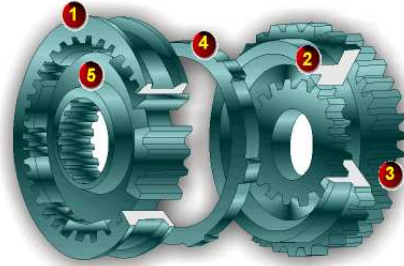
Fuente: VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 Y VT 2014/2514. Suplemento del manual de taller.

Horquillas de selección (1).- Las horquillas de selección regulan el movimiento de los manguitos de acoplamiento del eje principal para engranar las diferentes velocidades. Las horquillas selectoras reciben el movimiento selector de los ejes selectores. Están instalados con fijadores formando juntos la unidad de selección.

2.7.1.1.1 Sincronizador. El objetivo de la sincronización es simplificar los cambios de marcha ajustando la diferencia de velocidad entre el árbol principal y el intermediario durante los cambios. La caja de cambios está equipada con muchos mecanismos de sincronización:

(1) Manguito de acoplamiento. (2) Anillo de acoplamiento. (3) Piñón. (4) Anillo de sincronización. (5) Cuerpo de embrague.

Figura 32. Despiece de un sincronizador



Fuente: VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 Y VT 2014/2514. Suplemento del manual de taller.

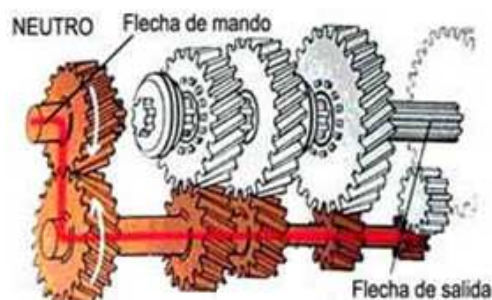
Funcionamiento de la sincronización.- El cuerpo del embrague está conectado al árbol principal por medio de ranuras. El manguito de acoplamiento rodea el cuerpo de embrague. La función de este manguito es desplazar el cuerpo de embrague hacia el anillo de sincronización y conectarlo al anillo de acoplamiento.

El anillo de sincronización queda atrapado entre el cuerpo del embrague y el anillo de acoplamiento por la acción del manguito. El roce producido en el anillo de sincronización regula las velocidades del cuerpo de embrague y el manguito. Además de alcanzar la misma velocidad, el manguito engrana con el anillo de acoplamiento. En esta posición, el piñón va completamente fijo en el eje principal a través del cuerpo de embrague y puede transmitir el par motor a las ruedas motrices a través del secundario.

2.7.1.1.2 Marchas o cambios de la caja manual [24]. En el vehículo que consta de una transmisión manual, el conductor tiene la opción de elegir en que marcha o cambio desea ir, a continuación se detallara cada uno de ellos:

Neutral.- No se transmite potencia, debido a que todos los engranes (gris) de la figura 33 están desacoplados girando libremente en la flecha de salida.

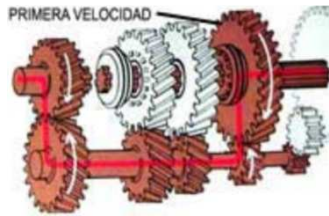
Figura 33. Neutro



Fuente: <http://automecanico.com/auto2003/transma5.jpg>

Primera.- El sincronizador se desplaza en la flecha de salida y se acopla con el engrane de primera fijándolo. La relación de giro es de 3 a 1.

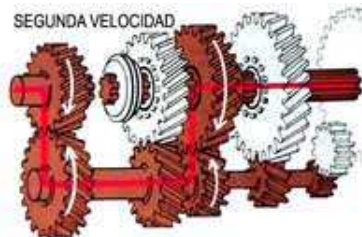
Figura 34. Primera velocidad



Fuente: <http://automecanico.com/auto2003/transma6.jpg>

Segunda.- Cuando se hace el cambio a segunda, la horquilla, desliza o separa el sincronizador del engrane de primera y lo acopla en el correspondiente engrane. Este engrane es más pequeño, a la vez que el engrane de la flecha de mando es mas grande. En consecuencia la torsión o fuerza es menor que en primera, pero el vehículo puede desplazarse a mayor velocidad. La relación de giro promedio es de 2 a 1.

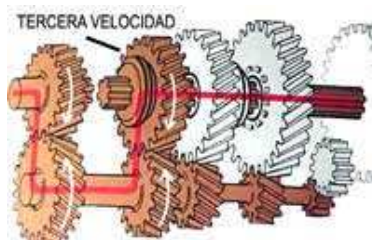
Figura 35. Segunda velocidad



Fuente: <http://automecanico.com/auto2003/transma7.jpg>

Tercera velocidad.- El sincronizador de primera y segunda se desacopla, y el sincronizador delantero se acopla en el engrane de tercera, este engrane es más pequeño, y el engrane de la flecha de mando es más grande. En consecuencia, la torsión o fuerza es menor, pero el desplazamiento del vehículo es mayor. La relación de giro promedio es de 1.5 a 1.

Figura 36. Tercera velocidad



Fuente: <http://automecanico.com/auto2003/transma8.jpg>

Cuarta.- Se le conoce como directa, debido, a que el sincronizador deja libre el engrane de tercera y se acopla o conecta directamente a la flecha de mando, haciendo las girar como si fueran una sola flecha, lo que quiere decir que la relación de giro, es de 1 a 1.

Figura 37. Cuarta velocidad

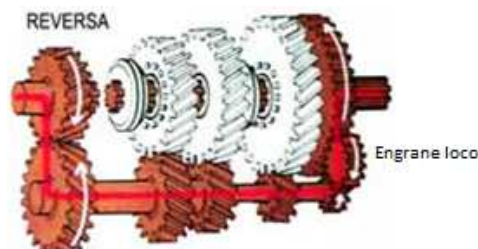


Fuente: <http://automecanico.com/auto2003/transma9.jpg>

Reversa.- Para el cambio de reversa, los sincronizadores se desacoplan, y el pequeño engrane de dientes rectos, al cual se le conoce como engrane loco, se acopla al engrane grande de dientes rectos.

El pequeño engrane debido a su posición intermedia, invierte la rotación del engrane grande, logrando con esto que el vehículo retroceda.

Figura 38. Reversa



Fuente: <http://automecanico.com/auto2003/transma10.jpg>

2.7.1.2 Caja semiautomática [25]. En general, esta denominación se refiere a transmisiones en las cuales los cambios se realizan con la intervención del piloto mediante un selector de marchas, pero no poseen el pedal de embrague. Estas cajas reciben diferente denominación según el fabricante.

Algunos nombres que reciben este tipo de cajas son; BMW la llama Steptronic, Porsche, Skoda y Volkswagen Tiptronic, Mercedes Benz habla de Motronic, Audi las

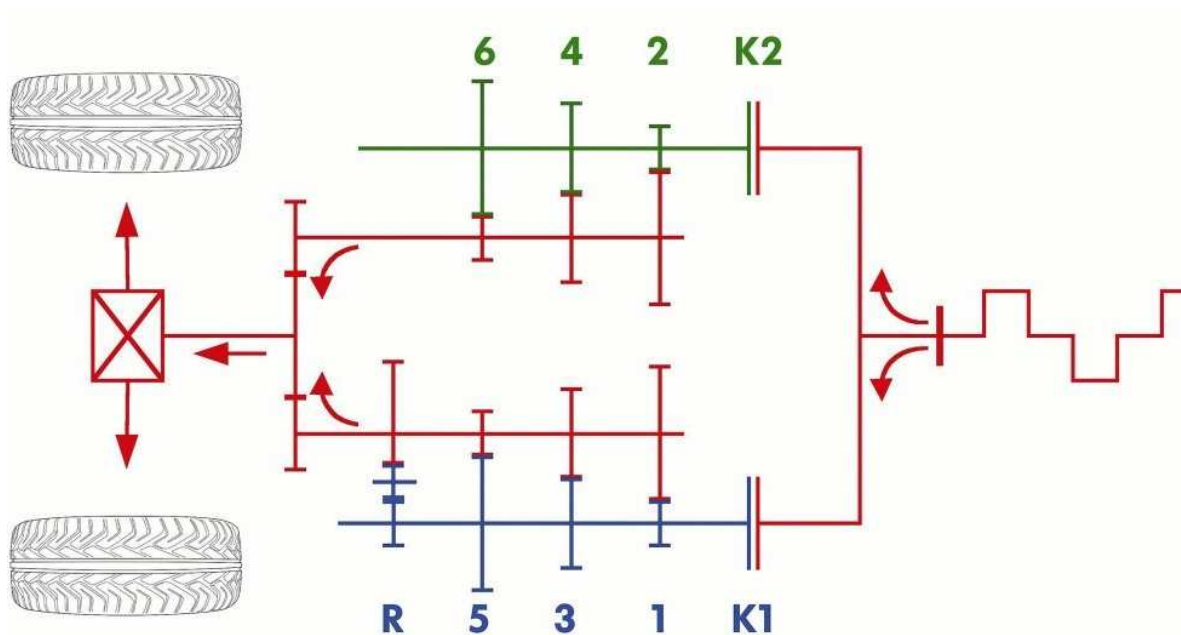
llama Multitronic. Otros nombres que también se les asignan son; Easytronic, Shiftronic, Fastronic, Austostick, Sportronic y Geartronic, entre otros.

El cambio semiautomático consta principalmente de dos transmisiones parciales y totalmente independientes entre sí, estructuradas como un cambio de tipo manual convencional en lo que respecta a su funcionamiento, pero con la peculiaridad de que cada transmisión tiene asignado un embrague multidisco de aceite viscoso independiente.

Estos se denominan K1 y K2.

- Al embrague K1 (Figura 39) se conecta el árbol primario 1 con las velocidades primera, tercera, quinta, y marcha atrás.
- Al embrague K2 (Figura 39) se conecta el árbol primario 2 con las velocidades segunda, cuarta y sexta.

Figura 39. Caja semiautomática modelo teórico



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/images-dsg/dsg-esquema-basico.jpg>

Un sistema denominado Mechatronic se encarga de abrir y cerrar los embragues de forma regulada, en función de la marcha que se conecte. Es decir no se necesita pedal de embrague, ya que este sistema substituye esta necesidad.

Siempre que hay arrastre de fuerza en una de las transmisiones parciales, en la otra mientras tanto se preselecciona la marcha siguiente con el embrague abierto, es decir, se tiene una marcha engranada y otra “semi-engranada”.

De esta forma, mediante la activación del sistema hidráulico, que engrana rápidamente la siguiente velocidad, y desengrana a su vez la anterior, se consiguen unos cambios de velocidad rápidos y fiables.

Mechatronic.- Es el cerebro pensante del sistema y esta recibe la información de diversos sensores repartidos por toda la caja de cambios.

Aún así para mayor satisfacción del conductor y para que este tenga un mayor control sobre la caja, podrá “decir” a la Mechatronic cuando cambiar de relación de transmisión, mediante unas levas provistas en el volante, botones o una palanca de cambios convencional en modo selector.

El sistema mechatronic controla la temperatura del aceite, controlando que no supere los 140° C con la ayuda de un sensor.

Existen cuatro sensores de régimen de revoluciones de la caja de cambios:

1. Sensor de régimen de entrada a la caja de cambios, que tiene como objetivo regular los embragues con exactitud y los pequeños patinajes en la transmisión de movimiento.
2. Sensores de régimen del árbol primario y secundario, que están montados cada uno en su árbol correspondiente y tienen como objetivo determinar la velocidad de sincronización de los mandos de cambio de sus árboles.
3. Sensores de presión hidráulica, uno para cada embrague, que se encargan de vigilar la presión de llegada del fluido a dichos embragues.
4. Sensor actuador de posición de las horquillas de mando. El sistema dispone de cuatro actuadores hidráulicos encargados de desplazar dichas horquillas para engranar las distintas velocidades.

Figura 40. Palanca de cambios transmisión semiautomática



Fuente:<http://autocosmoscloudstorage.blob.core.windows.net/noticias/fotosbig/50829.jpg>

La palanca de cambios **[26]**. Está compuesta de elementos electrónicos de tipo hall con los siguientes objetivos:

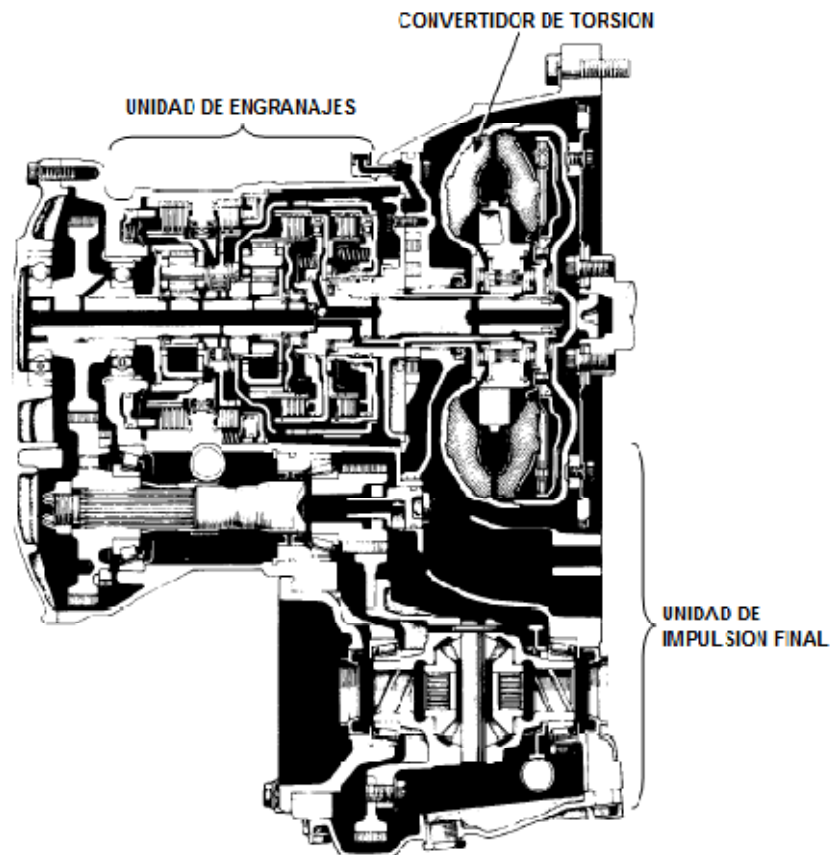
- Reconocer los deseos del conductor del vehículo.
- Gestionar el bloqueo de arranque.
- Gestionar la puesta en funcionamiento del alumbrado de marcha atrás.

2.7.1.3 Caja automática (transmisión automática) [21]. El cambio automático es un sistema de transmisión que es capaz por sí mismo de seleccionar todas las marchas o relaciones sin la necesidad de la intervención directa del conductor. El cambio de una relación a otra se produce en función tanto de la velocidad del vehículo como del régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague ni de palanca de cambios.

El simple hecho de pisar el pedal del acelerador provoca el cambio de relación conforme el motor varía de régimen de giro. El resultado que aprecia el conductor es el de un cambio cómodo que no produce tirones y que le permite prestar toda su atención al tráfico. Por lo tanto el cambio automático no sólo proporciona más confort, sino que aporta al vehículo mayor seguridad activa.

2.7.1.3.1 Componentes principales y funciones básicas. Los diferentes tipos de transmisiones automáticas, están construidas de forma diferente, pero sus funciones básicas y sus principios de operación son los mismos.

Figura 41. Componentes principales de la transmisión automática



Fuente: HEREDIA, R. PEÑA, A. Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota. Ecuador: ESPE, 2010.

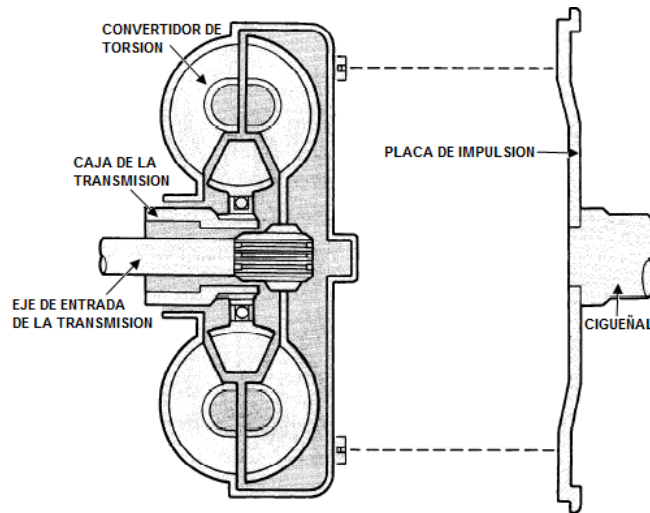
Convertidor de torsión.- El convertidor de torsión está colocado en el extremo de entrada de tren de engranajes de la transmisión y está sujeto al extremo posterior del cigüeñal del motor por medio de una placa de impulsión.

El convertidor está lleno de fluido para transmisiones automáticas, su función es transmitir el torque generado por el motor y dirigirlo al conjunto de la transmisión; esta transmisión del torque se realiza por medio del fluido de transmisión.

En los vehículos dotados con transmisión automática, el convertidor hace las veces de volante del motor, con la ayuda de una placa de impulsión cuya circunferencia exterior forma la corona, necesaria para que acople el motor de arranque.

Puesto que la placa de impulsión rota a altas velocidades su peso está bien distribuido para conseguir el equilibrio requerido.

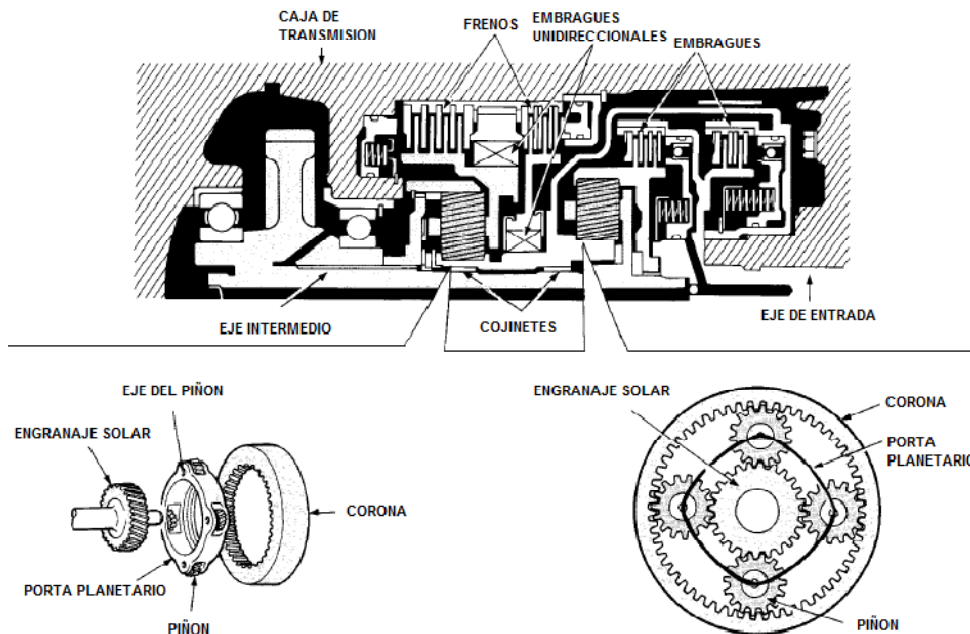
Figura 42. Convertidor de torsión



Fuente: HEREDIA, R. PEÑA, A. Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota. Ecuador: ESPE, 2010.

Unidad de engranajes planetarios.- La unidad de engranajes planetarios se encuentra dentro de la caja de la transmisión; transforma las rpm de salida de la transmisión y/o la dirección de giro de salida para que esta sea transmitida a una unidad de impulsión final.

Figura 43. Trenes de engranajes planetarios

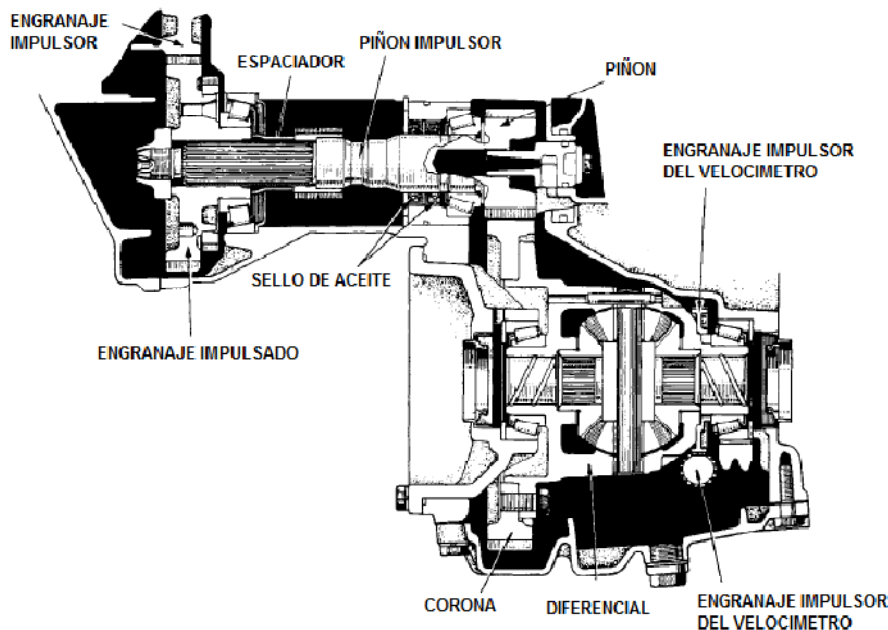


Fuente: HEREDIA, R. PEÑA, A. Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota. Ecuador: ESPE, 2010.

Frenos.- La función básica de los frenos es, retener los componentes del conjunto de engranajes planetarios, con el fin de obtener las relaciones de transmisión requerida, esto se realiza mediante presión de fluido hidráulico.

Unidad de impulsión final.- La función de la unidad de impulsión final es, en resumen, transmitir la potencia transformada hacia las ruedas del vehículo.

Figura 44. Unidad de impulsión final



Fuente: HEREDIA, R. PEÑA, A. Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota. Ecuador: ESPE, 2010.

2.7.2 Diferencias entre los tipos de cajas de cambios. Aunque en este documento se clasifica a la caja Tiptronic dentro de las cajas semiautomáticas, muchos entendidos en el tema consideran que no se debe confundir una caja semiautomática con una caja Tiptronic. El Tiptronic puede ser parecido a la caja semiautomática al poseer tipos parecidos de activación para la selección de las marchas, pero esta transmisión sigue siendo una transmisión automática y tiene convertidor de torque, lo que hace que los cambios no sean tan rápidos como una caja semiautomática.

La transmisión semiautomática ofrece una mayor velocidad de cambio de relación de transmisión que la caja automática y la manual. La transmisión semiautomática es parecida en su constitución mecánica a la caja manual su diferencia es la forma de activación del embrague.

Existen ventajas y desventajas en cada tipo de transmisión, pero mucho depende de las preferencias del conductor y las técnicas de manejo.

Tabla 2. Comparación entre cajas automáticas y manuales

TIPOS DE CAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p data-bbox="264 551 461 611">CAJA AUTOMÁTICA</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Más cómodo. No hay que preocuparse por el embrague y por estar moviendo la palanca de velocidades.</i> • <i>Se tiene la pierna izquierda completamente libre y sólo hay que ocuparse del freno, del acelerador y del volante.</i> • <i>No hay que pensar mucho. La transmisión automática decide cuándo realizar los cambios, no hay que estar pendiente del momento en que se debe subir o bajar de marcha.</i> • <i>No se regresa. cuando el vehículo está parado en una subida, no se corre el riesgo de que el auto se vaya hacia atrás, sólo hay que hacer un movimiento con el pie, del freno al acelerador.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Más caro comparado con un vehículo de caja manual con el mismo equipamiento.</i> • <i>Los frenos sufren más. Al ser más difícil el frenado con velocidad, en un vehículo con caja automática siempre debemos ir presionando el freno en una bajada, lo cual hace que se desgasten más rápido.</i> • <i>Las reparaciones son más caras. Debido a que una transmisión automática tiene mayor complejidad, en caso de que presente fallas o se descomponga por completo, el reponerla o arreglarla resultará más caro.</i> • <i>Lubricación más delicada, se debe solo utilizar el aceite especificado por el fabricante, caso contrario se puede dañar la transmisión.</i>
<p data-bbox="256 1211 469 1243">CAJA MANUAL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Control total. Con la transmisión manual se tiene dominio completo sobre el auto. Tú decides cuándo realizar los cambios y puedes exigirle más o menos a tu vehículo dependiendo de las circunstancias.</i> • <i>Más divertido. En un auto con caja manual la experiencia de manejo se disfruta mucho más. Cuando no hay tráfico o en carretera, el poder controlar las revoluciones del motor y decidir el torque de nuestro vehículo genera una sensación más deportiva, incluso si tu auto no lo es.</i> • <i>Ahorrador. Si se lo maneja bien y no se lo revoluciona mucho, se ahorrará más gasolina.</i> • <i>Sale fácilmente de apuros. Si tu auto se queda sin batería, sólo necesitarás empujarlo y una vez que agarre vuelo, mete segunda y tu vehículo volverá a arrancar. Esto es algo que no se puede hacer en un automático.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Es más cansado. Resulta poco práctico, sobre todo en embotellamiento, ya que estar metiendo y sacando el clutch hará que te canses rápidamente.</i> • <i>Se puede apagar en cualquier momento. Si no se domina la técnica del embrague el auto se estará apagando en todas las subidas o cada vez que se arranque desde cero.</i> • <i>Más gastador. Si lo revoluciona mucho, gasta más gasolina ya que estás forzando al motor. Trata de hacer los cambios cuando el tacómetro llegue máximo a 3000 RPM.</i>

Fuente: Autores

CAPÍTULO III

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO

3.1 Parámetros de diseño

El indicador de cambio de marcha en las versiones manuales, puede ser un asistente para conducir muy útil, dependiendo de las circunstancias en las que se desarrolle la conducción, como también de las habilidades y necesidades del conductor.

Dependiendo del tipo de terreno, el recomendador de cambio de marcha nos ayudará a circular en la relación correcta, por lo que en este caso, el proyecto se va a desarrollar para su óptimo funcionamiento en terreno plano y velocidad de cruce, debido al mayor uso que se le dará en estas condiciones, es necesario centrar el estudio rigiéndose bajo estos parámetros.

Figura 45. Recomendador de cambio de marcha Hyundai Accent



Fuente: Autores

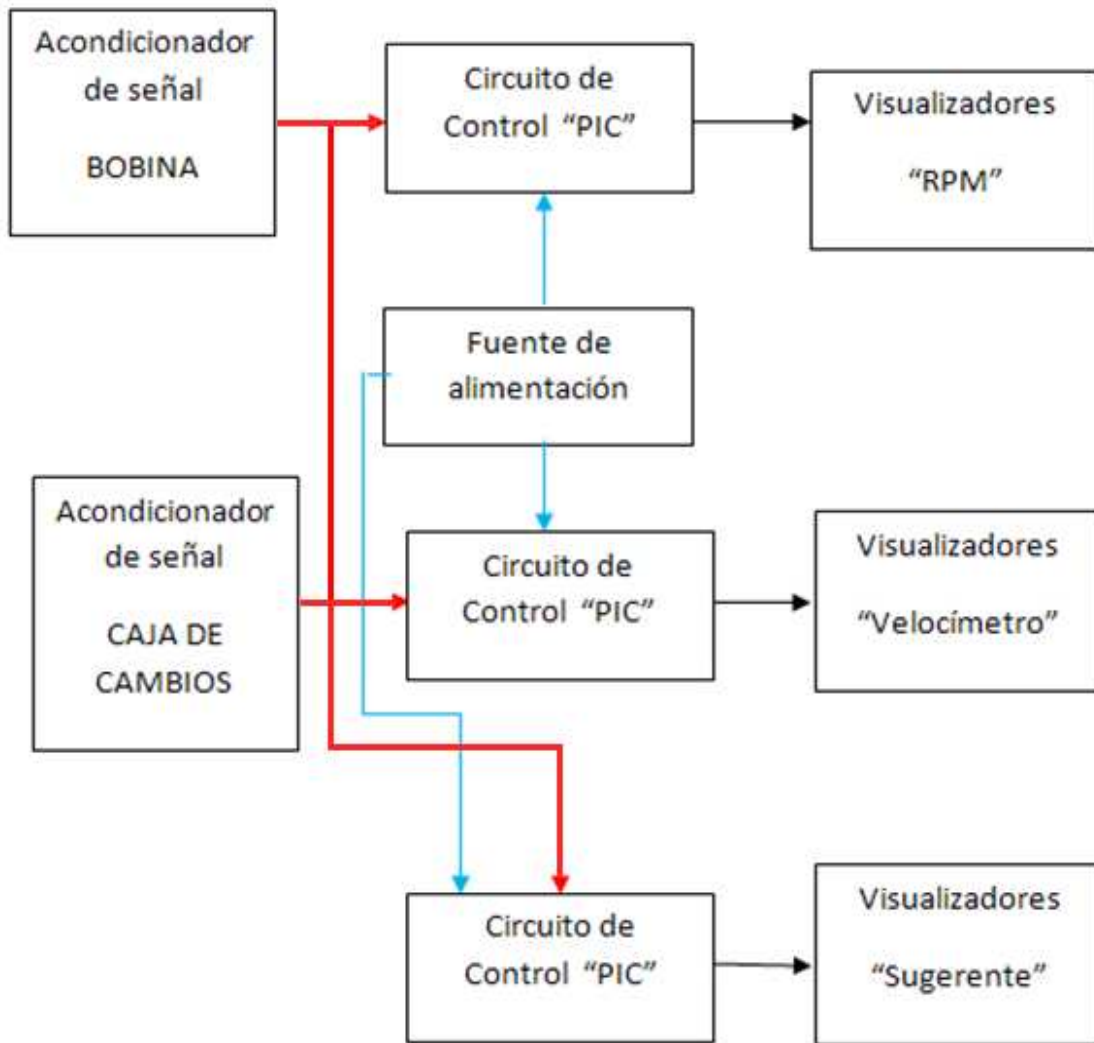
3.2 Diseño y construcción de la parte electrónica del banco didáctico

Se diseñará y construirá tres placas de circuitos, cada una con una función determinada.

- La primera que servirá para obtener la señal de las RPM.
- La segunda que ayudara a tomar la señal de velocidad.
- La tercera que en este caso será tomada como la placa principal, que es la que se encargara de sugerir el cambio de marcha.

3.2.1 Diseño de bloques

Figura 46. Diseño de bloques



Fuente: Autores

La obtención de las señales de velocidad y rpm:

- Para el conteo de revoluciones se tomara la señal de los pulsos de la bobina.
- Para la señal de velocidad se utilizara un sensor óptico que cuente las vueltas de un disco dentado, adaptado al cable del velocímetro, que está a la salida de la caja.

Una vez obtenidas estas dos señales, se puede proceder a la comparación respectiva, que es la idea principal en la cual se basa este proyecto, para dar la sugerencia del cambio de marcha con respecto a las revoluciones por minuto y velocidad.

3.2.2 Elementos necesarios para el diseño y construcción de las placas:

3.2.2.1 Capacitor cerámico

Figura 47. Capacitor



Fuente: Autores

Un condensador de cerámica, actúa como una batería temporal, pues almacena electricidad. Los de Cerámica almacenan pequeñas cantidades de electricidad. Se lo utilizará en este proyecto para constituir el oscilador externo del PIC 16f877A y otras aplicaciones.

3.2.2.2 Capacitor electrolítico [27]

Figura 48. Capacitor electrolítico



Fuente: Autores

Un condensador electrolítico es un tipo de condensador que usa un líquido iónico conductor como una de sus placas. Típicamente con más capacidad por unidad de volumen que otros tipos de condensadores, son valiosos en circuitos eléctricos con relativa alta corriente y baja frecuencia.

Este es especialmente el caso en los filtros de alimentadores de corriente, donde se usan para almacenar la carga, y moderar el voltaje de salida y las fluctuaciones de corriente en la salida rectificada. También son muy usados en los circuitos que deben conducir corriente alterna pero no corriente continua. Los condensadores electrolíticos pueden tener mucha capacitancia, permitiendo la construcción de filtros de muy baja frecuencia.

3.2.2.3 Circuito integrado NE555

Figura 49. NE555



Fuente: Autores

El dispositivo 555 es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que, además, puede funcionar como oscilador. En este proyecto se utilizará este integrado para retardar la señal de la bobina.

3.2.2.4 Cristal de cuarzo [28]

Figura 50. Cristal de cuarzo



Fuente: Autores

El cristal de cuarzo es utilizado como componente de control de la frecuencia de circuitos osciladores convirtiendo las vibraciones mecánicas en voltajes eléctricos a una frecuencia específica. Esto ocurre debido al efecto "piezoeléctrico". El cristal de cuarzo en un montaje electrónico, actúa como un circuito resonante sintonizado a una frecuencia determinada, la propia del cristal. Se lo utilizará en este proyecto para elaborar el oscilador externo del PIC 16f877A

3.2.2.5 Diodo zener

Figura 51. Diodo



Fuente: Autores

Es un dispositivo que permite paso de corriente en una sola dirección. Se puede comparar a un diodo con una calle en una sola vía. Posee dos terminales: uno es el positivo y el otro el negativo.

3.2.2.6 Diodo led

Figura 52. Diodos led

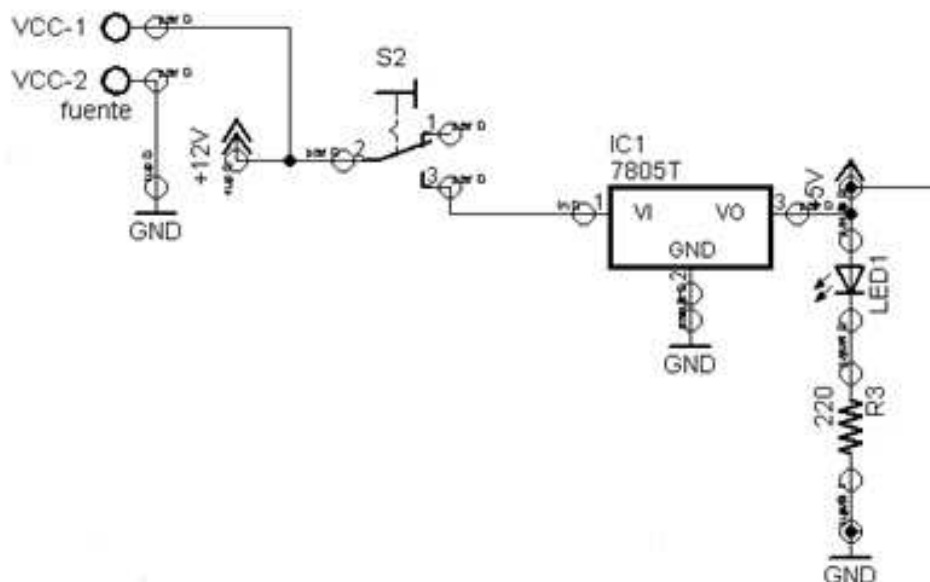


Fuente: Autores

Es un dispositivo semiconductor que emite luz, en este proyecto se los empleará para saber si los circuitos electrónicos están funcionando.

3.2.2.7 Fuente de alimentación

Figura 53. Fuente de alimentación



Fuente: Autores

Para cada modulo se ha realizado una fuente de alimentación regulada a 5 voltios de corriente continua que es requerida por los PIC. El LM 7805 es el encargado de realizar este trabajo. Recibe en su pin de ingreso (pin 1) 12 voltios de la batería externa y entrega a su salida (pin 3) el voltaje regulado de 5vdc

3.2.2.8 Micro-controlador PIC 16F877A [29]

Figura 54. Micro-controlador PIC



Fuente: Autores

Los PIC son una familia de micro-controladores fabricados por Microchip Technology Inc. En realidad, el nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como **Peripheral Interface Controller** (controlador de interfaz periférico). Se denomina micro controlador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos. Los micro controladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del micro controlador. Los micro controladores poseen principalmente una ALU (Unidad Lógico Aritmética), memoria del programa, memoria de registros, y pines I/O (entrada y/o salida). La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten (ADD, OR, AND), mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al micro controlador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este, o pines de control específico.

En este proyecto se utilizará el PIC 16F877A, para controlar el sugeridor de marchas, velocímetro y tacómetro; este microcontrolador posee varias características que lo hacen un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado.

Algunas de estas características se muestran a continuación:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: La memoria en este PIC es la que se denomina FLASH; este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).

- Set de instrucciones reducidas (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.

El datasheet de este microcontrolador se encuentra en el ANEXO A.

3.2.2.9 Pulsador

Figura 55. Pulsador



Fuente: Autores

Elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él, vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC o con el contacto normalmente abierto NA. Se lo utilizará en este proyecto para reiniciar las placas de velocímetro y visualizador.

3.2.2.10 Resistencia

Figura 56. Resistencia



Fuente: Autores

Es un dispositivo que permite controlar la cantidad de corriente que circula a través de un circuito de disponibilidad total y de fácil acceso. Entre más alto sea el valor de la resistencia, se tendrá una menor corriente.

3.2.2.11 Regulador de voltaje 7805

Figura 57. Regulador de voltaje 7805



Fuente: Autores

Es un transistor el cual en su constitución realiza la reducción de un voltaje hacia uno regulado de 5v, el cual es utilizado y estandarizado por el microcontrolador.

3.2.2.12 *Sensor magnético*

Figura 58. Sensor magnético



Fuente: Autores

Este sensor tiene la propiedad de poder detectar un campo magnético a su alrededor. Los sensores magnéticos detectan cambios o perturbaciones en campos magnéticos que han sido creados o modificados. De estos se deriva información sobre propiedades tales como dirección, presencia, rotación, ángulo o corriente eléctrica. Se los utilizará en este proyecto para que el PIC 16f877A pueda determinar en qué cambio de marcha se encuentra el vehículo.

3.2.2.13 *Visualizadores*

Figura 59. LCD



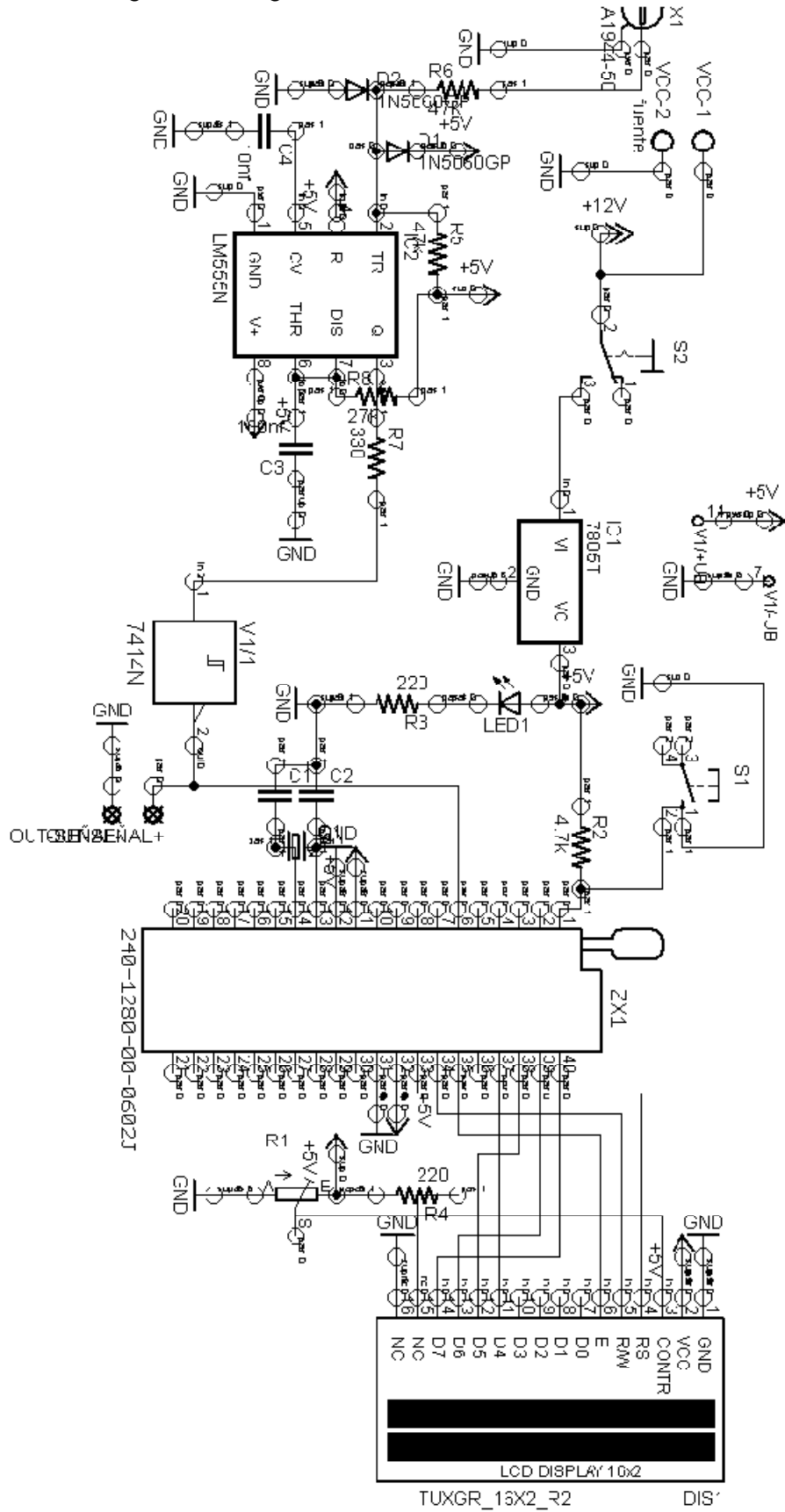
Fuente: Autores

Mediante un display de cristal líquido o LCD se visualizará los parámetros o datos obtenidos con el PIC 16F877A. En este caso se utilizará el LCD 16x2 que quiere decir 16 columnas por 2 filas, este display es muy utilizado en proyectos electrónicos por su fácil configuración.

3.2.3 *Diseño de los circuitos electrónicos.* A continuación se detallan los diseños esquemáticos de los circuitos electrónicos. Para el diseño de los circuitos impresos que son dibujos de las pistas para los elementos, se lo realizo en el software EAGLE donde se puede insertar los Pics con los componentes necesarios para el buen funcionamiento del circuito. Los diseños de las placas de cada circuito se detallaran en los ANEXOS.

3.2.3.1 *Diseño del circuito para el contador de RPM*

Figura 60. Diagrama electrónico de RPM



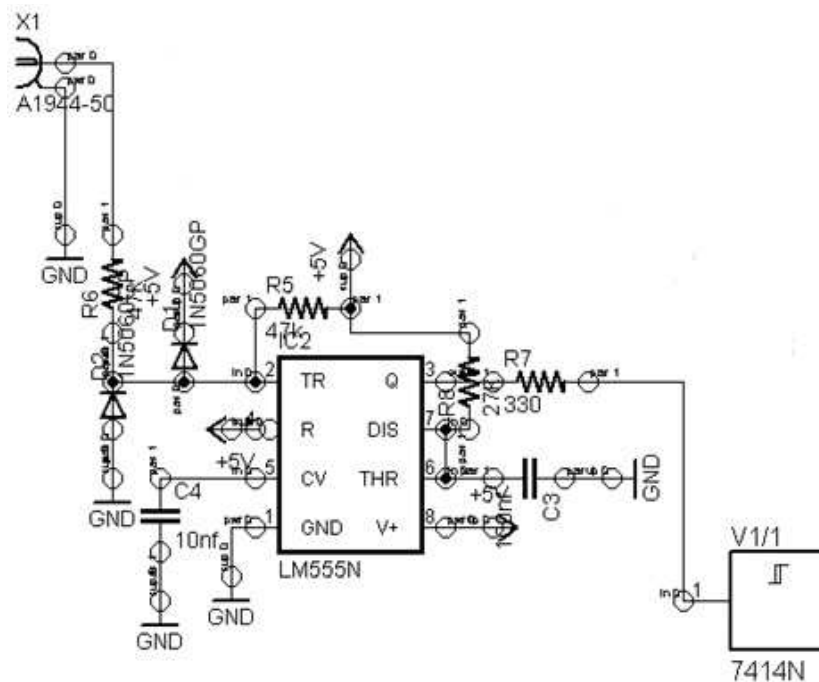
Fuente: Autores

Por medio de este circuito (Figura 60), se convierte los pulsos que envía el distribuidor a la bobina, en una tensión proporcional a la frecuencia (RPM) de entrada. Por ejemplo: con 3500 RPM se tendría en la salida del conversor 3,5 Volts, con 6000 RPM, el voltaje de salida estaría en los 6 Volts. Así se puede ver en números las RPM del motor de forma precisa, ya que no tiene que vencer la inercia que tiene la aguja en los instrumentos convencionales. Este es el circuito correspondiente a dicho conversor.

Para poder realizar este circuito de una mejor manera, ha sido necesario dividirlo en dos partes; la parte del acondicionador de señal y la del circuito de control, los cuales se detallan a continuación.

3.2.3.1.1 Acondicionador de señal de RPM

Figura 61. Diagrama electrónico para el acondicionador de señal de RPM

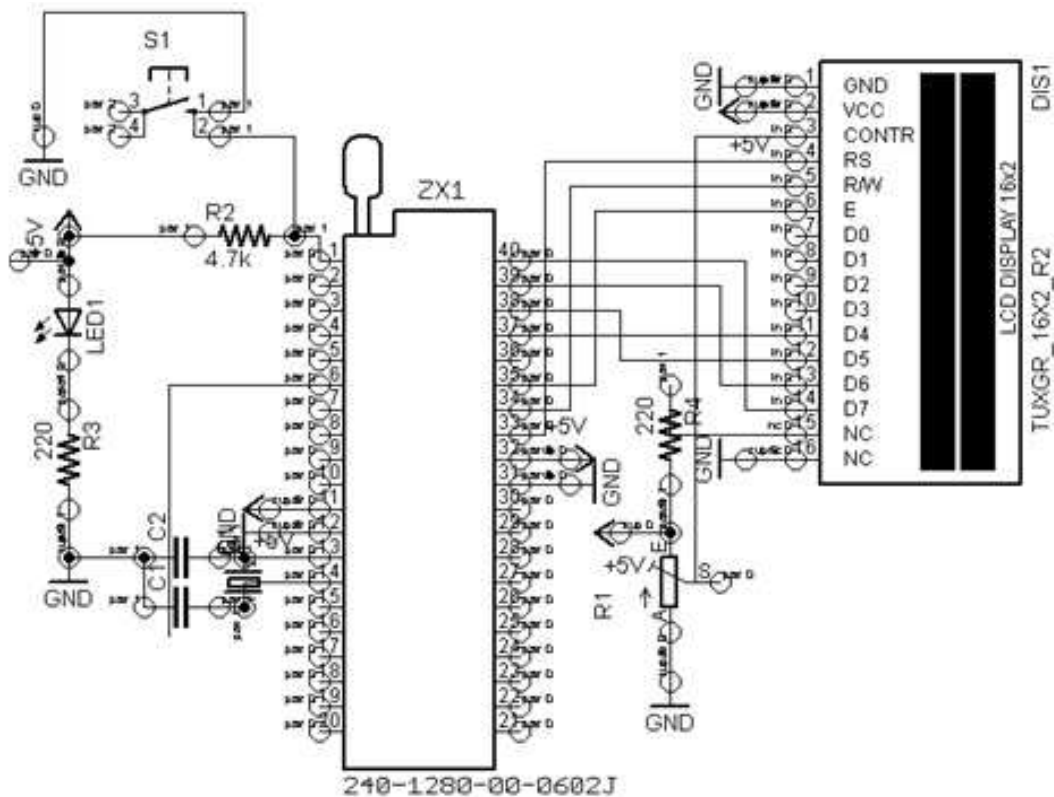


Fuente: Autores

El diagrama (figura 61) está diseñado para conectar el circuito a los platinos del auto, en este caso se colocó un resistor de 33K (R5), el cual puedes variar según sea la intensidad de la señal de entrada para obtener una lectura adecuada. El NE555 trabaja como un circuito bi-estable. La alimentación es con 5 voltios que son regulados y tomados desde una batería externa para evitar ruido del motor del vehículo. La resistencia R6 de 33 K (entrada de señal), sirve de limitador de corriente debido al alto voltaje que envía la bobina.

3.2.3.1.2 Circuito de control de RPM

Figura 62. Circuito de control RPM



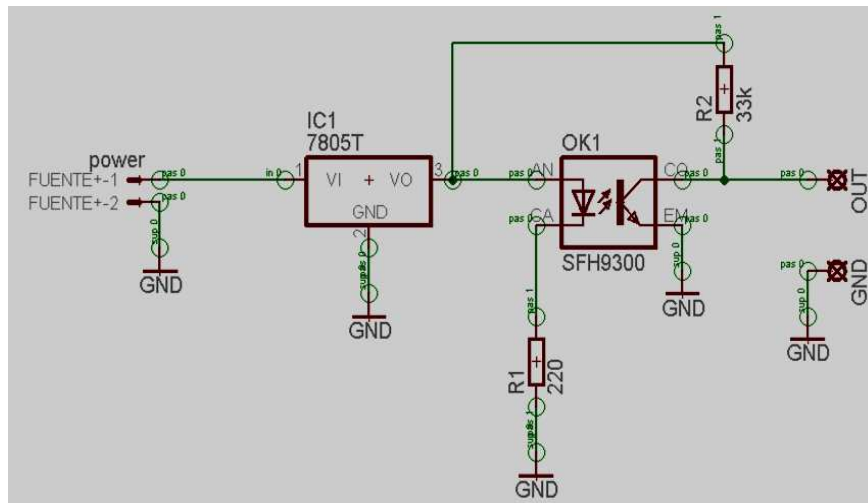
Fuente: Autores

Para realizar el circuito de control (Figura 62) se utiliza el PIC 16F877A, este es quien realiza la función de contador junto con el software o programa. Este PIC cuenta los pulsos que entrega el circuito acondicionador de señal y los visualiza en un display LCD, mostrando de una manera amigable y entendible para cualquier persona a cuantas revoluciones por minuto está girando el motor. Del mismo modo este circuito debe ser alimentado por una tensión de 5 voltios regulados, caso contrario se dañaría inmediatamente todo el módulo.

3.2.3.2 Diseño del circuito para el velocímetro. Este circuito funciona en dos pasos; el primero es el que va a sensar la señal del cable del velocímetro a la salida de la caja y el segundo el que va a permitir observar los valores previamente sensados y transformados a kilómetros por hora. Para un mejor desempeño del velocímetro, se optó por dividir el circuito en dos partes: (1) Circuito del velocímetro con sensor óptico. (2) Circuito visualizador velocímetro.

Los diseños esquemáticos de los circuitos se detallan a continuación.

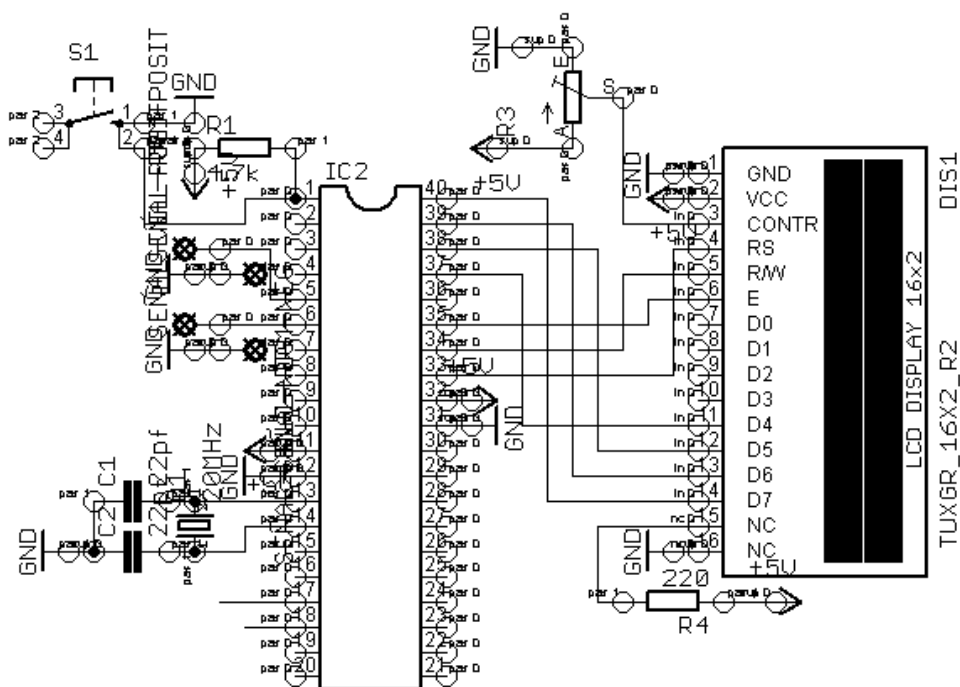
Figura 63. Velocímetro con sensor óptico



Fuente: Autores

Para obtener los pulsos necesarios para el circuito del velocímetro (figura 63), se ha requerido de un sensor óptico y una rueda dentada con 8 dientes cuadrados y con un diámetro de 8 cm, esta rueda está conectada mediante un cable metálico a la caja de cambios para que proporcione el movimiento a la rueda dentada. El sensor detecta el corte de luz mediante el movimiento de la rueda, dando como resultado el pulso que necesita el PIC para poder realizar el conteo y mediante software realizar los cálculos y mostrar en el LCD (figura 59) a qué velocidad esta el vehículo.

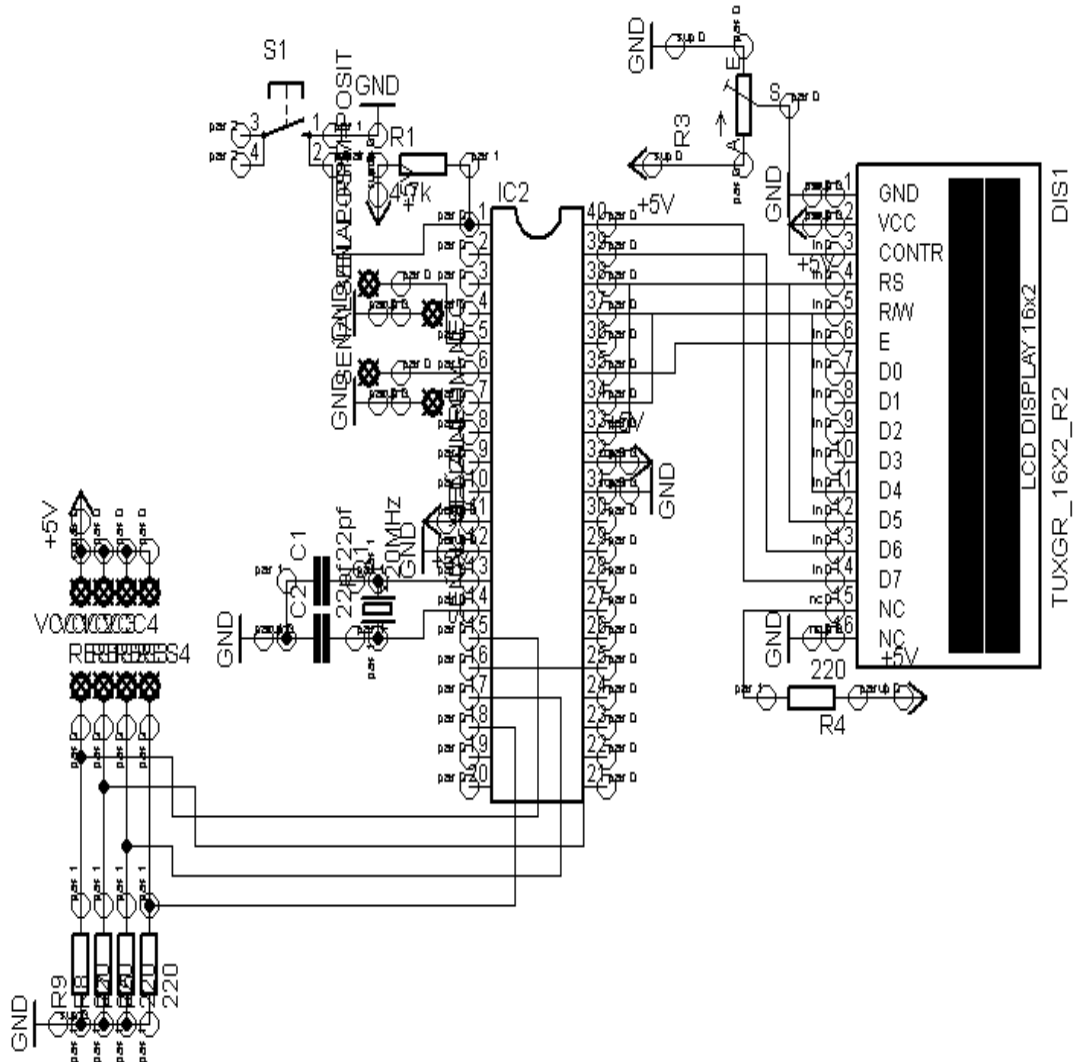
Figura 64. Circuito visualizador velocímetro



Fuente: Autores

3.2.3.3 Diseño del circuito para el recomendador de cambio de marchas

Figura 65. Circuito para el recomendador de marchas



Fuente: Autores

Para el sugeridor de cambio de marchas (figura 65), se utilizara también un PIC 16f877a, que es el encargado de comparar los valores de velocidad y rpm obtenidos anteriormente, para así recomendar el cambio de marchas.

3.2.4 Programación. Para proceder a realizar la programación respectiva, es necesario establecer la marcha en la que se encuentra el vehículo, para lo cual se utiliza sensores magnéticos, los cuales son colocados alrededor de la palanca de cambios, captando por medio de campos magnéticos en que marcha se encuentra el automóvil.

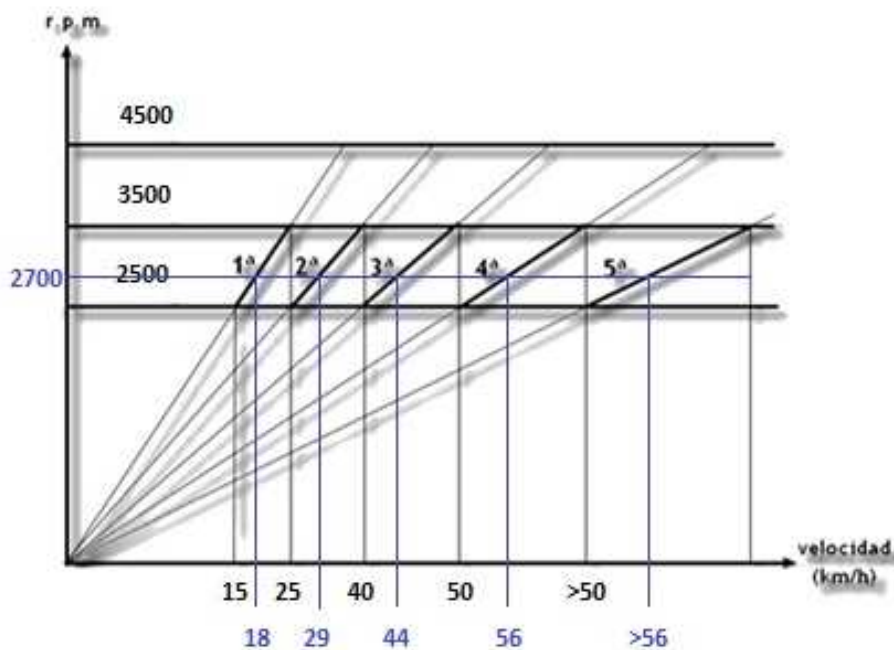
Figura 66. Sensores magnéticos colocados alrededor de la palanca de cambios



Fuente: Autores

Después de haber establecido la marcha en la que se encuentra el vehículo, es necesario conocer a cuantas revoluciones por minuto y velocidad se debe realizar la recomendación de cambio de marcha. Para lo cual se utiliza como base los siguientes esquemas:

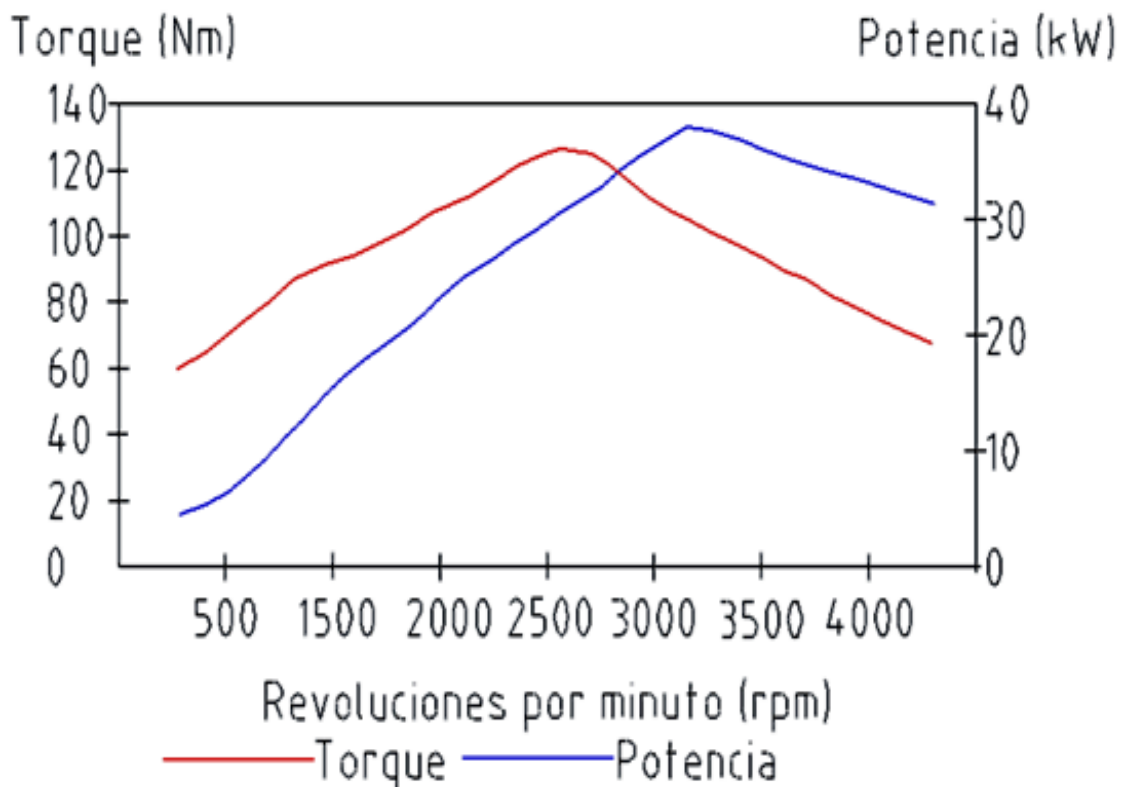
Figura 67. RPM y velocidad correspondiente a la marcha del vehículo



Fuente: Autores

Aunque en la Figura 67 se puede observar que se realiza el cambio de marcha a las 2700 RPM, es necesario basarse también en el gráfico de torque-potencia figura 68, en donde el torque llega a su máximo antes de descender, cuando se cruza con la curva de la potencia.

Figura 68. Torque – potencia motor Mazda 1400



Fuente: MAZDA. E1400 – 323 – 323 ESTATE, Suplemento del manual de taller

En la figura 68 se puede observar que las dos gráficas se cruzan a las 2700 rpm aproximadamente, lo cual confirma que el cambio óptimo de marcha se debe realizar entre las 2500 rpm y 3000 rpm en este motor, para mayor seguridad se programará el PIC para que recomiende el cambio a las 2700 rpm.

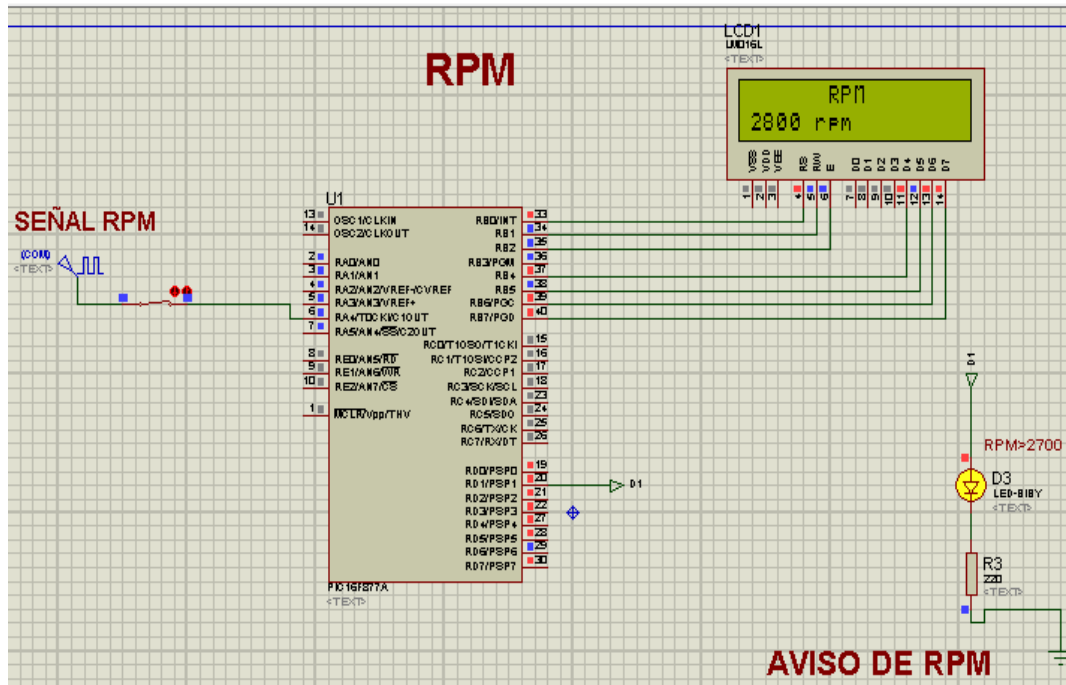
En la figura 67 se puede observar q a las 3500 rpm también se podría realizar el cambio de marcha a mayores velocidades, pero comparando estos valores con los de torque-potencia de la figura 68 se puede constatar que a las 3500 rpm se gana potencia pero se pierde torque, como la idea de este proyecto es lograr que el vehículo trabaje entre los rangos de torque y potencia lo más estable posibles, se ratifica que el cambio ideal es a las 2700 rpm.

Conociendo estos datos para poder realizar la programación respetiva, se procede a realizarla en el programa MICROCODE STUDIO que es el software más adecuado para programar micro- controladores.

3.2.4.1 Programación para el circuito de RPM. La programación para el PIC 16f877a que controla el circuito de revoluciones por minuto se muestra en el ANEXO B.

3.2.4.2 Simulación en Proteus ISIS Professional del circuito de RPM

Figura 69. Simulación en Proteus RPM



Fuente: Autores

El diseño del circuito impreso de control de RPM se encuentra en el ANEXO C (figuras 70 y 71).

Figura 70. Placa construida I

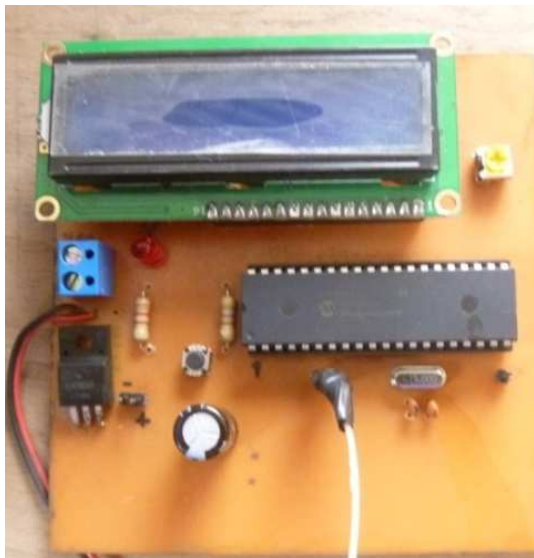
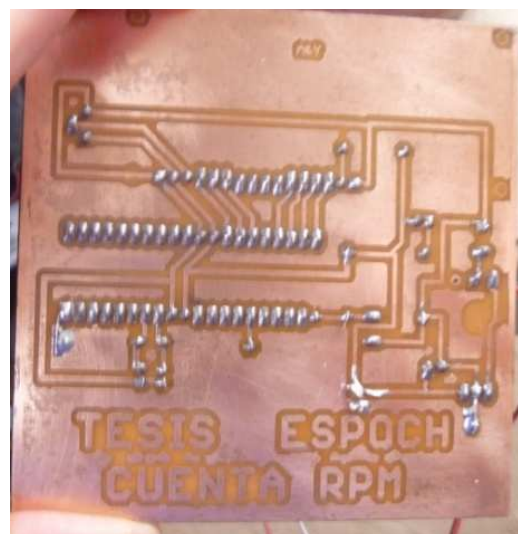


Figura 71. Reverso de la placa I



Fuente: Autores

El diseño del circuito impreso para el acondicionador de señal se encuentra en el ANEXO D (figuras 72 y 73).

Figura 72. Placa construida II

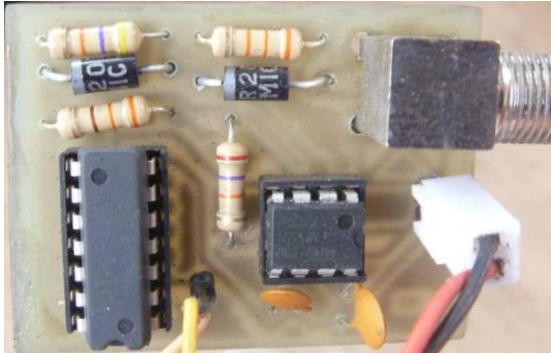
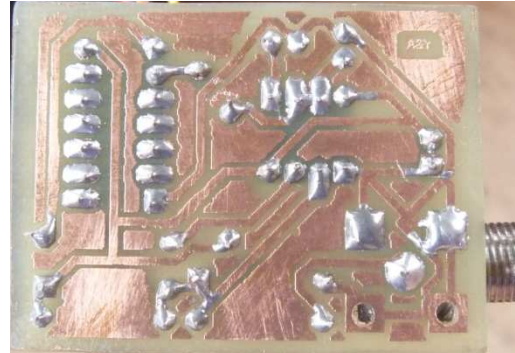


Figura 73. Reverso de la placa II

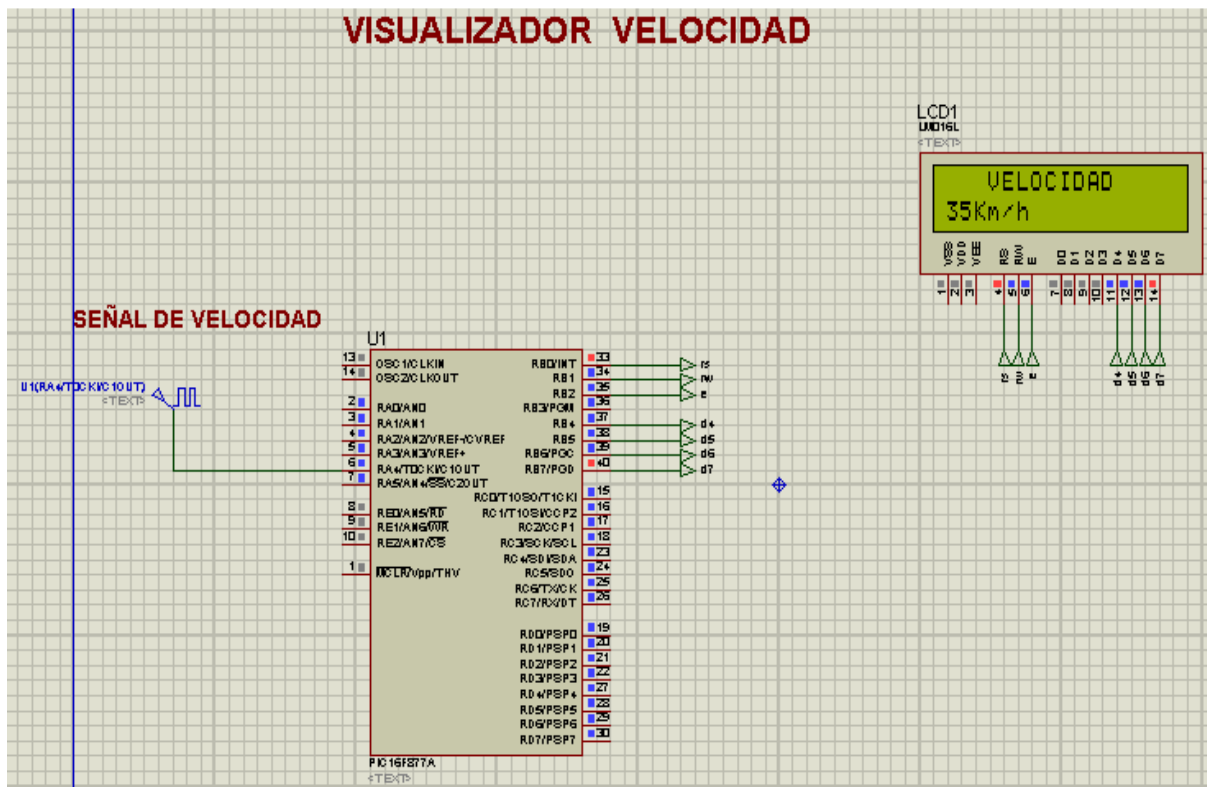


Fuente: Autores

3.2.4.3 Programación para el circuito de velocímetro. La programación para el PIC 16f877a que controla el circuito del velocímetro se muestra en el ANEXO E.

3.2.4.4 Simulación en Proteus ISIS Professional del circuito de velocidad

Figura 74. Simulación en Proteus velocidad



Fuente: Autores

El diseño del circuito impreso para velocímetro con sensor óptico se encuentra en el ANEXO F (figuras 75 y 76).

Figura 75. Placa construida donde se puede apreciar la rueda dentada



Figura 76. Cable del velocímetro donde se conecta la rueda dentada



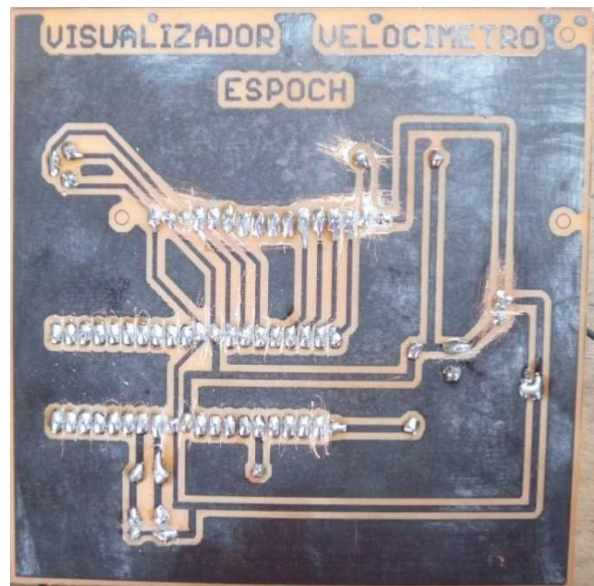
Fuente: Autores

El diseño del circuito impreso para el visualizador del velocímetro se encuentra en el ANEXO G (figuras 77 y 78).

Figura 77. Placa construida III



Figura 78. Reverso placa III

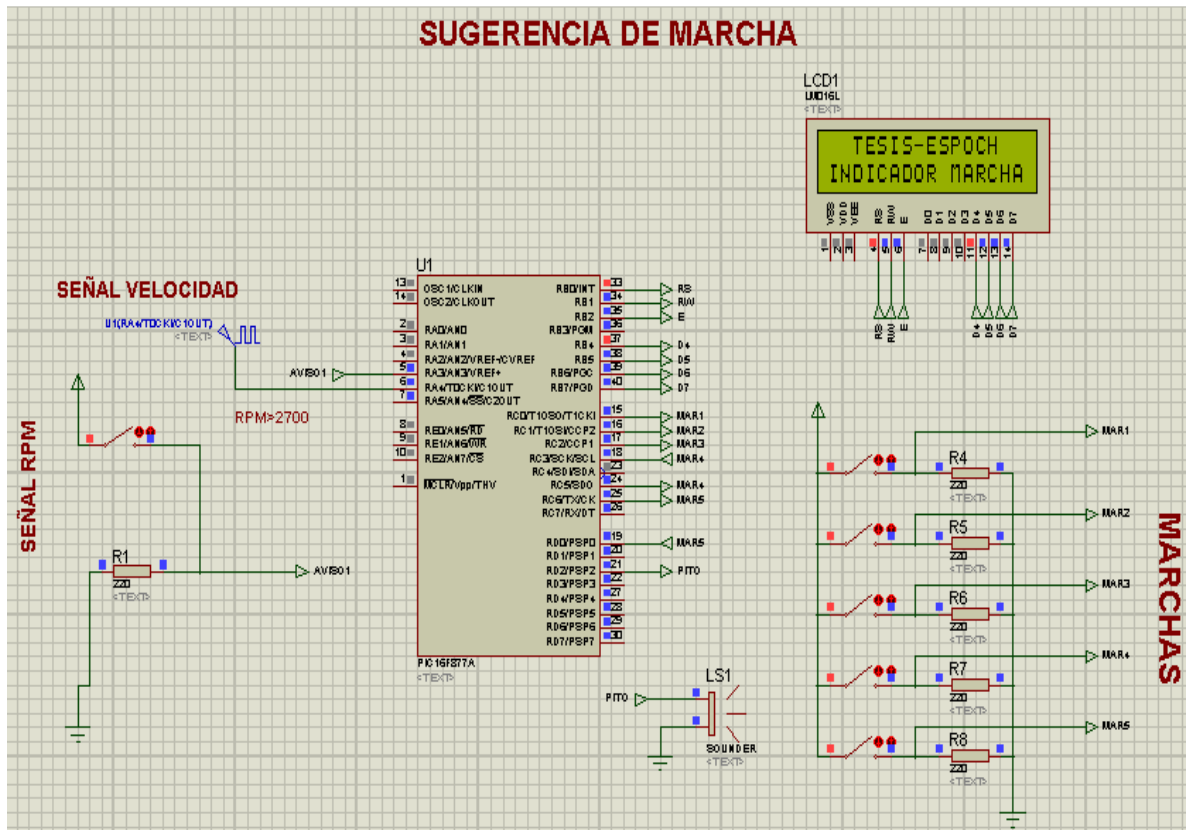


Fuente: Autores

3.2.4.5 Programación para el circuito de recomendador de marchas. El programa para el circuito del PIC 16f877a que controla el recomendador de marchas se muestra en el ANEXO H.

3.2.4.6 Simulación en Proteus ISIS Professional del recomendador de marchas.

Figura 79. Simulación en Proteus recomendador marchas



Fuente: Autores

El diseño del circuito impreso para el recomendador de marchas se encuentra en el ANEXO I (figuras 80 y 81).

Figura 80. Placa construida IV

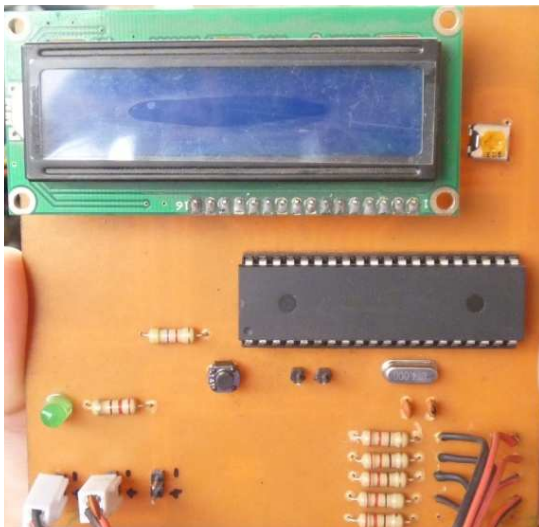


Figura 81. Reverso de la placa IV



Fuente: Autores

3.3 Construcción de la parte mecánica del banco didáctico

Para la construcción de este banco se trabajara en un vehículo:

- Marca Mazda.
- Cilindrada 1400 cc.
- Año 1969.
- Cuatro cilindros en línea.
- Ocho válvulas OHC.
- Distribución por cadena.
- Tracción trasera.
- Caja longitudinal de dientes helicoidales.
- Transmisión manual de cinco velocidades y retro.

Para la parte mecánica es necesario tener en cuenta dos factores.

- *Primero*, que el banco requiere tener movilidad, para que pueda ser funcional y se le dé el uso que se cree, será más adecuado; por lo cual se decidió dejar la caja y el motor en el vehículo, como vienen montados originalmente.
- *Segundo* factor a tomar en cuenta es el didáctico, pues el banco debe ser accesible, fácil de transportar, tener una visión clara y funcional de los elementos que lo conforman, por lo cual se decidió cortar la carrocería para; tener una mejor visibilidad de los componentes, se pueda trabajar con mayor comodidad en el vehículo y sea de fácil manipulación par los estudiantes.

Figura 82. Vehículo para el desarrollo del banco



Fuente: Autores

3.3.1 Mantenimiento correctivo del vehículo. Luego de haber tomado la decisión de cortar la carrocería por las razones explicadas anteriormente, se procede a revisar y verificar el perfecto funcionamiento del vehículo, para lo cual se le dio un mantenimiento correctivo.

3.3.1.1 Motor

- Cambio de aceite y filtro.
- Cambio del empaque del cabezote.
- Cambio del empaque del tapa válvulas
- Calibración de válvulas.

Figura 83. Calibración de válvulas



Fuente: Autores

3.3.1.2 Sistema de transmisión

- Cambio de aceite de la caja de cambios.
- Cambio del líquido de embrague.

3.3.1.3 Sistema de alimentación

- Limpieza del carburador.
- Cambio del kit del carburador.

- Cambio de filtro de aire.
- Cambio de la bomba de combustible.
- Cambio de filtros de combustible.

3.3.1.4 Sistema de encendido

- Cambio de bobina.
- Cambio de platinos.
- Cambio de bujías.
- Cambio de cables de bujías.

3.3.1.5 Sistema eléctrico

- Cambio de batería.
- Cambio de todo el cableado del sistema eléctrico.

3.3.1.6 Sistema de escape

- Colocación del tubo de escape, silenciador y tubo terminal.

3.3.1.7 Sistema de frenos

- Cambio del líquido de frenos con el respectivo sangrado de los mismos.

3.3.1.8 Chasis

- Pintura y tapizado.

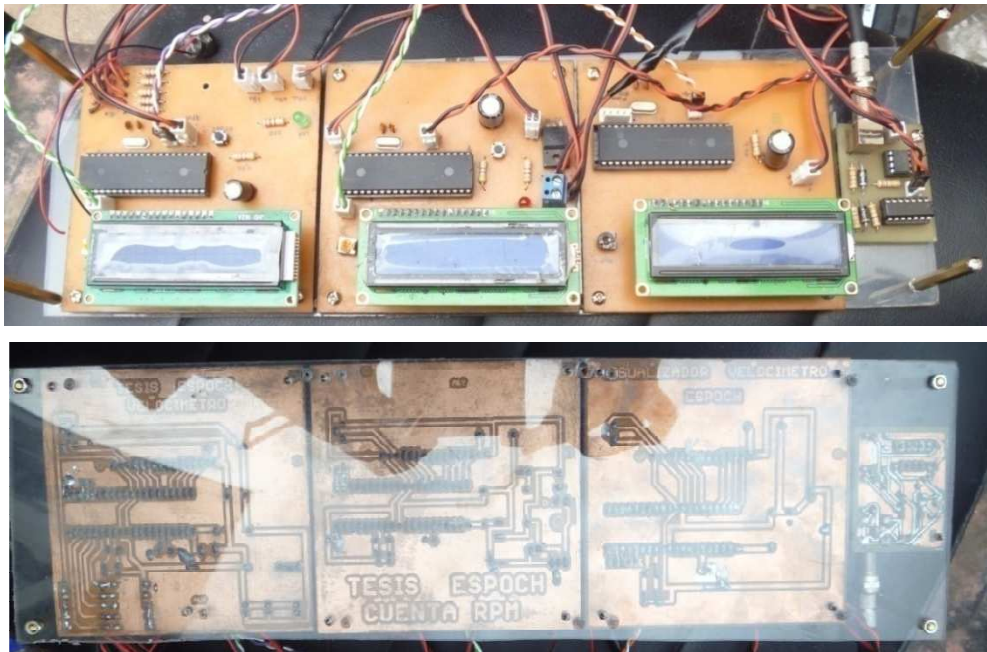
Después de asegurarse que todos los sistemas del vehículo y las partes que los conforman están en óptimas condiciones, se procede a adaptar la parte electrónica, para realizar las pruebas de funcionamiento respectivas.

3.4 Ensamblaje final de los elementos en el banco

Previa preparación, se cuenta con el vehículo con caja de transmisión manual y motor a carburación funcionando en perfectas condiciones. Finalmente se acopla el conjunto de placas de circuitos electrónicos, con sus correspondientes conexiones hacia la caja, bobina, sensores magnéticos y LCD para visualizar los valores.

Para poder colocar las placas de circuitos electrónicos en el tablero del vehículo, se las aseguró previamente con una pieza de policarbonato, a la cual se le instalaron unos postes para luego poder asegurarlas en el tablero del automóvil.

Figura 84. Placas aseguradas con una pieza de policarbonato



Fuente: Autores

El tacómetro y velocímetro originales del vehículo serán reemplazados por el conjunto de placas de circuitos electrónicos, por lo cual se los retiró y tapó los agujeros que quedaron en el tablero del vehículo con fibra de vidrio, luego de esto se procedió a adaptar el lugar donde se colocaran las placas.

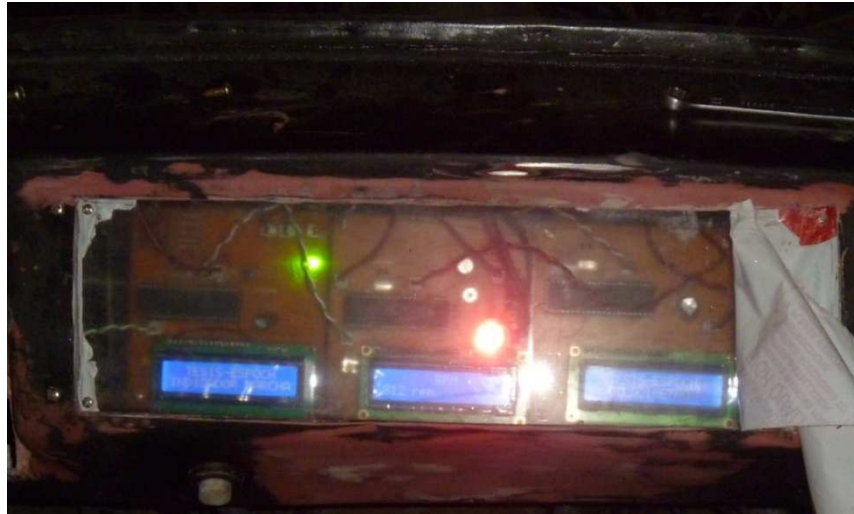
Figura 85. Disposición y/o ubicación de las placas de circuitos electrónicos



Fuente: Autores

Se colocó las placas en el tablero, asegurándolas con postes y tornillos a la pieza de policarbonato colocada previamente en el tablero, para proteger los circuitos de las agresiones del medio ambiente y de la manipulación de los estudiantes.

Figura 86. Placas de circuitos electrónicos colocadas en el tablero



Fuente: Autores

Los sensores magnéticos colocados alrededor de la palanca de cambios no deben ser manipulados, ya que están calibrados para detectar cada marcha de acuerdo a su posición, por lo cual se elaboro una protección para los mismos también en policarbonato.

Figura 87. Protección de los sensores magnéticos



Fuente: Autores

Se procede finalmente a realizar las pruebas respectivas en el banco didáctico. Los resultados obtenidos de dichas pruebas se trataran en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO, MANUAL DE USUARIO Y GUÍA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 Pruebas de funcionamiento

La primera prueba a realizar será verificar si los sensores (placas de circuitos electrónicos), están marcando valores reales, para lo cual, se comparará dichos valores, con los de una tacómetro y velocímetro confiables.

Para el medidor de RPM se utilizara el original del vehículo, es decir un tacómetro analógico.

Figura 88. Encerado del tacómetro digital



Fuente: Autores

Como el cable a la salida de la caja no puede ser conectado al velocímetro analógico y digital y ambos toman la señal del mismo lugar, se optó por utilizar un foto radar que usa la policía para controlar que no se rebase los límites de velocidad.

Figura 89. Encerado del velocímetro



Fuente: Autores

Luego de haber constatado que las señales de velocidad y rpm están marcando valores correctos, se procederá a realizar varias pruebas de carretera, para poder establecer las prestaciones del vehículo.

- Terreno plano.
- Conducción normal.

4.1.1 Velocidad máxima:

- 120 km/h.

4.1.2 Tiempos de recorrido:

- 0 a 200 m: 9 seg.
- 0 a 400 m: 17 seg.
- 0 a 600 m: 25 seg.
- 0 a 800 m: 32 seg.
- 0 a 1000 m: 40 seg.

4.1.3 Aceleraciones:

- 0 a 20 km/h en 2 seg.
- 0 a 40 km/h en 5 seg.
- 0 a 60 km/h en 9 seg.
- 0 a 80 km/h en 13 seg
- 0 a 100 km/h en 17 seg.

4.1.4 Velocidades máximas (4500 rpm) vehículo embancado:

- En primera: 45 km/h
- En segunda: 75 km/h
- En tercera: 90 km/h
- En cuarta: 105 km/h
- En quinta: 120 km/h

4.1.5 Velocidades de cruce (2500 rpm):

- En primera: 18 km/h
- En segunda: 30 km/h
- En tercera: 45 km/h
- En cuarta: 65 km/h
- En quinta: 80 km/h

4.1.6 Prueba de consumo de combustible. Por último se probará el rendimiento del vehículo, midiendo el consumo de combustible cuando es y no utilizado el asistente de conducción para cambio de marchas.

Tabla3. Prueba de consumo de combustible

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN GALONES	UTILIZANDO EL RECOMENDADOR DE CAMBIO DE MARCHAS	SIN UTILIZAR EL RECOMENDADOR DE CAMBIO DE MARCHAS
VEHÍCULO REALIZÓ UN RECORRIDO DE 15 MINUTOS	0.5 Gal	0.55 Gal
VEHÍCULO REALIZÓ UN RECORRIDO DE 30 MINUTOS	0.9 Gal	1.0 Gal
VEHÍCULO REALIZÓ UN RECORRIDO DE 45 MINUTOS	1.3 Gal	1.35 Gal
TOTAL / 3	0.9 Gal	0.96 Gal
PORCENTAJE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE	93.75 %	100 %
PORCENTAJE DE AHORRO DE COMBUSTIBLE	6.25 %	-----

Fuente: Autores

4.2 Manual de usuario

El banco didáctico funciona de forma muy sencilla puesto que está diseñado exclusivamente para la enseñanza/aprendizaje acerca de los sistemas que lo componen. En los capítulos anteriores, se explicó el funcionamiento de sus componentes; en la siguiente sección se detallara la forma de operar el banco de manera general.

4.2.1 Precauciones antes del encendido

- El banco didáctico no debe ser operado sin la presencia de un profesor responsable, la manipulación del mismo sin supervisión puede ocasionar algún accidente en el que el banco sufra daños o peor aún los estudiantes.
- Es muy importante verificar los niveles de: aceite del motor, líquido de frenos, líquido de embrague, refrigerante y combustible; así como también la presión de inflado de los neumáticos antes de proceder al encendido.

4.2.2 Encendido. El vehículo consta de cuatro interruptores, que corresponden a: bomba de combustible, bobina de encendido, alternador y paso de energía de la batería a los diferentes sistemas y a las placas de circuitos electrónicos; también consta de un pulsador que actúa como switch de encendido que reemplaza a la llave de ignición.

Para proceder al encendido del banco se debe colocar la palanca de cambios en posición neutra, activar los cuatro interruptores, bombear el acelerador para que pase combustible al carburador y luego proceder a pulsar el botón de encendido por unos 2 segundos como máximo. Se debe tener en cuenta que el motor alcance la temperatura adecuada de funcionamiento, por lo que necesita de aproximadamente 10 minutos para su calentamiento, antes de disponerse a realizar cualquier actividad con el banco.

Si el motor no arranca inmediatamente, no debe forzarlo, se recomienda inspeccionar cual es la razón que produce esa falla para poder solucionarla, y así arrancar el motor.

Figura 90. Interruptores de encendido del banco





Fuente: Autores

4.2.3 Apagado del banco didáctico. Una vez finalizada la práctica, se procederá a apagar el banco didáctico colocando los cuatro interruptores en la posición de off.

4.2.4 Guía para prácticas de laboratorio. Es importante recalcar que esta guía es una sugerencia, puede ser ampliada, disminuida o reemplazada en su totalidad por el profesor responsable de la cátedra, dependiendo de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.



La siguiente guía está diseñada para obtener una referencia de los datos que se tomaran cuando el banco está en funcionamiento, simplemente se deberá llenar las tablas que se detallan a continuación, para posteriormente realizar un análisis de funcionamiento de la transmisión manual con respecto al motor de combustión interna.

Tabla 4. Guía de laboratorio I

 <p style="text-align: center;">ESPOCH – FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ</p> 		
Nombre del Alumno:		
Código:	Semestre:	
Profesor:	Fecha:	
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (GAL)	Usando el recomendador de cambio de marcha	Sin usar el recomendador de cambio de marcha
RECORRIDO DEL VEHÍCULO 10 MIN.		
RECORRIDO DEL VEHÍCULO 15 MIN.		
RECORRIDO DEL VEHÍCULO 20 MIN.		
TOTAL / 3		
PORCENTAJE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE		
PORCENTAJE DE AHORRO DE COMBUSTIBLE		
Conclusión:		



Fuente: Autores

Tabla 5. Guía de laboratorio II

 ESPOCH – FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ 		
Nombre del Alumno:		
Código:	Semestre:	
Profesor:	Fecha:	
TIEMPO (S)	Usando el recomendador de cambio de marcha	Sin usar el recomendador de cambio de marcha
aceleración de 0 a 20 km/h		
aceleración de 0 a 40 km/h		
aceleración de 0 a 60 km/h		
aceleración de 0 a 80 km/h		
aceleración de 0 a 100 km/h		
Conclusión:		

Fuente: Autores

Tabla 6. Guía de laboratorio III

 ESPOCH – FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ 		
Nombre del Alumno:		
Código:	Semestre:	
Profesor:	Fecha:	
TIEMPOS DE RECORRIDO	Usando el recomendador de cambio de marcha	Sin usar el recomendador de cambio de marcha
distancia recorrida: 0 a 200 m		
distancia recorrida: 0 a 400 m		
distancia recorrida: 0 a 600 m		
distancia recorrida: 0 a 800 m		
distancia recorrida: 0 a 1000 m		
Conclusión:		

Fuente: Autores

Una vez finalizado la toma de datos, apagamos el banco colocando los cuatro interruptores en la posición de off. Realizamos las conclusiones y recomendaciones en base a la comparación de los datos obtenidos.

4.3 Guía de mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento preventivo en realidad es muy sencillo, se debe seguir los siguientes pasos:

4.3.1 Nivel de líquido refrigerante [30]. Antes de poner en marcha el motor, se debe revisar que el nivel de líquido refrigerante sea el adecuado, de no ser así, se colocará una mezcla de agua y líquido protector para radiador en la razón del 50%.

Figura 91. Nivel del líquido refrigerante



Fuente: Autores

El líquido protector para radiador está constituido a base de glicol etileno que es un aditivo con propiedades anticorrosivas y que protege contra la congelación y ebullición del sistema, es por ello que se recomienda su utilización, con la finalidad de alargar la vida útil del motor de este banco didáctico.

Atención:

El sistema de refrigeración del motor está bajo presión. Nunca abra la tapa del reservorio del refrigerante o la tapa del radiador con el motor caliente.

4.3.2 Nivel de aceite [30]. El nivel de aceite se debe inspeccionar con el motor ubicado en una superficie plana y lógicamente apagado, esto se lo realizará a la temperatura de funcionamiento, se debe esperar 2 minutos, luego de apagarlo, este tiempo es necesario para que el aceite que circula por el motor, baje hacia el cárter; para verificar el nivel, levante la varilla del aceite y sáquela, límpiela completamente e

insértela, sáquela y verifique el nivel de aceite, que debe quedar entre las marcas MAX y MIN de la varilla.

Añada aceite solamente si el nivel alcanza la marca MIN de la varilla o si estuviese abajo de la misma, el nivel de aceite no deberá quedar por encima de la marca MAX de la varilla. Si eso ocurre, habrá, por ejemplo, un aumento del consumo de aceite o aislamiento de las bujías y la formación de depósitos de carbón.

Figura 92. Nivel de aceite



Fuente: Autores

El vehículo no cuenta con odómetro, por lo que es necesario cambiar los aceites del motor, caja y corona cada seis meses, sin importar si el automóvil fue o no usado por un tiempo determinado, si no se lo hace el aceite se degrada y pierde principalmente sus propiedades de lubricación no solamente a consecuencia de trabajo del motor sino también por envejecimiento.

El tipo de aceite que se recomienda utilizar es SAE 20W50 por tener las siguientes propiedades: **[31]**

- Reacondiciona los sellos, evitando fugas internas y externas de aceite. Brinda protección extrema contra el desgaste.
- Reduce el consumo de aceite y aumenta la compresión. El nivel de servicio API es superior a los demás productos de alto kilometraje.
- Su característica multigrado permite una lubricación más rápida al encender el motor protegiéndolo del desgaste, proporciona una película más resistente a la temperatura de operación del motor, comparado con los aceites monogrados.

Aplicaciones.- Los motores con mucho uso tienden a tener mayores holguras, lo que promueve la degradación del aceite por temperatura y contaminación con los gases de la combustión. La protección extrema de alto kilometraje contra la oxidación permite conservar por más tiempo las propiedades del aceite, protegiendo por más tiempo el motor.

Atención:

Utilice únicamente el tipo de aceite especificado en este manual, además, no mezcle aceites de distinta viscosidad, para realizar un correcto cambio de aceite, drenar todo el aceite con el motor caliente, y reemplazar el filtro obligadamente, caso contrario el motor puede sufrir serios daños.

4.3.3 Llenado del tanque de combustible. Para llenar el tanque de combustible haga lo siguiente:

- Apague el motor y abra la tapa girándola en sentido anti-horario.
- Con la ayuda de un embudo, cuidadosamente llene el tanque de gasolina.
- Una vez realizado esto, constate, que no haya existido combustible derramado, de ser así, limpie inmediatamente y gire la tapa en sentido horario para cerrarla.

Figura 93. Llenado del tanque de combustible



Fuente:http://www.7dias.com.do/uploads/cgblog/130k/id133391/GASOLINA_GRANDE_GOTA_DISPENSADOR.jpg

Atención: [32]

Se recomienda el uso de combustible sin plomo, y de un octanaje adecuado (87 octanos) para las condiciones en las que trabajara el motor de este banco didáctico. No fumar.

4.3.4 Batería

- Desconexión del cable de la batería; todos los interruptores deben estar en la posición "OFF" (APAGADO). Desconecte el cable a tierra de la batería. Limpie los terminales de la batería y aplique una capa fina de grasa para evitar que se oxide.
- Chequee regularmente el nivel de electrolito de la batería, si amerita completarlo, hacerlo con agua destilada con la ayuda de un embudo hasta alcanzar el nivel adecuado.
- Para evitar averías en los componentes electrónicos del sistema, no se debe desconectar la batería con el motor operando. Al conectar la batería tenga cuidado de no invertir la posición de los cables.

Figura 94. Llenado del electrolito de la batería



Fuente: Autores

Todas las conexiones eléctricas se deben mantener limpias y ajustadas.

4.3.5 Plan de mantenimiento, inspecciones y cambios [33]. A continuación se detalla los mantenimientos que se debe realizar al motor de este banco didáctico, al no contar con un odómetro, se tomará en cuenta las horas de funcionamiento del mismo, las mismas que serán contabilizadas por el encargado del laboratorio.

Tabla 7. Plan de mantenimiento del motor

SERVICIOS A EFECTUARSE	DIARIAMENTE	250 h	500 h	1000 h
VERIFICAR NIVEL DE ACEITE	•			
VERIFICAR NIVEL DE LÍQUIDO REFRIGERANTE	•			
VERIFICAR NIVEL DE COMBUSTIBLE	•			
VERIFICAR POSIBLES FUGAS ACEITE/REFRIGERANTE	•			
VERIFICAR ELECTROLITO DE LA BATERÍA		•		
VERIFICAR CONEXIONES ELÉCTRICAS		•		
CAMBIAR ACEITE Y FILTRO			•	
CAMBIAR FILTRO DE COMBUSTIBLE			•	
CAMBIAR FILTRO DE AIRE			•	
CALIBRACIÓN DE BUJÍAS			•	
VERIFICAR BANDA DE DISTRIBUCIÓN Y ALTERNADOR				•
CAMBIAR EL LÍQUIDO REFRIGERANTE				•
DRENAR Y LIMPIAR TANQUE DE COMBUSTIBLE				•

Fuente: Autores

Atención:

Independientemente de los intervalos de tiempo indicados en esta tabla, el aceite lubricante debe ser reemplazado a más tardar cada 6 meses.

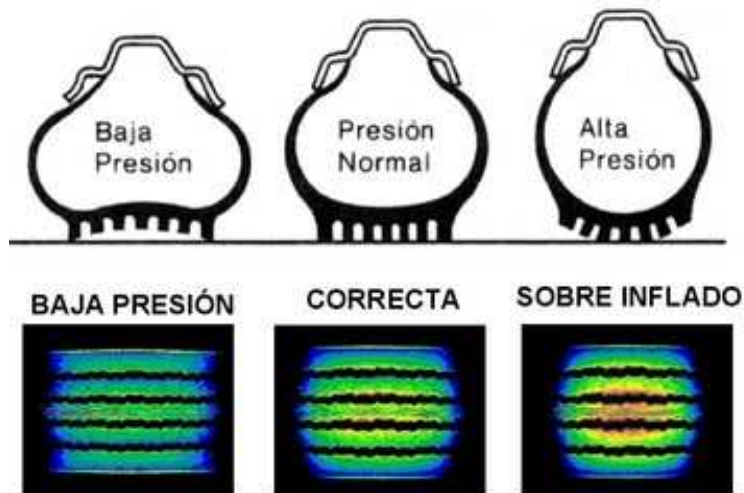
4.3.6 Presión de inflado de los neumáticos [34]

Presión: El aire es un componente esencial del neumático. Su aplicación correcta influye la seguridad, resistencia al rodamiento, el consumo de combustible, el confort y previene los desgastes y deterioros.

El rodaje con presión insuficiente puede provocar, entre otras cosas:

- Flexiones exageradas de los neumáticos pudiendo provocar daños laterales;
- Deformaciones y roturas en su interior (calandrado);
- Mayor consumo de combustible;
- Calentamiento anormal, con desprendimiento de lonas;
- Rotura de la carcasa.

Figura 95. Efectos de la presión de inflado en un neumático y su huella



Fuente: http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRbPJ3GpgZPngJbCdtPaRJDwDDx7R289PCUbfOwyR4WiQe8mNt_

No seguir las recomendaciones de presión también puede afectar el rendimiento kilométrico del neumático, ya que afecta el equilibrio entre la presión, la carga y la resistencia de la carcasa. Cuando la presión no es la adecuada para una determinada carga, el neumático se deforma, la banda de rodaje no se apoya correctamente en el suelo y en ella aparecen desgastes característicos, penalizando el coste quilométrico y la performance.

Siempre utilice la presión recomendada por el manual de su vehículo.

Tabla 8. Presión inflado neumáticos

MARCA	DIMENSIÓN	DELANTERAS	TRASERAS	DEL. CARG.	TRA. CARG.
Mazda	185/60 R14	30 PSI	30 PSI	30 PSI	30 PSI

Fuente: MAZDA. E1400 – 323 – 323 ESTATE, Suplemento del manual de taller

Se recomienda revisar la presión de inflado una vez al mes, con los neumáticos siempre en frío y cambiar la válvula cada vez que se cambia el neumático.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Este proyecto es de mucha importancia para todas las personas involucradas en la enseñanza/aprendizaje de la carrera de Ingeniería Automotriz, puesto que en este medio existe una gran cantidad de vehículos con transmisión manual, es vital que los futuros profesionales conozcan perfectamente los componentes y funcionamiento de las cajas manuales y afines.

La forma más idónea de entender el funcionamiento de la transmisión manual es observando los parámetros del sistema completo en condiciones reales, analizando su funcionamiento conjuntamente con el motor de combustión interna, es decir la práctica y la teoría se deben combinar en forma adecuada, para lo cual se ha diseñado este banco didáctico.

La principal diferencia entre un vehículo con transmisión manual y uno con transmisión automática es el uso del embrague, en el vehículo con caja manual el conductor tiene que pisar el embrague cada vez que se requiere hacer un cambio de marcha, en el auto con caja automática no existe pedal de embrague, el cambio se hace automáticamente.

Las ventajas y desventajas en cada tipo de transmisión; automática, semiautomática y manual, dependen de lo que el conductor prefiera utilizar y sus técnicas de manejo.

La utilización del recomendador de cambio de marchas, no solo permite reducir el consumo de combustible, si no también aporta otros importantes beneficios entre los que se encuentran; obtener un mejor desempeño del motor, reducir la generación de emisiones contaminantes y el gasto en llantas y refacciones.

Este banco también se puede utilizar como una herramienta para aprender a manejar, tomando en cuenta los distintos factores que intervienen en el funcionamiento de un vehículo con motor a carburación y caja manual.

En el mercado actual, ya se cuenta con vehículos que vienen con estos sistemas que recomiendan el cambio de marcha, implementados de fábrica, por lo que se hace más necesario conocer el funcionamiento de estos asistentes de conducción.

Este tipo de asistente de conducción, es adaptable a cualquier tipo de vehículo con transmisión manual, sin importar si este, cuenta con motor a carburación o a inyección, el único dato indispensable para su desarrollo son las curvas características del motor.

5.2 Recomendaciones

Operar el banco didáctico con la supervisión de un profesor responsable, para evitar posibles accidentes que puedan causar daño a los estudiantes o al vehículo.

Cuando se utilice el sugeridor de cambio de marchas, hacerlo bajo los parámetros para los que fue diseñado, es decir en terreno plano y con velocidades de crucero, caso contrario es preferible no usar el asistente de conducción.

El vehículo no cuenta con un odómetro, por lo que es muy importante cambiar los aceites de motor, caja y diferencial cada seis meses, antes de que este se degrade y pierda sus propiedades lubricantes.

No dejar el banco didáctico a la intemperie, ya que al no contar con techo, una inclemencia del clima podría dañar las placas de circuitos electrónicos y el interior del vehículo.

Asegurarse siempre antes de encender el vehículo, de que todos los niveles de fluidos, incluyendo el de combustible no estén por debajo de los recomendables, así como también verificar la presión de inflado de los neumáticos.

Adquirir un dinamómetro de piso para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, o apoyar la elaboración de un proyecto de tesis que cumpla las mismas funciones.

El lugar destinado para realizar las prácticas de laboratorio, debe contar con la ventilación adecuada, pues el motor de combustión interna genera gases nocivos propios de su funcionamiento, también se deberá tener en cuenta las normas de seguridad de un laboratorio de mecánica de patio.

Realizar el mantenimiento preventivo del banco didáctico para evitar daños que puedan ser de consideración en el mismo, para lo cual es necesario llevar un plan de mantenimiento adecuado, como el que se encuentra detallado en el capítulo cuatro de este documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALONSO, J.M. Técnicas del automóvil, Motores. 10ma.ed.
- [2] <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/sena/mecanica/gas-preconversion-vehiculos/gaspre5a.htm>
- [3] http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/motores/temas/ciclo_real.pdf
- [4] <http://www.automotriz.net/cms/tecnica/que-es-y-como-se-interpretan-el-torque-y-la-potencia-de-un-motor/>
- [5] http://www.todomotores.cl/mecanica/par_motor.htm
- [6] <http://www.circulaseguro.com/vehiculos-y-tecnologia/que-es-la-potencia-1>
- [7] http://automocion.bligoo.es/media/users/21/1066192/files/273640/CARACTERISTICAS_DE_LOS_MOTORES.pdf
- [8] <http://es.scribd.com/doc/116018755/Curvas-Characterísticas>
- [9] <http://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema3/El%20par%20motor%202.htm>
- [10] <http://www.virtualatv.com/Quad-Atv.asp?id=mecanica/453>
- [11] <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>
- [12] <http://www.microcaos.net/ocio/motor/el-sistema-de-distribucion-del-automovil/>
- [13] <http://espaciocoches.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-vehiculo/>
- [14] <http://www.taringa.net/posts/info/11212056/Sistema-Alimentacion-y-Carburacion.html>
- [15] <http://es.wikipedia.org/wiki/Carburador>
- [16] <http://www.slideshare.net/gonguibri/sistemas-de-lubricacin>
- [17] <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Lubricaci%C3%B3n+en+motores+alternativos+de+gas>
- [18] CROUSE, W. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. 6ta.ed.

- [19] [http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuidor_\(autom%C3%B3vil\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuidor_(autom%C3%B3vil))
- [20] <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-29.html>
- [21] HEREDIA, R. PEÑA, A. Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota. Ecuador: ESPE, 2010. (Tesis) pág. 6, 6-12, 19.
- [22] http://es.wikipedia.org/wiki/Caja_de_cambios
- [23] VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 y VT2014/2514. Suplemento del manual de taller.
- [24] http://miguel-transmisiones-miguel.blogspot.com/2011_12_01_archive.html
- [25] <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios11.htm>
- [26] <http://www.portalcoches.net/blogs-coches/si-tiene-ruedas...-me-gusta/cajas-de-cambios-semiautomaticas-parte-i-i-i/22/98.html>
- [27] http://www.unicrom.com/Tut_capacitor-electrolitico.asp
- [28] <http://www.huarpe.com/electronica/osc/oscilador-xtal.html>
- [29] <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/626/5/CAPITULO%20V.pdf>
- [30] EP PETROECUADOR. Plan de mantenimiento preventivo gasolina.
- [31] http://vepamil.clasifica.info/user/data/file/lubricantes/mobil/gasolina/Mobil_Super_HP_SM_10W-30_y_20W-50_es.pdf
- [32] <http://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/index.php>
- [33] CALDERON, V. CALUGUILLIN, L. Construcción de un Banco Didáctico de un Motor de Inyección Electrónica Multipunto, para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH. ECUADOR: ESPOCH, 2012. (Tesis) pág. 158,159.
- [34] <http://www.tall|erestoande.org/la-presion-del-inflado/>

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, J.M. Técnicas del automóvil, Motores. 10ma.ed.

BENLLOCH, J. Los Lubricantes. España, 1990.

CALDERON, V. CALUGUILLIN, L. Construcción de un Banco Didáctico de un Motor de Inyección Electrónica Multipunto, para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH. ECUADOR: ESPOCH, 2012.

CASCAJOSA, M. Ingeniería de Vehículos. 2da.ed. México, 2005.

CROUSE, W. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. 6ta.ed.

EP PETROECUADOR. Plan de mantenimiento preventivo gasolina.

GARCÍA, B. Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC.

HEREDIA, R. PEÑA, A. Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota. Ecuador: ESPE, 2010. (Tesis) pág. 6, 6-12, 19.

MAZDA. E 1400 - 323 - 323 ESTATE, Suplemento del manual del taller.

REYES, C. Aprenda Rápidamente a Programar Microcontroladores.

VOLVO. Cajas de cambios SR1700/1900 y VT2014/2514. Suplemento del manual de taller.

LINKOGRAFÍA

CICLO TEÓRICO

http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/motores/temas/ciclo_real.pdf

2012-03-15

CICLO REAL

http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/motores/temas/ciclo_real.pdf

2012-03-15

TORQUE Y POTENCIA

<http://www.automotriz.net/cms/tecnica/que-es-y-como-se-interpretan-el-torque-y-la-potencia-de-un-motor/>

2012-03-16

TORQUE

http://www.todomotores.cl/mecanica/par_motor.htm

2012-03.16

POTENCIA

<http://www.circulaseguro.com/vehiculos-y-tecnologia/que-es-la-potencia-1>

2012- 03-16

CURVAS CARACTERÍSTICAS

http://automocion.bligoo.es/media/users/21/1066192/files/273640/CARACTERISTICAS_DE_LOS_MOTORES.pdf

2012-03-17

CURVA DE POTENCIA

<http://es.scribd.com/doc/116018755/Curvas-Characterísticas>

2012-03-17

CURVA PAR

<http://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema3/EI%20par%20motor%202.htm>

2012-03-17

FORMAS DE LAS CURVAS

<http://www.virtualatv.com/Quad-Atv.asp?id=mecanica/453>

2012-03-17

ESTRUCTURA DEL MOTOR

<http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>

2012-03-20

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

<http://www.microcaos.net/ocio/motor/el-sistema-de-distribucion-del-automovil/>

2012-03-20

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

<http://espaciocoches.com/sistema-de-refrigeracion-de-un-vehiculo/>

2012-03-21

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

<http://www.taringa.net/posts/info/11212056/Sistema-Alimentacion-y-Carburacion.html>

2012-03-21

CARBURADOR

<http://es.wikipedia.org/wiki/Carburador>

2012-03-22

SISTEMA DE LUBRICACIÓN

<http://www.slideshare.net/gonguibri/sistemas-de-lubricacin>

2012-03-28

CUÑA DE ACEITE

<http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Lubricaci%C3%B3n+en+motores+alternativos+de+gas>

2012-04-02

SISTEMA DE ARRANQUE

CROUSE, W. Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil. 6ta.ed.

2012-04-02

EL DISTRIBUIDOR

[http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuidor_\(autom%C3%B3vil\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuidor_(autom%C3%B3vil))

2012-04-04

EMBRAGUE

<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-29.html>

2012-04-04

CAJA DE CAMBIOS

http://es.wikipedia.org/wiki/Caja_de_cambios

2012-04-10

CAMBIOS DE LA CAJA

http://miguel-transmisiones-miguel.blogspot.com/2011_12_01_archive.html

2012-04-10

TIPTRONIC

<http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios11.htm>

2012-04-15

SELECTOR DE CAMBIOS

<http://www.portalcoches.net/blogs-coches/si-tiene-ruedas...-me-gusta/cajas-de-cambios-semiautomaticas-parte-i-i-i/22/98.html>

2012-05-20

CAPACITOR ELECTROLÍTICO

http://www.unicrom.com/Tut_capacitor-electrolitico.asp

2012-05-22

CRISTAL DE CUARZO

<http://www.huarpe.com/electronica/osc/oscilador-xtal.html>

2012-05-22

MICROCONTROLADOR PIC

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/626/5/CAPITULO%20V.pdf>

2012-06-16

SAE 20W50

http://vepamil.clasifica.info/user/data/file/lubricantes/mobil/gasolina/Mobil_Super_HP_SM_10W-30_y_20W-50_es.pdf

2012-07-22

OCTANAJE DE LA GASOLINA EN ECUADOR

<http://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/index.php>

2012-10-27

NEUMÁTICOS

<http://www.tallerestoande.org/la-presion-del-inflado/>

2012-11-05