



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN - LATACUNGA**

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DIDÁCTICO DE
SISTEMAS AUTOMOTRICES PARA EL SINDICATO DE CHOFERES
PROFESIONALES “15 DE AGOSTO DE LA PARROQUIA DE TOTORAS.”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**CRISTHIAN PATRICIO ANDRADE LEÓN
HERNÁN DANIEL SILVA RAMÍREZ**

LATACUNGA – ECUADOR

2010

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica el siguiente trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DIDÁCTICO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES PARA EL SINDICATO DE CHOFERES 15 DE AGOSTO DE LA PARROQUIA DE TOTORAS” fue desarrollado por Cristhian Patricio Andrade León y Hernán Daniel Silva Ramírez, bajo nuestra supervisión, cumplimiento con nuestras normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica Del Ejercito.

Latacunga, Junio 2010

Ing. Luis Mena

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Guido Torres

CODIRECTOR DEL PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD O RESPONSABILIDAD

Nosotros, Andrade León Cristhian Patricio portador de la cédula de ciudadanía 100321448-1, y Silva Ramírez Hernán Daniel portador de la cedula de ciudadanía 180263355-0, declaramos que los resultados obtenidos en la investigación que presentamos como documento final, previo a la obtención del Título de Ingeniero Automotriz son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaramos que el contenido, las conclusiones; y, los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto son de exclusiva responsabilidad legal y académica de los autores.

Atentamente,

ANDRADE LEÓN CRISTHIAN PATRICIO

CI: 1003214481

SILVA RAMÍREZ HERNÁN DANIEL

CI: 1802633550

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. LUIS MENA (DIRECTOR)

ING. GUIDO TORRES (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DIDÁCTICO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES PARA EL SINDICATO DE CHOFERES 15 DE AGOSTO DE LA PARROQUIA DE TOTORAS” realizado por los señores: ANDRADE LEÓN CRISTHIAN PATRICIO, SILVA RAMÍREZ HERNÁN DANIEL ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de DOS empastados y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores ANDRADE LEÓN CRISTHIAN PATRICIO, SILVA RAMÍREZ HERNÁN DANIEL que lo entregue al ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, 1 de Junio de 2010

ING. Luis Mena

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. Guido Torres

CODIRECTOR DEL PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, ANDRADE LEÓN CRISTHIAN PATRICIO
SILVA RAMÍREZ HERNÁN DANIEL

Autorizamos a la Escuela Politécnica Del Ejército la publicación en la biblioteca virtual de la institución del trabajo **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DIDÁCTICO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES PARA EL SINDICATO DE CHOFERES 15 DE AGOSTO DE LA PARROQUIA DE TOTORAS”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 1 de Junio de 2010

ANDRADE LEÓN CRISTHIAN PATRICIO

CI: 1003214481

SILVA RAMÍREZ HERNÁN DANIEL

CI: 1802633550

DEDICATORIA

Este triunfo está dedicado a nuestros padres y hermanos, quienes sin escatimar esfuerzo alguno, nos brindaron el apoyo requerido, para culminar una más de nuestras metas.

Cristhian Andrade

Daniel Silva R.

AGRADECIMIENTO

Primero a DIOS por brindarme ese Don tan maravilloso y enorme que es la vida.

A mis padres por inculcar en mí los mejores sentimientos para ser hombres de bien en nuestra sociedad.

A mis hermanos por ser los seres más nobles.

A Mairy y Mateo por estar con mi persona en toda hora.

Agradezco a todos los ingenieros de la ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN - LATACUNGA que de una u otra manera contribuyeron con sus sabios conocimientos, inculcándome valores éticos, profesionales ya que seré el portador de todo lo aprendido en esta casona del saber a futuras generaciones.

Cristhian Andrade

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres Hernán y Mercedes quienes a más de ser el motivo y la razón de mi existencia, depositaron su confianza en mí y me brindaron su apoyo para seguir adelante.

A mis hermanos María Elena y Jorge Luis por haberme brindado sus conocimientos y sabios consejos para vencer las adversidades que se me han presentado.

A María Gabriela por estar a mi lado y brindarme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos durante mi vida universitaria.

A mis maestros que con humildad y paciencia fueron un pilar muy importante en mi formación universitaria impartiendo sus conocimientos para hacer de mí un gran profesional, permitiéndome culminar este proyecto con mucho éxito.

Daniel Silva R.

RESUMEN

A lo largo del presente proyecto de investigación, se tratará sobre el “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DIDÁCTICO DE SISTEMAS AUTOMOTRICES PARA EL SINDICATO DE CHOFERES 15 DE AGOSTO DE LA PARROQUIA DE TOTORAS”.

En el primer capítulo se plantea el funcionamiento del Motor de cuatro tiempos además también indica todos los componentes internos que lo constituyen con su respectivo funcionamiento.

En el segundo capítulo se indica el funcionamiento de la transmisión de 5 velocidades, además también indica todos los componentes internos que lo constituyen con su respectivo funcionamiento.

En el tercer capítulo hablaremos sobre el diferencial, en el cual se explicara el funcionamiento del mismo y sus componentes internos.

En el cuarto capítulo indicaremos uno de los sistemas fundamentales de todo vehículo automóvil es el que le confiere la capacidad a reducir su velocidad incluso llegando a detenerlo sí así lo decide el conductor. Dicho sistema es el sistema de freno.

En el quinto capítulo indicaremos los sistemas de suspensión y dirección.

En el sexto capítulo se hablara como realizar las conexiones respectivas en un sistema de luces del automóvil.

En el séptimo capítulo se establece las conclusiones y recomendaciones con respecto a la investigación realizada para el proyecto.

Por último la bibliografía que es un punto muy importante para establecer la parte científica del proyecto.

PRESENTACION

Para nuestro propósito de equipar al laboratorio con equipos didácticos que permitan

una enseñanza clara y de manera práctica se ha optado por realizar una maqueta didáctica que permita la visualización de las partes internas y el funcionamiento del motor, ya sea en funcionamiento o en estado estático, lo cual se lo realiza con la ayuda de cortes en la carcasa de la caja que no interrumpa la visibilidad de los diferentes elementos que la integran.

Previa a una investigación hemos palpado la necesidad de implementar dicho laboratorio para el beneficio de quienes tengan la oportunidad de llegar a esta institución a fin de que aprovechen al máximo del contenido teórico – práctico que enmarca el presente trabajo como un preámbulo de conocimientos generales en lo que a mecánica y sistemas del automóvil se refiere.

Además previa la observación se comprobó la necesidad no solo del sindicato de la implementación de este Laboratorio sino el ansia de la comunidad de contar con este equipo de enseñanza - aprendizaje que será de vital ayuda para jóvenes e individuos de toda edad y sexo que deseen alcanzar las metas propuestas en esta especialidad.

De esta manera estaremos contribuyendo con la formación de profesionales del volante dotándoles de los recursos necesarios que ayuden a solucionar problemas imprevistos surgidos en los automotores.

ÍNDICE

Carátula	i
Certificación	ii
Declaración de autenticidad o responsabilidad	iii
Certificado	iv
Autorización	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	ix
Presentación	x
Índice	xi
Índice de figuras	xviii
Índice de tabla	xxvii

LMOTOR

1.1.	Motor	1
1.2.	Visualización de Partes Internas	5
1.3.	Partes Internas	5
1.3.1.	Pistón	5
1.3.1.1.	Funcionamiento	5
1.3.1.2.	Partes	5
1.3.1.3.	Materiales	6
1.3.1.4.	Fallas	7
1.3.1.5.	Mantenimiento	10
1.3.2.	Cigüeñal	11
1.3.2.1.	Funcionamiento	11
1.3.2.2.	Partes	11
1.3.2.3.	Materiales	12
1.3.2.4.	Fallas	13
1.3.2.5.	Mantenimiento	13
1.3.3.	Cojinetes	14
1.3.3.1.	Funcionamiento	14

1.3.3.2.	Partes	17
1.3.3.3.	Materiales	17
1.3.3.4.	Fallas	18
1.3.3.5.	Mantenimiento	20
1.3.4.	Bielas	21
1.3.4.1.	Funcionamiento	21
1.3.4.2.	Partes	22
1.3.4.3.	Materiales	23
1.3.4.4.	Fallas	24
1.3.4.5.	Mantenimiento	25
1.3.5.	Válvulas de Admisión y Escape	25
1.3.5.1.	Funcionamiento	25
1.3.5.2.	Partes	29
1.3.5.3.	Materiales	30
1.3.5.4.	Fallas	32
1.3.5.5.	Mantenimiento	34
1.3.6.	Culata	35
1.3.6.1.	Funcionamiento	35
1.3.6.2.	Partes	36
1.3.6.3.	Materiales	39
1.3.6.4.	Fallas	42
1.3.6.5.	Mantenimiento	43
1.3.7.	Bloque de Cilindros	45
1.3.7.1.	Funcionamiento	45
1.3.7.2.	Partes	46
1.3.7.3.	Materiales	47
1.3.7.4.	Fallas	48
1.3.7.5.	Mantenimiento	49
1.3.8.	Radiador	50
1.3.8.1.	Funcionamiento	50
1.3.8.2.	Partes	51
1.3.8.3.	Materiales	53

1.3.8.4.	Fallas	<u>53</u>
1.3.8.5.	Mantenimiento	<u>54</u>
1.3.9.	Ventilador	<u>55</u>
1.3.9.1.	Funcionamiento	<u>55</u>
1.3.9.2.	Partes	<u>56</u>
1.3.9.3.	Materiales	<u>57</u>
1.3.9.4.	Fallas	<u>57</u>
1.3.9.5.	Mantenimiento	<u>57</u>
1.3.10.	Termostato	<u>57</u>
1.3.10.1.	Funcionamiento	<u>57</u>
1.3.10.2.	Partes	<u>58</u>
1.3.10.3.	Materiales	<u>58</u>
1.3.10.4.	Fallas	<u>59</u>
1.3.10.5.	Mantenimiento	<u>60</u>
1.3.11.	Filtro de Combustible	<u>61</u>
1.3.11.1.	Funcionamiento	<u>61</u>
1.3.11.2.	Partes	<u>62</u>
1.3.11.3.	Materiales	<u>63</u>
1.3.11.4.	Fallas	<u>64</u>
1.3.11.5.	Mantenimiento	<u>64</u>
1.3.12.	Bomba de Combustible	<u>64</u>
1.3.12.1.	Funcionamiento	<u>64</u>
1.3.12.2.	Tipos de bombas	<u>65</u>
1.3.12.3.	Partes	<u>66</u>
1.3.12.4.	Materiales	<u>67</u>
1.3.12.5.	Fallas	<u>67</u>
1.3.12.6.	Mantenimiento	<u>68</u>
1.3.13.	Inyección Electrónica Gasolina	<u>69</u>
1.3.13.1.	Funcionamiento	<u>69</u>
1.3.13.2.	Clasificación de los sistemas	<u>70</u>
1.3.13.3.	Sistemas de inyección	<u>73</u>
1.3.13.3.1.	Inyección electrónica D-Jetronic	<u>73</u>

1.3.13.3.2.	Inyección electrónica L-Jetronic	74
1.3.13.3.3.	Inyección mecánica K-Jetronic	75
1.3.13.3.4.	Inyección electrónica Motronic	76
1.3.13.3.5.	Inyección electrónica LH-Jetronic	77
1.3.13.3.6.	Inyección KE-Jetronic	78
1.3.13.3.7.	Inyección Mono-jetronic Monopunto	83
1.3.13.4.	Sensores y Actuadores	85
1.3.13.5.	Fallas y Mantenimiento	90
1.3.14.	Inyección Diesel	94
1.3.14.1.	Funcionamiento	94
1.3.14.2.	Bombas de Inyección	96
1.3.14.2.1.	Bombas de inyección lineal	96
1.3.14.2.2.	Bomba inyección electrónica rotativa	99
1.3.14.3.	Inyectores Diesel	100
1.3.14.3.1.	Tipos de inyectores	100
1.3.14.4.	Fallas y Mantenimiento	102
1.3.15.	Lubricantes	106
1.3.15.1.	Aditivos de los aceites lubricantes	106
1.3.15.2.	Trabajo del aceite de motor	107
1.3.15.3.	Clasificación y estándar para aceite de motor	108
1.3.16.	Diseño Mecánico y Eléctrico	111
1.3.16.1.	Estructura	112
1.3.16.2.	Selección de Bandas y Poleas	113
1.3.16.3.	Selección de Motor Eléctrico	116
1.3.16.4.	Planos	118
1.3.17.	Guías de práctica	118

II CAJA DE CAMBIOS

2.1.	Introducción	119
2.2.	Marco teórico	119
2.2.1.	Relación de transmisión	120
2.2.2.	Cálculo de velocidades para una caja de cambios	121

2.2.3.	Caja de engranajes paralelos _____	122
2.2.4.	Caja de da cambios de tracción trasera _____	127
2.3.	Funcionamiento _____	131
2.3.1.	Primera marcha _____	132
2.3.2.	Segunda marcha _____	133
2.3.3.	Tercera marcha _____	134
2.3.4.	Cuarta marcha _____	134
2.3.5.	Quita marcha _____	135
2.3.6.	Marcha atrás _____	136
2.4.	Lubricantes _____	140
2.5.	Diseño mecánico y eléctrico _____	141
2.5.1.	Estructura _____	142
2.5.2.	Selección de bandas y poleas _____	143
2.5.3.	Selección del motor eléctrico _____	145
2.5.4.	Planos _____	146
2.6.	Guías de práctica _____	146

III DIFERENCIAL

3.1.	Visualización de las partes internas _____	147
3.2.	Funcionamiento _____	147
3.2.1.	Engranaje final _____	147
3.2.2.	Engranaje diferencial _____	148
3.2.3.	Árboles de transmisión _____	149
3.2.4.	Juntas de árbol de transmisión _____	150
3.2.5.	Árboles con juntas universales elásticas _____	150
3.2.6.	Semiejes de transmisión _____	151
3.3.	Partes _____	154
3.4.	Lubricantes _____	156
3.4.1.	Clasificación API para aceites de diferencial _____	156
3.5.	Estructura _____	157
3.5.1.	Planos _____	157
3.6.	Guías de práctica _____	157

IV SISTEMA DE FRENO

4.1.	Introducción	158
4.2.	Marco teórico	158
4.2.1.	Principio de funcionamiento	158
4.2.1.1.	Fuerzas y momentos en el frenado	159
4.2.2.	Partes	163
4.2.3.	Tipos de sistemas de freno	169
4.2.3.1.	Frenos de disco	169
4.2.3.1.1.	Tipos de freno de disco	169
4.2.3.2.	Frenos de tambor	176
4.2.3.2.1.	Tipos de freno tambor	177
4.2.4.	Funcionamiento	179
4.2.4.1.	Sistema Bendix	179
4.2.4.2.	Sistema Lucas Girling	180
4.2.4.3.	Sistema Teves	181
4.2.4.4.	Freno de estacionamiento	182
4.2.5.	Materiales	183
4.2.6.	Fallas	190
4.2.6.1.	Fallas en frenos de disco	190
4.2.6.2.	Fallas en frenos de tambor	198
4.3.	Mantenimiento	202
4.4.	Estructura	207
4.4.1.	Planos	209
4.5.	Guías de práctica	209

V SISTEMAS DE SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN

5.1.	Partes y funcionamiento – Sistema de suspensión	210
5.2.	Tipos de suspensión	211
5.3.	Partes y funcionamiento – Sistema de dirección	220
5.4.	Estructura	226
5.4.1.	Planos	226
5.5.	Guías de práctica	226

VI SISTEMA DE LUCES DEL AUTOMÓVIL

6.1.	Introducción	227
6.2.	Marco teórico	227
6.2.1.	Uso de relés	227
6.2.2.	Lámparas utilizadas en el automóvil	230
6.2.3.	Faros delanteros	234
6.2.3.1.	Requisitos de los faros delanteros	234
6.2.3.2.	Breve reseña histórica	235
6.2.3.3.	Tecnología de los reflectores	237
6.2.3.4.	Reflectores del vehículo	237
6.2.3.5.	Lámparas halógenas	240
6.2.3.6.	Lámparas de xenón	243
6.2.3.7.	Faros con lámparas de gas bi-xenón	247
6.2.3.8.	Luces guías y de matrícula	250
6.2.3.9.	Luz de salón	251
6.2.4.	Reglaje de los faros delanteros	252
6.2.4.1.	Reglaje manual	253
6.2.4.2.	Reglaje de luces con regloscopio	254
6.3.	Estructura	255
6.3.1.	Planos	258
6.4.	Guías de práctica	258

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	259
Recomendaciones	260
Bibliografía	261
ANEXO 1	262
ANEXO 2	264

ÍNDICE DE FIGURAS

I CAPÍTULO

Figura 1.1 Esquema del MC	2
Figura 1.2 Tiempo de Admisión	2
Figura 1.5 Tiempo de Escape	3
Figura 1.4 Tiempo de Explosión	4
Figura 1.3 Tiempo de Compresión	4
Figura 1.6 Partes del Pistón	5
Figura 1.7 Pistón - Falla 1	7
Figura 1.8 Pistón - Falla 2	7
Figura 1.9 Pistón - Falla 3	7
Figura 1.10 Pistón - Falla 4	8
Figura 1.11 Pistón - Falla 5	8
Figura 1.12 Pistón - Falla 6	8
Figura 1.13 Pistón - Falla 7	8
Figura 1.14 Pistón - Falla 8	9
Figura 1.15 Pistón - Falla 9	9
Figura 1.16 Pistón - Falla 10	9
Figura 1.17 Pistón - Falla 11	10
Figura 1.18 Pistón - Falla 12	10
Figura 1.19 Partes del Cigüeñal	12
Figura 1.20 Cojinetes Lisos	15
Figura 1.21 Bloqueo Mediante Expansión	15
Figura 1.22 Ajuste Perfecto	16
Figura 1.23 Medios Cojinetes de Empuje	16
Figura 1.24 Arandelas De Empuje Axial	17
Figura 1.25 Partes de Un Cojinete	17
Figura 1.26 Cojinete – Falla 1	18
Figura 1.27 Cojinete – Falla 2	18
Figura 1.28 Cojinete – Falla 3	19
Figura 1.29 Cojinete – Falla 4	19

Figura 1.30 Cojinete – Falla 5	19
Figura 1.31 Cojinete – Falla 6	19
Figura 1.32 Cojinete – Falla 7	20
Figura 1.33 Cojinete – Falla 8	20
Figura 1.34 Tipos de Bielas	21
Figura 1.35 Tipos de Bielas	22
Figura 1.36 Partes de La Biela	22
Figura 1.37 Biela - Falla 1	24
Figura 1.38 Biela - Falla 2	24
Figura 1.39 Válvulas Mono metálicas	26
Figura 1.40 Válvulas Bimetálicas	26
Figura 1.41 Válvulas de titanio	27
Figura 1.42 Cantidad de las válvulas	27
Figura 1.43 Posicionadores de Válvulas	28
Figura 1.44 Flotación de Válvulas	28
Figura 1.45 Flotación de Válvulas	28
Figura 1.46 Disposición de Válvulas	29
Figura 1.47 Partes de una Válvula	29
Figura 1.48 Válvula – Falla 1	32
Figura 1.49 Válvula – Falla 2	32
Figura 1.50 Válvula – Falla 3	33
Figura 1.51 Válvula – Falla 4	33
Figura 1.52 Partes de La Culata	36
Figura 1.53 Eje de Levas	37
Figura 1.54 Distribución	38
Figura 1.55 Guías de Válvulas	38
Figura 1.56 Sellos de Válvulas	39
Figura 1.57 Culata - Falla1	42
Figura 1.58 Culata - Falla 2	42
Figura 1.59 Culata - Falla 3	43
Figura 1.60. Culata - Falla 4	43
Figura 1.61 Tipos de Bloques de Cilindros	45

Figura 1.62 Partes de Un Bloque	46
Figura 1.63 Tipos de Camisas	46
Figura 1.64 Bloque – Falla 1	48
Figura 1.65 Bloque – Falla 2	48
Figura 1.66 Bloque – Falla 3	48
Figura 1.67 Tipos De Radiadores	50
Figura 1.68 Partes del Radiador	51
Figura 1.69 Tanque de Reserva	52
Figura 1.70 Tipos de Correas	56
Figura 1.71 Partes del Ventilador	56
Figura 1.72 Termostato	58
Figura 1.73 Partes de un Termostato	58
Figura 1.74 Termostato – Falla 1	59
Figura 1.75 Termostato – Falla 2	60
Figura 1.76 Tipos De Filtros	61
Figura 1.77 Partes de un Filtro de Combustible	62
Figura 1.78 Fibras de celulosa	63
Figura 1.79 Papel Filtrante	63
Figura 1.80 Papel Plegado	63
Figura 1.81 Bomba Mecánica	66
Figura 1.82 Bomba Eléctrica	66
Figura 1.83 Esquema de Una Bomba Eléctrica	66
Figura 1.84 Bomba – Falla 1	68
Figura 1.85 Bomba – Falla 2	68
Figura 1.86 Tipos de Inyección	71
Figura 1.87 Inyección Monopunto	71
Figura 1.88 Inyección Multipunto	72
Figura 1.89 Tipos de Inyección	73
Figura 1.90 Inyección D- Jetronic	74
Figura 1.91 Inyección Electrónica L-Jetronic	75
Figura 1.92 Inyección Mecánica K-Jetronic	76
Figura 1.93 Inyección Electrónica Motronic	77

Figura 1.94 Inyección Electrónica LH-Jetronic _____	77
Figura 1.95 Inyección Mecánica-electrónica KE-Jetronic _____	79
Figura 1.96 Actuador electrohidráulico o regulador de presión _____	79
Figura 1.97 Regulador de presión del circuito de alimentación _____	80
Figura 1.98 Sensor de posición de mariposa _____	80
Figura 1.99 Regulación Lambda _____	81
Figura 1.100 Unidad de control _____	82
Figura 1.101. Medidor del caudal de aire _____	82
Figura 1.102. Inyección Monopunto _____	83
Figura 1.103 Esquema del Sistema TBI _____	84
Figura 1.103 Esquema del Sistema TBI _____	84
Figura 1.104 Sensores de Temperatura _____	85
Figura 1.105 Sensores de Temperatura _____	85
Figura 1.106 Sensores de Presión Absoluta _____	86
Figura 1.107 Sensores de Oxígeno _____	86
Figura 1.108 Sensores de flujo de masa de aire _____	87
Figura 1.109 Sensor de Posición del Cigüeñal _____	88
Figura 1.110 Sensor de Posición del Árbol de Levas _____	88
Figura 1.111 Sensor De Posición De La Mariposa De Aceleración _____	89
Figura 1.112 Sensor del pedal del acelerador _____	89
Figura 1.113 Sensor De Detonación _____	90
Figura 1.114 Inyección Indirecta _____	95
Figura 1.115 Inyección Directa _____	95
Figura 1.116 Circuito de Presiones _____	96
Figura 1.117 Partes de Una Bomba Lineal _____	97
Figura 1.118 Accionamiento de los Elementos _____	97
Figura 1.119 Elemento o Pistón _____	98
Figura 1.120 Eje De Levas _____	98
Figura 1.121 Bomba de Transferencia _____	98
Figura 1.122 Componentes Electrónicos de una bomba Rotativa _____	99
Figura 1.123 Partes de una Bomba Rotativa _____	100
Figura 1.124 Inyectores de orificios _____	101

Figura 1.125	Inyectores de tetón _____	101
Figura 1.126	Partes del Inyector _____	102
Figura 1.127	Limpieza del Inyector _____	103
Figura 1.128	Comprobación de la Tobera _____	104
Figura 1.129	Prueba de Pulverización _____	105
Figura 1.130	Diagrama Viscosidad- Temperatura _____	109
Figura 1.131	Tipos de Aceites _____	110
Figura 1.132	Marca Toroidal _____	110
Figura 1.133	Simulador Didáctico MCI _____	111
Figura 1.134	Esquema de Bandas y Poleas del Motor _____	113

II CAPÍTULO

Figura 2.1	Caja de Velocidades	119
Figura 2.2	Cálculo de Velocidades _____	121
Figura 2.3	Transmisión de par y velocidad _____	122
Figura 2.4	Caja de cambios de propulsión trasera _____	126
Figura 2.5	Caja de cambios propulsión delantera _____	127
Figura 2.6	Caja de cambios de tres ejes _____	128
Figura 2.7	Despiece de caja de cambios de dientes helicoidales _____	131
Figura 2.8	Funcionamiento de caja de cambios _____	132
Figura 2.9	Funcionamiento en primera velocidad _____	133
Figura 2.101	Funcionamiento en segunda velocidad _____	133
Figura 2.11	Funcionamiento en tercera velocidad _____	134
Figura 2.12	Funcionamiento en cuarta velocidad _____	135
Figura 2.13	Funcionamiento en quinta velocidad _____	135
Figura 2.14	Funcionamiento en marcha atrás _____	136
Figura 2.15	Despiece del sincronizador _____	138
Figura 2.16	Sincronizador fiador de bola _____	139
Figura 2.17	Simulador didáctico de caja de cambios _____	141
Figura 2.18	Vista de corte de caja de cambios didactica _____	142
Figura 2.19	Esquema de bandas y poleas de la caja de cambios _____	143

III CAPÍTULO

Figura 3.1 Engranaje Diferencial _____	148
Figura 3.2 Árboles de Transmisión _____	149
Figura 3.3 Juntas de Árboles De Transmisión _____	150
Figura 3.4 Juntas Universales _____	151
Figura 3.5 Semieje _____	151
Figura 3.6 Eje Semiflotante _____	152
Figura 3.7 Eje tres Cuartos Flotante _____	152
Figura 3.8 Eje Flotante _____	153
Figura 3.9 Partes Diferencial _____	154
Figura 3.10 Simulador Didáctico Diferencial _____	157

IV CAPÍTULO

Figura 4.1 Fuerzas en el proceso de frenado _____	159
Figura 4.2 Fuerzas de fricción _____	161
Figura 4.3 Elementos del sistema de frenado _____	162
Figura 4.4 Bomba tipo tándem _____	164
Figura 4.5 Corrector de frenada _____	165
Figura 4.6 Pinza de freno _____	165
Figura 4.7 Tambor de freno _____	166
Figura 4.8 Zapatas de freno _____	166
Figura 4.9 Tubería de freno _____	168
Figura 4.10 Frenos de disco _____	169
Figura 4.11 Pinzas de pistón opuesto _____	170
Figura 4.12 Pinzas deslizante _____	172
Figura 4.13 Pastillas de freno _____	172
Figura 4.14 Subcapa de pastillas _____	173
Figura 4.15 Soporte de pastillas de freno _____	173
Figura 4.16 Anti-ruídos _____	174
Figura 4.17 Anti-ruídos _____	175
Figura 4.18 Conjunto pinza – pastilla _____	175

Figura 4.19 Freno de tambor _____	177
Figura 4.20 Sistema de freno Simplex _____	177
Figura 4.21 Sistema de freno Dúplex _____	178
Figura 4.22 Sistema de freno twinplex _____	178
Figura 4.23 Sistema de freno duo – servo _____	179
Figura 4.24 Sistema Bendix _____	180
Figura 4.25 Sistema Lucas Girling _____	181
Figura 4.26 Sistema Teves _____	182
Figura 4.27 Sistema de freno de estacionamiento _____	183
Figura 4.28 Disco de freno _____	183
Figura 4.29 Fibra de pastillas de freno _____	186
Figura 4.30 Disco – Falla 1 _____	190
Figura 4.31 Disco – Falla 2 _____	191
Figura 4.32 Disco – Falla 3 _____	192
Figura 4.33 Disco – Falla 4 _____	193
Figura 4.34 Disco – Falla 5 _____	194
Figura 4.35 Disco – Falla 6 _____	195
Figura 4.36 Disco – Falla 7 _____	196
Figura 4.37 Disco – Falla 8 _____	197
Figura 4.38 Disco – Falla 9 _____	197
Figura4.39 Tambor – Falla 1 _____	198
Figura4.40 Tambor – Falla 2 _____	199
Figura 4.41 Tambor – Falla 3 _____	200
Figura4.42 Tambor – Falla 4 _____	201
Figura 4.43 Mantenimiento de freno _____	202
Figura 4.44 Simulador didáctico de freno _____	208

V CAPÍTULO

Figura 5.1 Sistema de Suspensión _____	210
Figura 5.2 Suspensión Independiente _____	211
Figura 5.3 Suspensión De Ballestas _____	212
Figura 5.4 Silentblock _____	213

Figura 5.5 Tipos de Muelles Helicoidales	214
Figura 5.6 Barra de Torsión	215
Figura 5.7 Barra de Torsión Longitudinal	215
Figura 5.8 Barra de Torsión Transversal	215
Figura 5.9 Amortiguador Telescópico	216
Figura 5.10 Amortiguador De Doble Efecto	217
Figura 5.11 Amortiguador De Gas	218
Figura 5.12 Barra estabilizadora	219
Figura 5.13 Barra de tirante	219
Figura 5.14 Esquema del sistema de Dirección	220
Figura 5.15 Seguridad de la Dirección	221
Figura 5.16 Cotas de la dirección	222
Figura 5.17 Esquema – Camber	222
Figura 5.18 Esquema – Cáster	223
Figura 5.19 Esquema – Convergencia y Divergencia	223
Figura 5.20 Partes del Sistema de Dirección de Cremallera	224
Figura 5.21 Mecanismo de Dirección por Cremallera	225
Figura 5.22 Despiece del Sistema de Dirección por Cremallera	225
Figura 5.23 Simulador Didáctico – Dirección	226

VI CAPÍTULO

Figura 6.1 Relé	227
Figura 6.2 Partes del relé	228
Figura 6.3 Composición del relé	228
Figura 6.4 Terminales del Relé	230
Figura 6.5 Partes de la lámpara automotriz	231
Figura 6.6 Lámparas del alumbrado automotriz	232
Figura 6.7 Tipos de luces del vehículo	234
Figura 6.8 Faros delanteros	235
Figura 6.9 Bombilla H1	235
Figura 6.10 Bombilla H3	236
Figura 6.11 Bombilla H4	236

Figura 6.12	Proyección de rayos de luz _____	<u>238</u>
Figura 6.13	Desviación / dispersión de haz luminoso _____	<u>239</u>
Figura 6.14	Lámpara de cruce / carretera _____	<u>240</u>
Figura 6.15	Luz de cruce _____	<u>240</u>
Figura 6.16	Lampara halogena de doble filamento _____	<u>241</u>
Figura 6.17	Tipos de lámparas halogenas _____	<u>242</u>
Figura 6.18	Lámpara de Xenón _____	<u>244</u>
Figura 6.19	Funcionamiento de lamparas de Xenón _____	<u>245</u>
Figura 6.20	Haz de luz de luces Xenón _____	<u>245</u>
Figura 6.21	Ubicación aspecto de luces de Xenón _____	<u>246</u>
Figura 6.22	Elementos de luces Bi-Xenón _____	<u>247</u>
Figura 6.23	Obturador de luces Bi-Xenón _____	<u>248</u>
Figura 6.24	Funcionamiento / Regulación de luces Bi-Xenón _____	<u>248</u>
Figura 6.25	Comparación de luces halógenas y Xenón _____	<u>250</u>
Figura 6.26	Luces halógenas Vs. luces de Xenón _____	<u>250</u>
Figura 6.27	Conexión de luces guias y matrícula _____	<u>251</u>
Figura 6.28	Conexión luz de salón _____	<u>252</u>
Figura 6.29	Reglaje de faros _____	<u>252</u>
Figura 6.30	Posición de reglaje de faros _____	<u>253</u>
Figura 6.31	Esquema de reglaje manual de faros _____	<u>254</u>
Figura 6.32	Forma del haz de luz _____	<u>254</u>
Figura 6.33	Regloscopio _____	<u>255</u>
Figura 6.34	Simulador didáctico de luces automotrices _____	<u>256</u>

ÍNDICE DE TABLAS

I CAPÍTULO

Tabla 1.1 Composición Química de Aleación Base _____	6
Tabla 1.2 Designación de aceites _____	108

II CAPÍTULO

Tabla 2.1. Relaciones de velocidad de caja _____	124
Tabla 2.2 Clasificación API para transmisiones automotrices _____	140

III CAPÍTULO

Tabla 3.1 Clasificación de aceites _____	156
--	-----

IV CAPÍTULO

Tabla 4.1 Fuerzas aerodinámicas y de rodadura en el frenado _____	160
Tabla 4.2 Coeficientes de fricción del acero _____	162
Tabla 4.3 Comparación servo / sin servo _____	163
Tabla 4.4 Esfuerzo pedal / servo _____	164
Tabla 4.5 Propiedades de materiales de discos de freno _____	184
Tabla 4.6 Composición básica de los disco de freno _____	184
Tabla 4.7 Composición de pastillas de freno _____	187

VI CAPÍTULO

Tabla 6. 1 Tipos de faros delanteros _____	236
--	-----

CAPÍTULO I

MOTOR

1.1. MARCO TEÓRICO

El motor de combustión interna ha conservado hasta la fecha sus características fundamentales, si bien ha sufrido en los últimos años modificaciones y refinamientos que lo han convertido en una máquina altamente sofisticada que incorpora los más avanzados sistemas de control electrónico, la mayoría de los cuales tiene por objeto el máximo aprovechamiento del combustible y la reducción consecuente de las emisiones contaminantes.

FUNCIONAMIENTO

CICLO OTTO O DE 4 TIEMPOS

El ciclo de un motor de combustión interna puede definirse como la serie completa de acontecimientos que ocurren antes de que vuelvan a repetirse.¹

El motor con ciclo de 4 tiempos necesita 4 movimientos de cada pistón, dos hacia arriba y dos hacia abajo (dos revoluciones completas del cigüeñal), para completar dicho ciclo los tiempos, en el orden en que se reproducen se llaman:

- Admisión, Compresión, Explosión o carrera de fuerza, Escape o descarga.

¹ www.CochesMiticos.com

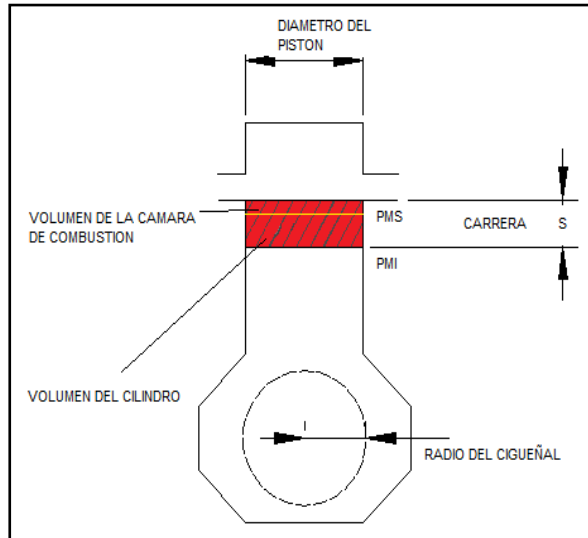


Fig. 1.1. Esquema del MCI

PRIMER TIEMPO: ADMISIÓN

La primera etapa del ciclo Otto, la de admisión, empieza cuando el pistón está colocado en la parte superior del cilindro. Con la válvula de escape cerrada y la admisión abierta, el pistón se mueve hacia abajo provocando la admisión al producirse un vacío parcial en el interior del cilindro. La presión atmosférica, por ser mayor que la que existe en el interior del cilindro, hace que entre aire.

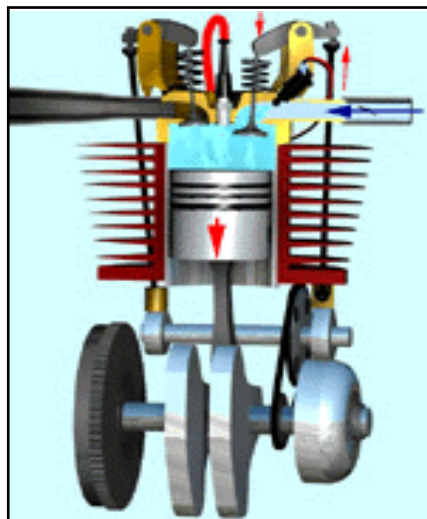


Fig. 1.2. Tiempo de Admisión

SEGUNDO TIEMPO: COMPRESIÓN

Ambas válvulas están cerradas y la mezcla de combustible queda en el cilindro que ahora está cerrada. El pistón al moverse hacia arriba dentro del cilindro comprime la mezcla combustible al terminar esta etapa el pistón ha completado dos movimientos, uno hacia abajo y el otro hacia arriba y el cigüeñal un círculo completo o sea 360° (Fig. 1.3).

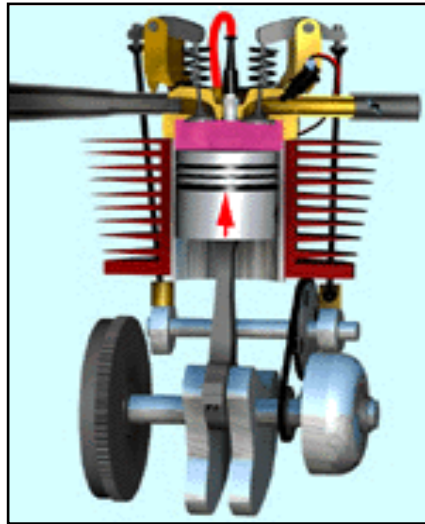


Fig. 1.3. Tiempo de Compresión

TERCER TIEMPO: EXPLOSIÓN O CARRERA DE FUERZA

Cuando el pistón ha llegado al punto muerto superior (PMS) la mezcla combustible que entró al cilindro durante la admisión ha quedado comprimida. En este momento del ciclo dicha carga combustible se inflama por medio de una chispa producida por la bujía y se realiza la combustión. Debido al calor generado por la combustión, (aproximadamente de 4000 a 4500 °C). Se expanden los gases y se produce una alta presión en el interior del cilindro. Esta presión actúa en forma de “de empuje” contra la cabeza del pistón, obligando a bajar, como se ve, lo que constituye la transmisión de la energía al cigüeñal en forma de fuerza de torsión o rotatoria (Fig. 1.4).

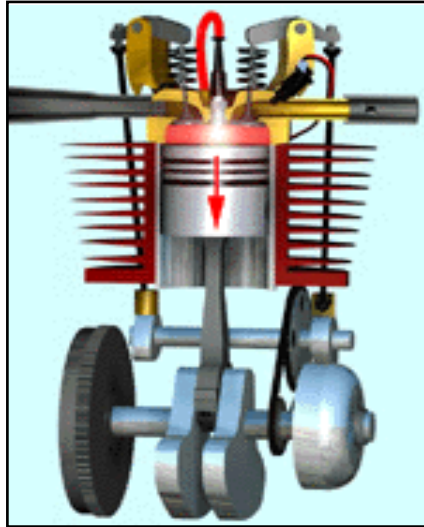


Fig. 1.4. Tiempo de Explosión

CUARTO TIEMPO: ESCAPE O DESCARGA

Cuando el pistón se acerca al punto muerto inferior (PMI) la posición que corresponde al fin de la energía, la válvula de escape, se abre disminuyendo la presión en el interior del cilindro. Esta válvula permanece abierta mientras el pistón se mueve hacia arriba, hasta que llega al punto muerto superior (PMS). Cuando el pistón alcanza la posición más alta se cierra la válvula de escape (Fig. 1.5).

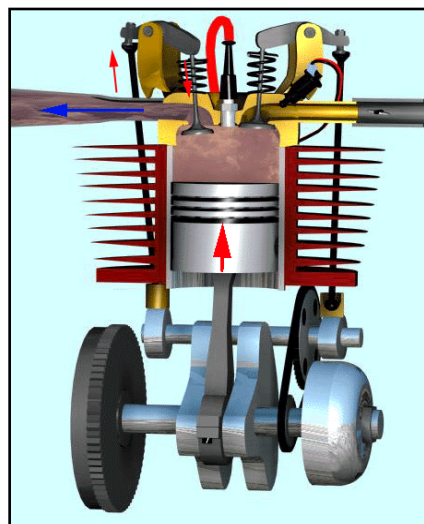


Fig. 1.5. Tiempo de Escape

1.2. VISUALIZACIÓN DE PARTES INTERNAS.

1.3 PARTES INTERNAS

1.3.1. PISTÓN

“En sentido general, el pistón o émbolo es el órgano que, en el mecanismo cinemática que transforma un movimiento rectilíneo en uno giratorio.”²

1.3.1.1. Funcionamiento

Tiene la función de deslizarse alternativamente dentro de su guía (cilindro). El mecanismo, denominado de biela-manivela, está compuesto por pistón, biela y manivela, y encuentra su aplicación natural tanto en máquinas motrices (motores de combustión interna), como en máquinas operadoras o de trabajo (compresores, bombas).

La superficie lateral de un pistón no es perfectamente cilíndrica, la parte más ancha se encuentra cerca del fondo o parte inferior del pistón y es allí donde se mide el diámetro del mismo.

1.3.1.2. Partes



Fig. 1.6. Partes del Pistón

² MSI Motor Service International, Manual de pistones KS

1.3.1.3. Materiales

Aleación de aluminio AS12UNG.

Composición química de la aleación base.					
Si	Cu	Mg	Ni	Fe	Mn
12.05	1.24	0.98	1.05	0.36	0.04
Zn	Ti	Pb	Sn	Ca	Al
0.009	0.008	0.002	0.001	0.002	Base

Tabla 1.1. Composición Química de Aleación Base

Pistones de aluminio fundido (Sufijos P, NP)

Uno de los procesos más antiguos y aún vigente, es el de la fundición de lingotes de aluminio en grandes Crisoles (donde se calientan los metales hasta que se funden o pasan de sólido a líquido) que luego se vacían en moldes enfriados por agua bajo sistemas especiales.

Pistones Hipereutecticos (Prefijo H)

Estos pistones son fabricados con modernos sistemas de la más alta tecnología metalúrgica en la cual se emplean nuevas formulaciones que permiten agregar una mayor cantidad de silicio, lográndose una expansión molecular uniforme de los elementos utilizados en su composición. Esta técnica de manufactura proporciona a éstos pistones características especiales, tales como soportar mayor fuerza, resistencia y control de la dilatación a temperaturas altas, disminuyendo el riesgo de que el pistón se pegue o agarre en el cilindro, la vida útil es mayor.

Aleación hipereutética aluminio – silicio, con unos contenidos de magnesio, cobre y níquel en torno al 1%, perteneciente a la calidad AFNOR AS18UNG. Estas aleaciones hipereutéticas son sobradamente conocidas por su elevada resistencia al desgaste, por la

gran dureza que le confieren las partículas de silicio primario, por lo que se han venido utilizando en la fabricación de pistones.

1.3.1.4. Fallas

GRIPADO EN EL VÁSTAGO DEL PISTÓN

Gripado por falta de juego en la falda del pistón (Fig. 1.7).

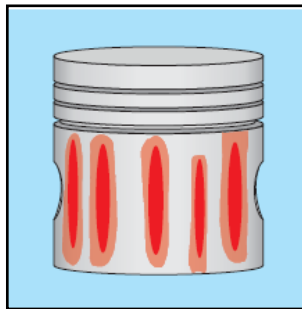


Fig. 1.7. Pistón - Falla 1

Gripado por falta de juego al lado del agujero del bulón (45°) (Fig. 1.8).

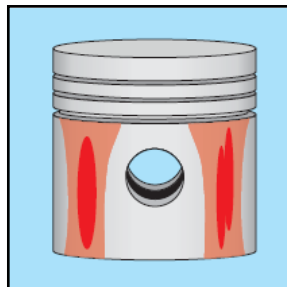


Fig. 1.8. Pistón - Falla 2

Gripado unilateral en falda de pistón sin puntos de contrapresión (Fig. 1.9).

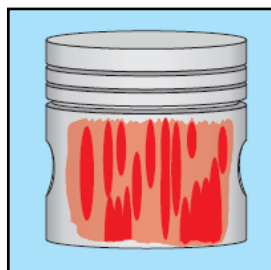


Fig. 1.9. Pistón - Falla 3

Gripado por recalentamiento en la falda del pistón Fig. (1.10).

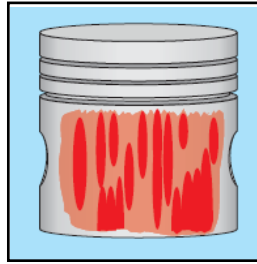


Fig. 1.10. Pistón - Falla 4

Gripado por falta de lubricación en la falda del pistón Fig. (1.11)

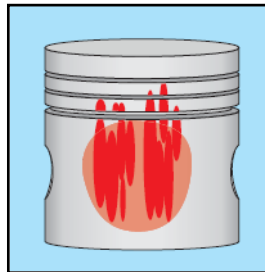


Fig. 1.11. Pistón - Falla 5

Gripado por falta de juego en la parte inferior de la falda del pistón (Fig. 1.12)

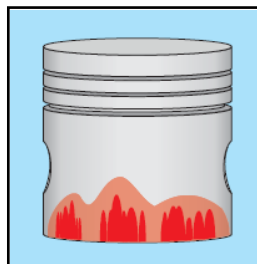


Fig. 1.12. Pistón - Falla 6

Desgaste por falta de lubricación por exceso de carburante Fig. (1.13).

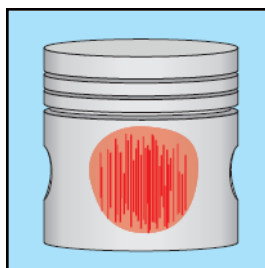


Fig. 1.13. Pistón - Falla 7

Consumo excesivo de aceite por desbordamiento de carburante –
Desgaste de pistones, segmentos y cilindros (Fig. 1.14).

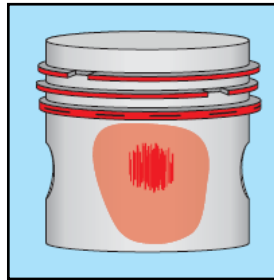


Fig. 1.14. Pistón - Falla 8

GRIPADO EN LA CABEZA DEL PISTÓN

Gripado por recalentamiento en la cabeza del pistón (Fig. 1.15).

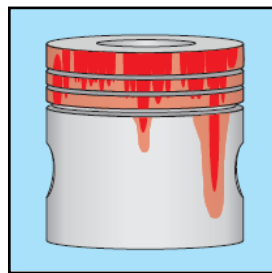


Fig. 1.15. Pistón - Falla 9

Gripado por falta de lubricación causado por segmentos de pistones
candentes (Fig. 1.16).

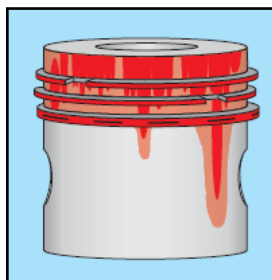


Fig. 1.16. Pistón - Falla 10

DAÑOS EN LA CABEZA DEL PISTÓN

Fundiciones de la cabeza del pistón y de la falda del pistón Fig. (1.17).

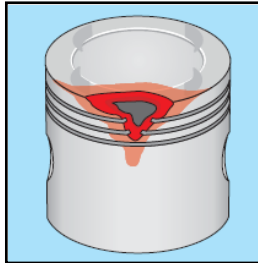


Fig. 1.17. Pistón - Falla 11

Agujero en la cabeza del pistón (motores de gasolina) (Fig. 1.18).

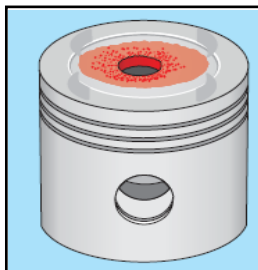


Fig. 1.18. Pistón - Falla 12

1.3.1.5. Mantenimiento

- Sistema de lubricación en buen estado es decir funcionando con las presiones correctas, evitar que las impurezas entren en el motor.
- Se recomienda cambiar el aceite del motor cada 3000 km.
- Utilizar el lubricante estipulado por el fabricante.
- Bomba de aceite en buen estado.
- Armado correcto del pistón y sus partes.

- Sistema de refrigeración en buen estado para así evitar sobrecalentamiento en el motor.
- Evitar trabajar en ambientes contaminados, polvo, tierra, etc.
- Utilizar pistones recomendados por el fabricante.
- Sistema de alimentación en buen estado para evitar que el pistón tenga fisuras.

1.3.2. CIGÜEÑAL

1.3.2.1 Funcionamiento

“Un cigüeñal es un eje con codos y contrapesos presente en ciertas máquinas que, aplicando el principio del mecanismo de biela - manivela, transforma el movimiento rectilíneo alternativo en rotatorio y viceversa.”³

La utilidad práctica del cigüeñal viene de la posibilidad de convertir un movimiento rotativo continuo en uno lineal alternativo, o viceversa. Para ello se ayuda de bielas (sistema biela-manivela sobre un cigüeñal).

1.3.2.2. Partes

En el cigüeñal se distinguen tres partes básicas: eje, muñequilla, cuello y brazo. (Fig. 1.19).

El eje sirve de guía en el giro. Por él llega o se extrae el movimiento giratorio.

El cuello está alineado con el eje y permite guiar el giro al unirlo a soportes adecuados.

³ www.mecanicavirtual.com,

La muñequilla sirve de asiento a las cabezas de las bielas.

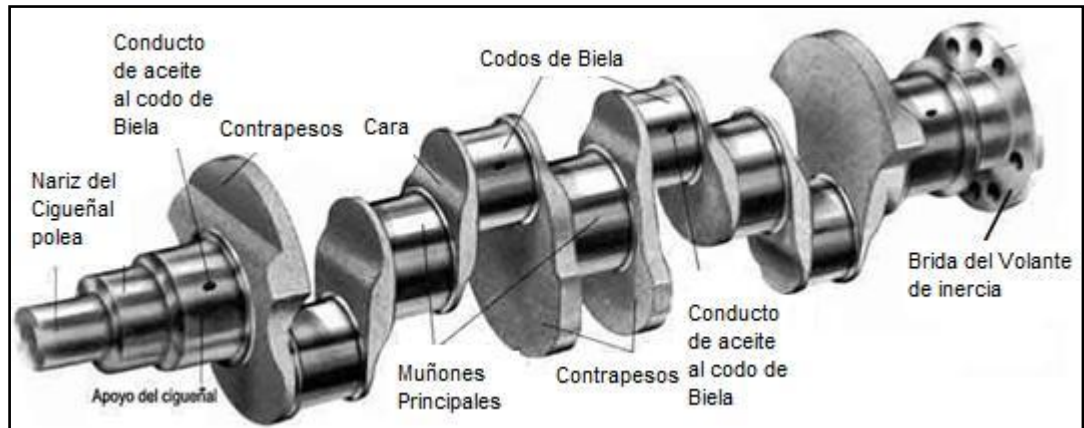


Fig. 1.19. Partes del Cigüeñal

1.3.2.3. Materiales

34 Cr Mo4:

- Acero bonificado.
- $34/100 = 0,34\%$ de Carbono.
- $4/4 = 1\%$ Cromo.
- $0,2\%$ de Molibdeno.
- $98,46\%$ Fe.
- Resistencia a la tracción de 875 N/mm^2 .
- Alargamiento de 14% .

34 Cr Al Mo5:

- Acero nitrurado.
- $34/100 = 0,34\%$ de Carbono.
- $5/4 = 1,25\%$ Cromo.
- 1% de Aluminio.

- 0,2% de Molibdeno.
- 97,21% Fe.
- Resistencia a la tracción de 900 N/mm².
- Alargamiento de 12%.

GG-40:

- GG: Hierro fundido con grafito laminar (Fundición gris).
- Resistencia a la tracción de 400 N/mm².
- 2,8% de Carbono.
- 1,4% de Silicio.

1.3.2.4. Fallas

CIGÜEÑAL TORCIDO

- Sobrecargas excesivas en el cilindro.
- Flojeada en ajuste del pistón.
- Enfriamiento deficiente en las camisas.
- Roturas en la cabeza de válvulas.
- Pre-encendido.

1.3.2.5. Mantenimiento

El cigüeñal y los metales de cualquier motor se desgastan con el tiempo. Reemplace los metales antes de que se desgasten para evitar que se dañe el cigüeñal.

Se recomienda cambiar el aceite del motor cada 3000 km.

Utilizar el lubricante estipulado por el fabricante.

Cuando reemplace los metales de biela y de bancada inspeccione y busque desgaste en el cigüeñal.

El aceite del motor es su sangre. Si es muy grueso, no circula. Si es muy delgado, no puede proteger. Si está muy sucio, actúa como lija. Si es muy viejo, permite la formación de ácidos que corroen las superficies.

1.3.3. COJINETES

1.3.3.1. Funcionamiento

“Además de su función específica de alojamiento de piezas móviles, los cojinetes de fricción del motor tienen una función aún más importante: la recepción y la inclusión de partículas de desgaste.”⁴

Este desgaste se produce durante el funcionamiento normal del motor y forma partículas que son tan pequeñas que no se pueden separar a través del filtro de aceite, pero lo suficientemente grandes como para acelerar aún más el desgaste si no quedan fijadas en el material. Esta función clave para el mantenimiento de la concentricidad y la reducción del desgaste del motor requiere una construcción especial.

Cojinetes Lisos

Los cojinetes lisos se utilizan tanto para cojinetes de biela como para cojinetes principales. Se trata, en la mayoría de los casos de medios cojinetes finos bi- o tri-metálicos (Fig 1.20).

⁴ www.mecanicavirtual.com, www.wikipedia.com,

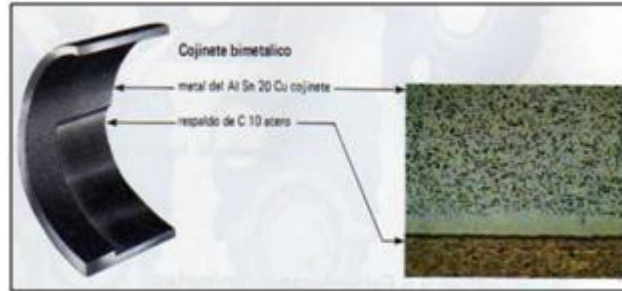


Fig. 1.20. Cojinetes Lisos

Bloqueo Mediante Expansión

El medio cojinete, medido entre los planos de separación, es más grande que el diámetro del elemento de alojamiento. Con ello se consigue un buen ajuste contra la pared de éste último y se impide que el medio cojinete pueda salirse de su emplazamiento o torcerse. (Fig. 1.21)

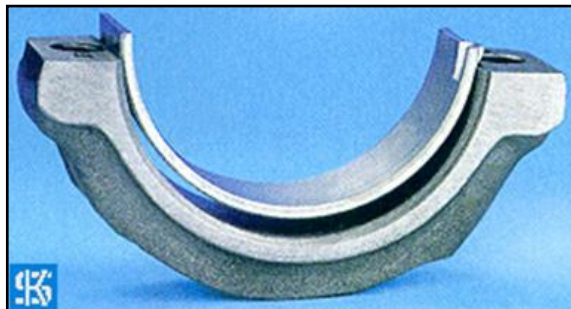


Fig. 1.21. Bloqueo Mediante Expansión

Ajuste Perfecto

La longitud de la circunferencia de los medios cojinetes es superior a la del elemento de alojamiento.

En el montaje, su diámetro se reduce por deformación elástica, y la tensión resultante provoca la presión de apriete necesaria para asegurar el correcto asiento del cojinete (Fig. 1.22).

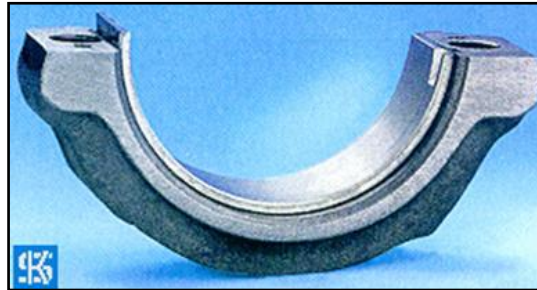


Fig. 1.22. Ajuste Perfecto

Medios Cojinetes De Empuje

Los medios cojinetes de empuje (también llamados medios cojinetes de collar) aseguran el guiado axial del cigüeñal.

Los collares de éste tipo de cojinete, no se deben remecanizar, se suministran listos para el montaje. Toda excepción a ésta regla se especificará claramente por el fabricante.

Según el tipo de construcción del motor, se instalan uno o dos medios cojinetes de empuje (Fig. 1.23).

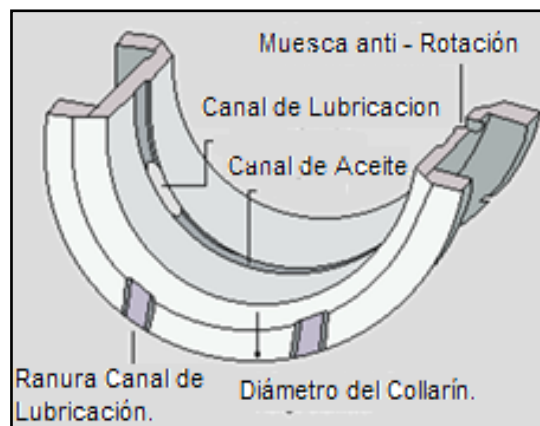


FIG. 1.23. Medios Cojinetes de Empuje

Arandelas De Empuje Axial

Las arandelas de empuje axial en combinación con medios cojinetes lisos, permiten sustituir a los medios cojinetes de empuje. En tal caso, las arandelas de empuje tienen la función del guiado axial del cigüeñal (Fig. 1.24).

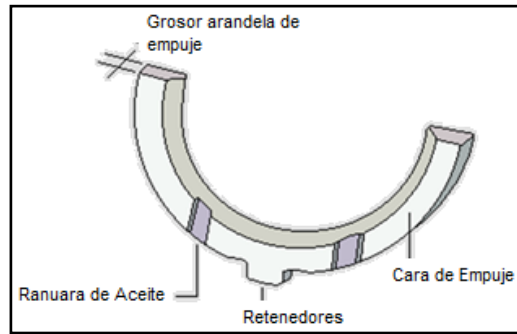


Fig.1.24. Arandelas De Empuje Axial

1.3.3.2. Partes (Fig. 1.25)

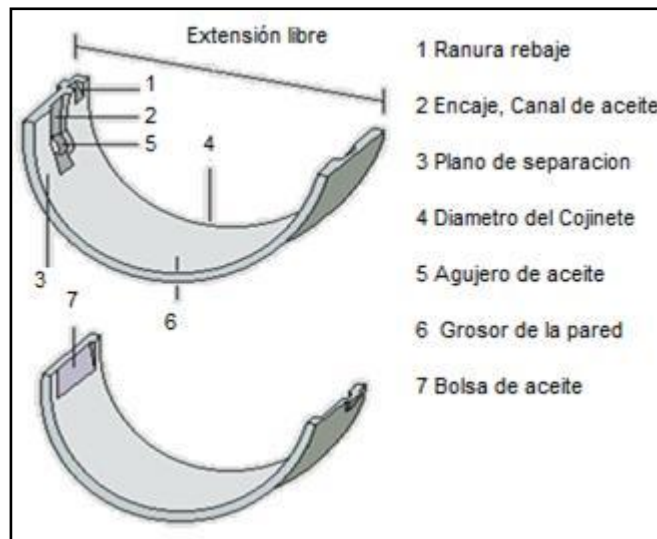


Fig. 1.25 Partes de Un Cojinete

1.3.3.3. Materiales

Los cojinetes están fabricados con los siguientes materiales en su mayoría:

Cojinetes de Bielas y Cojinetes de Cigüeñal

Cojinetes de tres capas: Acero, Bronce, Metal Antifricción.

Cojinetes de dos capas: Acero-Bronce o Acero-Metal Antifricción.

Cojinetes de un material: **G-Cu Pb5 Sn:**

- Aleaciones de cobre para fundición con Sn, Zn, Pb, Al.
- 85% de Cu.
- 5% de Pb.
- 10% de Sn,
- Resistencia a la tracción de 300 N/mm².
- Alargamiento de 12%.

1.3.3.4. Fallas.-

Suciedad en el circuito de lubricación (Fig. 1.26)

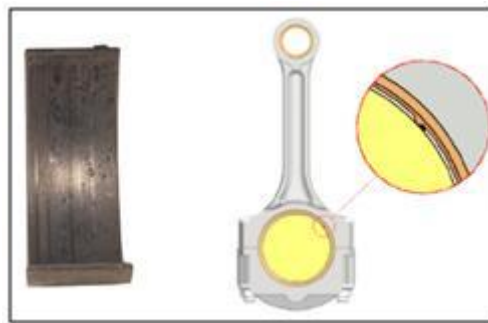


Fig. 1.26. Cojinete – Falla 1

Suciedad en el respaldo del cojinete (Fig. 1.27)



Fig. 1.27. Cojinete – Falla 2

Desgaste adhesivo (Fig. 1.28)

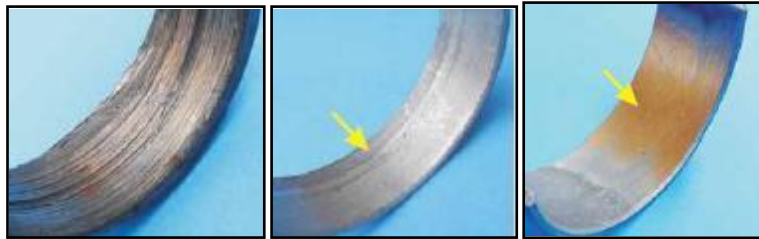


Fig. 1.28. Cojinete – Falla 3

Cavitación (Fig.1.29)



Fig. 1.29. Cojinete – Falla 4

Fallo En El Circuito De Lubricación (Fig.1.30)



Fig. 1.30. Cojinete – Falla 5

Rotura De Un Retén Del Cigüeñal (Fig.1.31)

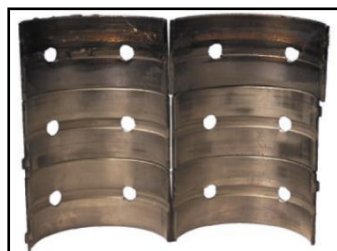


Fig.1.31. Cojinete – Falla 6

Desalineación Entre Eje Y Alojamiento

Existen varias causas que originan una desalineación entre el cigüeñal y los alojamientos del bloque: errores de mecanizado, flexión del cigüeñal, deformación del bloque... Estos defectos producen desgaste localizado en algunos cojinetes de bancada, que tiende a disminuir en los cojinetes contiguos. (Fig.1.32).



Fig.1.32. Cojinete – Falla 7

Apriete insuficiente (Fig. 1.33).



Fig.1.33. Cojinete – Falla 8

1.3.3.5. Mantenimiento

Los cojinetes y los metales de cualquier motor se desgastan con el tiempo. Reemplace los metales antes de que se desgasten para evitar daños dentro del motor.

Se recomienda cambiar el aceite del motor cada 3000 km.

Utilizar el lubricante estipulado por el fabricante.

Se recomienda reemplazar los metales de biela y de bancada después de cada 5,000 horas de operación

1.3.4. BIELAS

1.3.4.1. Funcionamiento

Este componente se encarga de convertir el movimiento rectilíneo del pistón en movimiento rotatorio al centro del cigüeñal por medio de los muñones de biela del mismo cigüeñal⁵.

Las Bielas están fabricadas en aleaciones muy resistentes debido a que reciben gran presión por el empuje del pistón, como también fuerzas de estiramiento al desacelerar el motor.

Es una biela para cada pistón y/o cilindro del motor, el caso del motor que nos ocupa son 4 que para mejores resultados deben estar balanceadas, es decir pesar lo mismo.

El tipo de biela depende directamente de la carrera del cigüeñal y del diámetro del muñón del mismo, hay para 3 tipos de muñón.

Para muñón de biela VolskWagen 2.165 pulgadas (Fig. 1.34).

Para muñón de biela Porsche 2.100 pulgadas

Para muñón de biela Chevrolet 2 pulgadas.



Fig. 1.34. Tipos de Bielas

⁵ www.asifunciona.com,

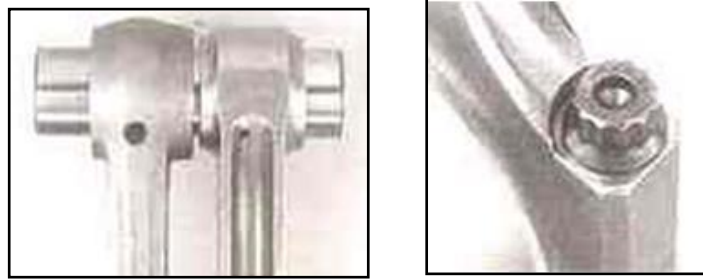


Fig. 1.35. Tipos de Bielas

Las bielas de alto rendimiento deben tener tornillos, fabricados en materiales muy resistentes (Fig. 1.35).

1.3.4.2. Partes (Fig.1.36)

El **pie** es la parte que une la biela al pistón con un pasador o bulón.

El **cuerpo**, parte media de la biela, solo actúa como prolongamiento aportando además rigidez.

La **cabeza** es la encargada de entrar en contacto con el codo del cigüeñal, que a su vez tiene dos partes, la superior y la inferior denominada **tapa de la biela**.

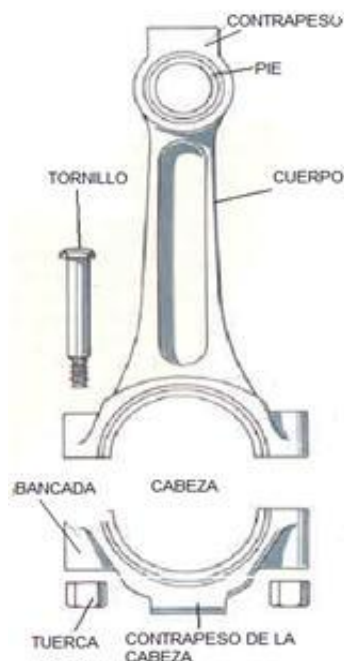


Fig. 1.36. Partes de La Biela

1.3.4.3. Materiales

34 Cr Mo4:

- Acero bonificado.
- $34/100 = 0,34\%$ de Carbono.
- $4/4 = 1\%$ Cromo.
- $0,2\%$ de Molibdeno.
- $98,46\%$ Fe.
- Resistencia a la tracción de 875 N/mm^2 .
- Alargamiento de 14% .

37 Mn Si5:

- Acero para válvulas.
- $37/100 = 0,37\%$ de Carbono.
- $5/4 = 1,25\%$ Manganeso.
- $5/4 = 1,25\%$ Silicio.
- $97,13\%$ Fe.
- Resistencia a la tracción de 875 N/mm^2 .
- Alargamiento de 14% .

1.3.4.4. Fallas

Biela superó la tensión de fluencia del material y falló por pandeo plástico (fig. 1.37).

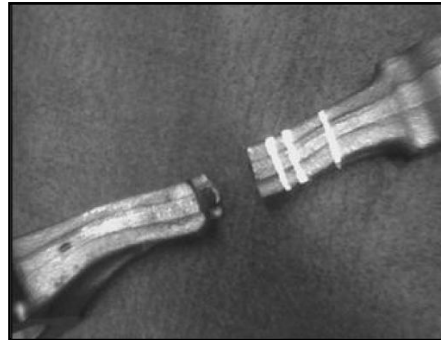


Fig. 1.37. Biela - Falla 1

Bielas torcidas por ingreso de agua a los cilindros (fig. 1.38)

Aceleraciones bruscas del motor.

Carga excesiva.

Cojinetes de bancada desnivelados.

Apoyos de bancada desalineados.



Fig. 1.38. Biela - Falla 2

1.3.4.5. Mantenimiento

Se recomienda cambiar el aceite del motor cada 3000 km.

Utilizar el lubricante estipulado por el fabricante.

Cuando reemplace los metales de biela y de bancada inspeccione y busque desgaste en el cigüeñal, los pistones y las camisas.

1.3.5. VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE.

1.3.5.1 Funcionamiento

La función de las válvulas es abrir el cilindro, en el momento adecuado, a las cámaras de admisión y de escape y a su continuación externa: Carburador ó toma de aire (motor a inyección) y tubo de escape. El funcionamiento de las válvulas se realiza por el propio giro del motor, transmitido por el árbol de levas, que gira a la mitad de las RPM del mismo motor. El árbol abre y cierra las válvulas con varillas, solo con balancines ó directamente sobre la válvula. A 7.000 RPM de motor las válvulas golpean el asiento 3.500 veces por minuto.⁶

Tipos de Válvulas

Cabeza Plana: para motores de automóvil. Buena resistencia.

Convexa: para motores industriales. Gran resistencia.

Cóncava: para competición. Gran flujo, poca resistencia.

⁶ Manual del automóvil GTZ

Tipos de válvulas según materiales y procesos de fabricación.

Válvulas Mono metálicas

La mayoría de las válvulas de admisión y de escape no muy exigidas se construyen de un solo material que conforma el vástago y la cabeza. Para las válvulas de admisión se suelen utilizar aceros templables al cromo-níquel-silicio, los que poseen excelentes propiedades mecánicas aunque no son tan buenos frente a la corrosión (Fig. 1.39).



Fig. 1.39. Válvulas Mono metálicas

Válvulas Bimetálicas

Por medio de un proceso de soldadura, se conforma el vástago de un material, usualmente acero templable; y la cabezade otro, generalmente acero inoxidable. De esta manera se consigue mayor resistencia a la corrosión a altas temperaturas en los aceros inoxidables austeníticos de la cabeza y elevada resistencia al desgaste en los aceros inoxidables martensíticos de los vástagos (Fig. 1.40).

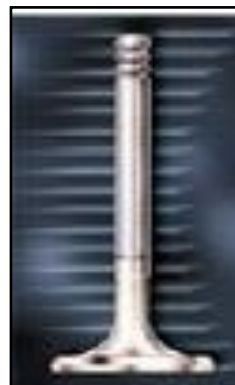


Fig. 1.40. Válvulas Bimetálicas

Válvulas de titanio

Sus principales ventajas son su bajo peso específico y su alta resistencia mecánica. Por estas virtudes es ampliamente difundida su utilización en autos de competición. Posee la desventaja de que su durabilidad es limitada (Fig. 1.41).



Fig. 1.41. Válvulas de titanio

Cantidad de las válvulas

Algunos autos son " 16v " o 16 válvulas. La razón de esto es que 4 válvulas más pequeñas tienen porciones de ventajas sobre un par más grande. El principal por lo que nos referimos es que un motor 16v o 4 válvulas por cilindro fluye algo más aire y produce más energía que un motor que tiene 2 válvulas por cilindro (Fig. 1.42)



Fig. 1.42. Cantidad de las válvulas

Posicionadores de Válvulas

Estos elementos son los que mantienen a la válvula en posición cuando se encuentra montada en la culata.

En relación a los tipos de válvulas, se puede decir que la mayoría son del tipo de asiento cónico (Fig. 1.43).

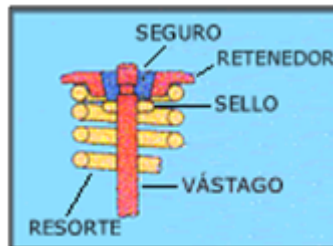


Fig. 1.43. Posicionadores de Válvulas

Flotación ó Rebote de Válvulas

El movimiento de la válvula, cuando retorna a su asiento debe ser muy rápido. La pieza que se encarga de lograr esto es el resorte de válvula el cual debe ser capaz de desplazar la válvula a su asiento a mayor velocidad que la del movimiento del balancín (Fig. 1.44, Fig. 1.45).

Cuando un motor opera a altas revoluciones y no tiene los resortes adecuados, sus válvulas no alcanzan a cerrar ("flotan ó rebotan").

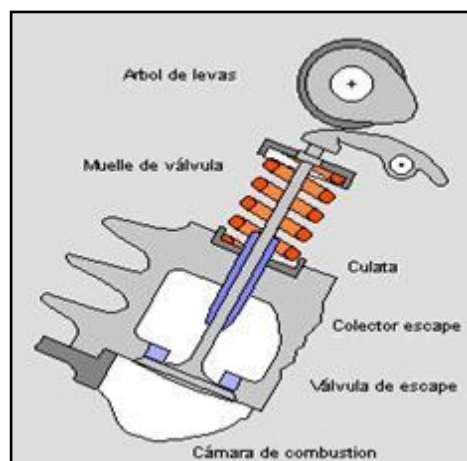


Fig. 1.44

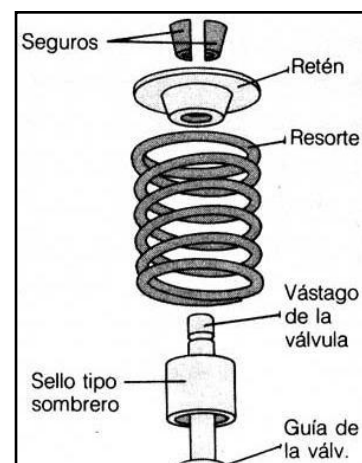


Fig. 1.45

Disposición de las válvulas

No obstante y respecto a la posición de las válvulas, los motores de combustión interna se pueden clasificar en líneas generales en dos grandes grupos.

1. Motores con válvulas en la culata (Fig. 1.46).
2. Motores con válvulas laterales (Fig. 1.46).

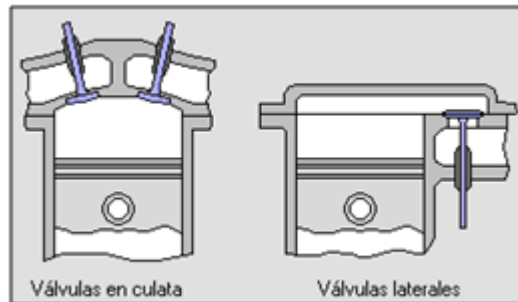


Fig. 1.46 Disposición de Válvulas

1.3.5.2. Partes

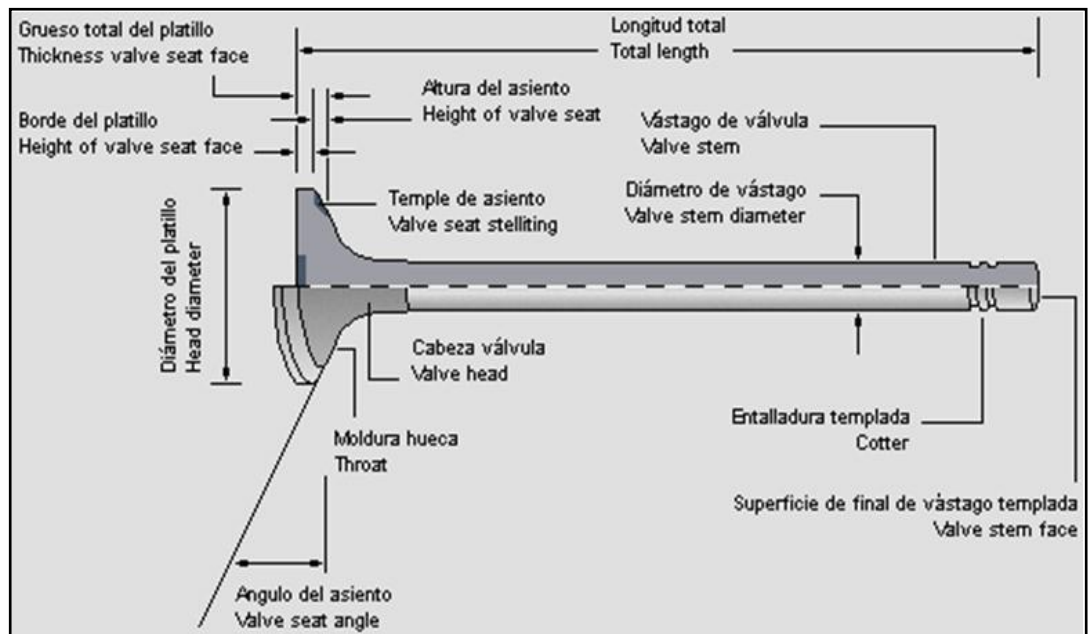


Fig. 1.47. Partes de una Válvula

1.3.5.3. Materiales

Válvulas admisión

37 Mn Si5:

- Acero para válvulas.
- $37/100 = 0,37\%$ de Carbono.
- $5/4 = 1,25\%$ Manganeso.
- $5/4 = 1,25\%$ Silicio.
- $97,13\%$ Fe.
- Resistencia a la tracción de 875 N/mm^2 .
- Alargamiento de 14% .
- X45 CrSi4: Acero de alta aleación; con $0,45\%$ de Carbono; 1% Cromo; bajo porcentaje en Silicio; $98,55\%$ Fe.

Válvulas de Escape

X 45: Acero de alta aleación con $0,45\%$ de Carbono; $99,55\%$ Fe.

Cr Si9: Acero de válvulas con $2,25\%$ de Cr; bajo porcentaje en Silicio.

X45 Cr NiW18 9: Acero de alta aleación con $0,45\%$ de Carbono; 18% Cromo; 9% Níquel; bajo porcentaje en wolframio; $72,55\%$ Fe.

Resortes de Válvulas

50 Cr V4:

- Acero para muelles.
- $50/100 = 0,50\%$ de Carbono.
- $0,1\%$ de Vanadio.

- 1% de Cromo.
- 98,40% Fe.
- Resistencia a la tracción de 1525 N/mm².
- Alargamiento de 6%.

Guías de Válvulas

GG-30:

- GG: Hierro fundido con grafito laminar (Fundición gris).
- Resistencia a la tracción de 300 N/mm².
- 2,8% de Carbono.
- 1,4% de Silicio.

GG-40:

- GG: Hierro fundido con grafito laminar (Fundición gris).
- Resistencia a la tracción de 400 N/mm².
- 2,8% de Carbono.
- 1,4% de Silicio.

1.3.5.4. Fallas

PICADO DE ASIENTO (fig. 1.48)

Consumo excesivo de aceite (por aros, guías, retenes, etc.)

Combustión incorrecta.

Largo período de funcionamiento en ralentí.

Termostato defectuoso.



Fig. 1.48. Válvula – Falla 1

CORROSIÓN (fig. 1.49)

Colocar válvulas inadecuadas.

Excesiva sobrecarga (recalentamiento).

Combustible incorrecto.

Mezcla incorrecta.



Fig. 1.49. Válvula – Falla 2

DEFORMACIÓN (fig. 1.50)

Sobrecarga.

Encendido prematuro.

Detonación.

Presión excesiva de los resortes.

Relación de compresión inadecuada.

Mezcla pobre de combustible.

Muy diferente ángulo de asientos (de tapa y de válvula entre sí) más allá de lo tolerado por fábrica.



Fig. 1.50. Válvula – Falla 3

RETENCIÓN O PEGADO (fig. 1.51).

Incorrecto huelgo de vástago-guía.

Residuos de carbón adherido al vástago cuello y superficie bajo cabeza.

Motor Sobrecargado (marcha lenta).

Vástago de válvula doblado.

Sellos de aceite incorrectos.

Falta de alineación entre vástago, guía y asiento de la tapa.



Fig. 1.51. Válvula – Falla 4

1.3.5.5. Mantenimiento

Sistema de lubricación en buen estado es decir funcionando con las presiones correctas, evitar que las impurezas entren en el motor.

Se recomienda cambiar el aceite del motor cada 3000 km.

Utilizar el lubricante estipulado por el fabricante.

Sistema de distribución en buen estado.

Reglaje de válvulas con tolerancias indicadas por el fabricante.

Revisar banda de distribución cada 25.000 km.

Se requiere que el asiento de la válvula sea un inserto de acero, debido a que el vástago de la válvula se extiende hasta la cámara de las levas para ser lubricado, debe ser sellado para evitar que pasen los gases provenientes del cilindro. Un retén con labios de goma evitan que excesivas cantidades de aceite entren en la lumbrera de admisión, y que desde la lumbrera de escape suban los gases a la cámara del o los árboles de levas. Cuando estos retenes se gastan, es común ver humo azulado en el escape cuando presionamos el acelerador, por ejemplo al pasar los cambios.

Se recomienda utilizar válvulas con tetraetilo de plomo a la gasolina reducía el problema en alguna medida, debido a que se formaba una película de plomo en el asiento, actuando como lubricante del metal.

1.3.6. CULATA

1.3.6.1. Funcionamiento

“Es la parte del motor que cierra los cilindros por su lado superior y en correspondencia con la cual suelen ir colocadas las válvulas de admisión y de escape.”⁷

La culata es muy importante, su forma de construcción repercute en el comportamiento de marcha y potencia del motor y cumple las siguientes funciones:

Cierra herméticamente la cámara de combustión frente al bloque del motor.

Configura la cámara de combustión.

Disipa el calor producido por la combustión.

La culata en un automóvil se enfría mediante ductos internos construidos en la culata.

La cara inferior de la culata esta mecanizada para que asiente perfectamente en la cara superior del bloque. Generalmente se coloca una junta entre las dos caras, pero algunos motores prescinden de ella gracias al perfecto ajuste de la culata con el bloque, que impide fugas de gas, utilizando en su lugar aros de estanqueidad de goma para evitar escapes de agua del sistema de refrigeración.

⁷ Manual del automóvil

1.3.6.2. Partes

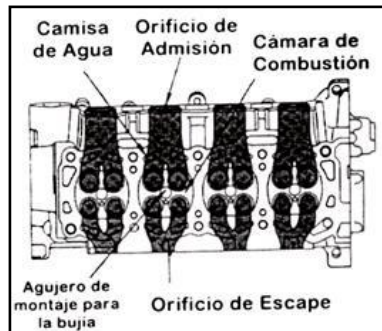


Fig. 1.52. Partes de La Culata

CÁMARAS DE COMBUSTIÓN

“Es el espacio de los motores de combustión interna en donde tiene lugar la combustión de la mezcla de aire y carburante.”⁸

La cámara debe cumplir con algunos requisitos, para ser eficiente, como son ser pequeña para reducir al mínimo la superficie absorbente del calor generado por la inflamación de la mezcla, no tener grietas o rincones que causen combustión espontánea o cascabeleo y debe poseer un espacio para la ubicación de la bujía, la cual preferiblemente debe estar en el centro geométrico de la cámara.

La forma de la cámara de combustión está estrechamente ligada al rendimiento del motor, por esto es que existen diferentes formas y

⁸ www.mecanicavirtual.com

tamaños que dependen también de la relación carrera / diámetro. Los elementos que se deben tener en cuenta en el diseño de una cámara de combustión son los siguientes:

Relación de formas entre la cámara y el pistón para obtener una combustión completa y homogénea, sin pre encendido ni detonación.
Relación de compresión y relación entre la superficie y el volumen de la cámara, la cual es muy importante para obtener un buen rendimiento termodinámico y una buena refrigeración.

EJE DE LEVAS

Es el elemento encargado de abrir y cerrar las válvulas, según el tiempo del motor en cada pistón. Es también llamado Árbol de Levas.⁹

El eje de levas está compuesto por una polea dentada para la acción de la correa o cadena de distribución, unas muñequillas o puntos de apoyo sobre la culata, las levas o excéntricas y en algunos casos el mando de la bomba de gasolina mecánica y cuando el sistema de encendido no es electrónico el engranaje para el mando de distribuidor (Fig. 1.53).

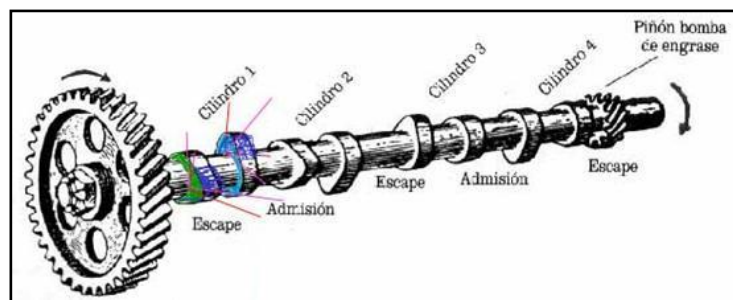


Fig. 1.53. Eje de Levas

DISTRIBUCIÓN

La idea básica del funcionamiento correcto de la distribución es hacer que cada válvula abra accionada, directa o indirectamente, por una excéntrica una vez por ciclo y en el momento indicado. En un motor de

⁹ www.mecanicavirtual.com

cuatro tiempos la renovación de los gases se hace cada dos vueltas del cigüeñal, es decir que mientras el cigüeñal da dos vueltas, el eje de levas únicamente da una (Fig. 1.54)



Fig. 1.54. Distribución

GUÍAS Y SELLOS DE VÁLVULAS

Las guías son casquillos en forma alargada, introducidos en los agujeros realizados en la culata para alojarlas, dentro de los cuales se deslizan las válvulas generalmente están fabricadas en bronce u otro metal de menor dureza que el de las válvulas¹⁰ (Fig. 1.55).

Las guías son generalmente de forma cónica en la parte superior, lo que está determinado por la necesidad de evitar la acumulación de aceite, que puede infiltrarse en los ductos de admisión o de escape.

Además de ésta forma el consumo de aceite a través de las guías se evita con el uso de unos cauchos o retenes llamados sellos, dichos sellos se colocan en la parte superior de la guía.

GUÍAS DE VÁLVULAS



Fig. 1.55. Guías de Válvulas

¹⁰ Tecnología del automóvil GTZ.

SELLOS DE VÁLVULAS (Fig. 1.56).

Sello positivo está sujeto a la válvula y su guía, proporcionando un adecuada lubricación que evitará el desgaste prematuro y el exceso de fluido que provocaría un consumo de aceite.

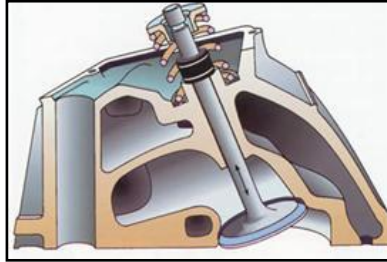


Fig. 1.56. Sellos de Válvulas

1.3.6.3. Materiales

GG-25:

- GG: Hierro fundido con grafito laminar (Fundición gris).
- Resistencia a la tracción de 250 N/mm^2 .
- 3,0% de Carbono.
- 1,5% de Silicio.

G-Al Si10Mg:

- Aleación fundida y maleable de aluminio.
- 10% de Si.
- 0,3% de Mg.
- 89,7% de Aluminio.
- Resistencia a la tracción de 210 N/mm^2 .
- Alargamiento de 3,5%.

Árboles de Levas:

15 Cr3:

- Acero de baja aleación para cementación.
- $15/100 = 0,15\%$ de Carbono.
- $3/4 \text{ Cr} = 0,75\%$ Cromo.
- $99,1 \%$ Fe.
- Resistencia a la tracción de 725 N/mm^2 .
- Alargamiento de 13% .

15 Cr Ni 6:

- Acero de cementación.
- $15/100 = 0,15\%$ de Carbono.
- $6/4 = 1,5\%$ Cromo.
- $6/4 = 1,5\%$ de Níquel.
- $96,85\%$ Fe.
- Resistencia a la tracción de 1050 N/mm^2 .
- Alargamiento de 9% .

Anillos de Asientos de Válvulas:

GGL-Ni Cr30 3:

- GGL: Hierro fundido austenítico (fundición de alta aleación), con grafito laminar.

- 2,6% de Carbono.
- 30 Ni: 30% Níquel.
- 3 Cr: 3% Cromo.
- Resistente al calor hasta 800°C.
- Resistencia a la tracción de 170 N/mm².
- Alargamiento de 12,5%.

1.3.6.4. Fallas

DEFECTOS POR MALA FUNDICIÓN

Por defecto de fusión, las culatas pueden presentar grietas o sopladuras. Las grietas pueden deberse a estados anormales de sollicitación interna del material, motivados por errores de proyecto de la pieza o por una refrigeración defectuosa del molde de fusión. Las sopladuras o porosidades son imperfecciones de la colada debidas corrientemente a malas características de la aleación (Fig. 1.57).

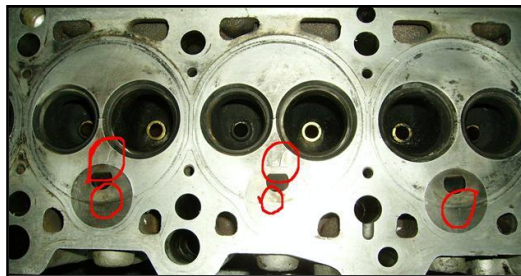


Fig. 1.57. Culata – Falla1

Otro defecto de fabricación, y también muy raro en los automóviles actuales, es el de un mecanizado defectuoso de los planos de unión entre la enlata y el bloque. También en este caso pueden existir filtraciones de agua y aceite, siendo además muy fácil quemar la junta de la culata (Fig. 1.58).



Fig. 1.58. Culata - Falla 2

La ausencia de un control del apriete de las tuercas de la culata puede dar lugar a deformaciones, que son más frecuentes en las culatas de fundición de hierro (Fig. 1.59).

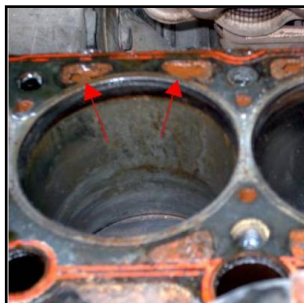


Fig. 1.59. Culata - Falla 3

Agua en el cabezote junta en mal estado (Fig. 1.60)



Fig. 1.60. Culata - Falla 4

1.3.6.5. Mantenimiento

En general, en todos los motores, después de los primeros 1.500-2.000 km., es preciso verificar el apriete de las tuercas de la culata. Esta operación es asimismo indispensable después de toda revisión, siempre que se haya substituido la junta de la culata.

En efecto, la nueva junta, tras cierto número de horas de funcionamiento, sufre un asentamiento, comprimiéndose por efecto del golpeteo sobre la culata, debido a la fuerza de compresión desarrollada por los gases durante la combustión.

Esta operación debe efectuarse con el motor frío, con una llave dinamométrica y con una acción progresiva siguiendo el orden de apriete aconsejado por el fabricante.

En general, para los motores en línea, se comienza apretando las tuercas centrales en forma sucesiva y alternativamente, las situadas a la derecha y a la izquierda de las centrales. Para evitar falsas lecturas provocadas por el rozamiento inicial, es preciso, una vez efectuado el primer apriete, aflojar las tuercas un cuarto de vuelta y luego apretarlas nuevamente con el par indicado. Cuando se efectúa esta operación, es preciso verificar y eventualmente reponer el juego del sistema de distribución.

Para verificar el planeado de la culata, tras haber desmontado las válvulas, debe disponerse de un plano de contraste apropiado. En este plano, sobre el que se habrá esparcido negro de humo, se hace deslizar la culata.

1.3.7. BLOQUE DE CILINDROS

1.3.7.1. Funcionamiento

El bloque de cilindros forma el armazón del motor. Generalmente está hecho de hierro fundido, pero a fin de reducir el peso, así como para mejorar la eficiencia de enfriamiento, muchos son hechos de aleación de aluminio.

Además de alojar los cilindros, donde se mueven los pistones, el bloque del motor soporta dos otras piezas: la culata del motor en la parte superior y el cárter en la parte inferior. La culata del motor está fijada al bloque a través de la junta de la culata, que es atravesada por tornillos de fijación enroscados en el bloque.

La cantidad de cilindros que puede contener un motor es variable, así como la forma de su disposición en el bloque. Existen motores de uno o de varios cilindros, aunque la mayoría de los coches o automóviles utilizan motores con bloques de cuatro, cinco, seis, ocho y doce cilindros (Fig. 1.61).

6 CILINDROS



8 CILINDROS



10 CILINDROS



Fig. 1.61. Tipos de Bloques de Cilindros

1.3.7.2. Partes (Fig. 1.62)

Cilindros: estos son los tubos cilíndricos en los cuales los pistones se mueven arriba y abajo.

Galerías de Aceite: estas proveen conductos para la entrega del aceite de motor al bloque de cilindros y culata de cilindros.

Rodamientos del Cigüeñal: estas partes sostienen al cigüeñal vía rodamientos.

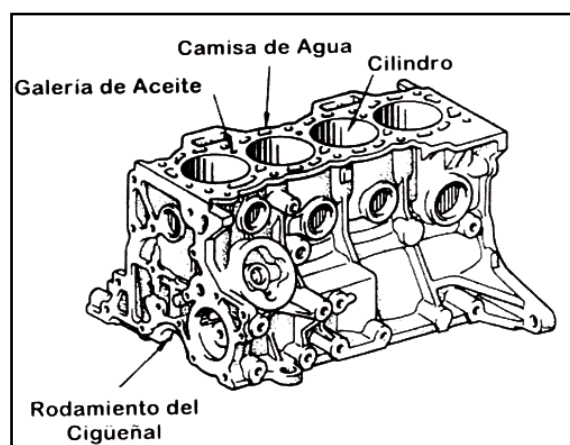


Fig. 1.62 Partes de Un Bloque

Camisas de Agua: estas proveen conductos para el refrigerante usado para enfriar los cilindros (Fig. 1.63).

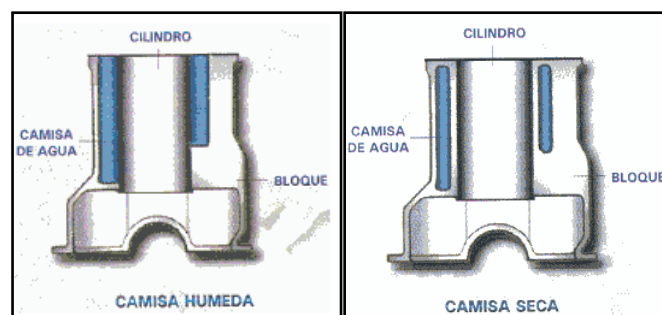


Fig. 1.63. Tipos de Camisas

1.3.7.3. Materiales

Bloque de Cilindros

GG-20:

- GG: Hierro fundido con grafito laminar (Fundición gris).
- Resistencia a la tracción de 200 N/mm².
- 3,3% de Carbono.
- 1,8% de Silicio.

GG-25:

- GG: Hierro fundido con grafito laminar (Fundición gris).
- Resistencia a la tracción de 250 N/mm².
- 3,0% de Carbono.
- 1,5% de Silicio.

G-Al Si12:

- G: Aleación fundida y maleable de aluminio.
- 12 Si: 12% de Silicio.
- 88% de Aluminio.
- Resistencia a la tracción de 195 N/mm².
- Alargamiento de 6%.

Cilindros

Aleación de Aluminio fundida, cromado duro.

Aleación de Aluminio-Silicio fundida (Alusil)

Fundición compuesta Al-Hierro fundido.

1.3.7.4. Fallas

Tapones de agua del block averiados (fig. 1.64).



Fig. 1.64. Bloque – Falla 1

Falta de limpieza y secado del líquido refrigerante que se derrama tras el desmontaje de la culata y la junta de culata (fig. 1.65).



Fig. 1.65. Bloque – Falla 2

Fisura del bloque de cilindros a causa de calentamiento del motor (fig. 1.66).



Fig. 1.66. Bloque – Falla 3

1.3.7.5. Mantenimiento

Sistema de lubricación en buen estado es decir funcionando con las presiones correctas, evitar que las impurezas entren en el motor.

Se recomienda cambiar el aceite del motor cada 3000 km.

Utilizar el lubricante estipulado por el fabricante.

Bomba de aceite en buen estado.

Sistema de refrigeración en buen estado.

Revisar conductos de refrigeración al momento de reparar el motor ya que el agua produce sedimentación y ocasiona la obstrucción del paso de agua.

El bloque del motor con su ubicación central está fijado directamente sobre el chasis mediante los soportes.

Debe poseer la suficiente rigidez para soportar la fuerza originada por el mismo trabajo del motor.

El bloque del motor está estrechamente relacionado con el tipo de motor, ya que su diseño nos marca si el motor tendrá 4, 6 o más cilindros, si el motor es en línea o en V según la disposición de los cilindros, etc.

1.3.8. RADIADOR

1.3.8.1. Funcionamiento

Un radiador es un intercambiador de calor, un dispositivo sin partes móviles, Se conoce como radiador, a la parte, que en los vehículos motorizados, sirve para enfriar el agua o coolant. El radiador se encuentra ubicado en el frente del vehículo, tiene tapón para reponerle el agua¹¹.

Los radiadores en la actualidad ya no los construyen de metal, nos referimos a las partes conocidas como las bandejas del radiador. Estas bandejas acopladas al panel del radiador; ahora las construyen de plástico duro (*Fig. 1.67*).

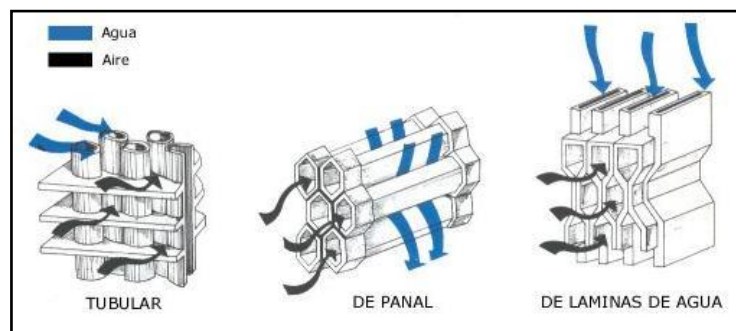


Fig. 1.67. Tipos De Radiadores

¹¹ Manual del automóvil

1.3.8.2. Partes (Fig. 1.68).

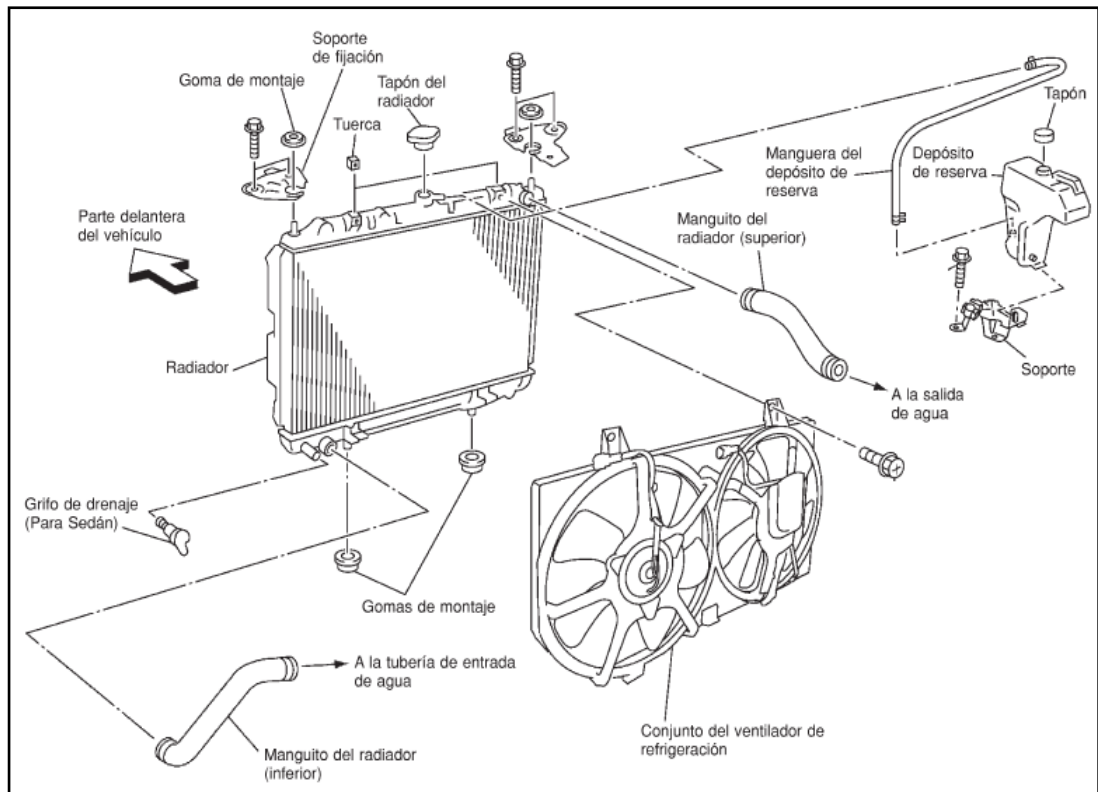


Fig.1.68. Partes del Radiador

TANQUE DE RESERVA

Los radiadores, traen un depósito de recuperación, la función de este depósito consiste en recibir el agua que el radiador expulsa cuando el sistema se calienta y lo recupera cuando lo requiere, si no tuviera este depósito el agua se perdería y tendríamos que estar reponiéndolo constantemente (Fig. 1.69).

Cuando el agua se calienta aumenta su volumen; este exceso de volumen se traslada hacia el depósito de recuperación; Luego, cuando el agua se enfría se forma un vacío en el sistema de enfriamiento; este vacío chupa, absorbe, o succiona el agua que se encuentra en el depósito de recuperación; cumpliéndose así; el recorrido constante del agua o refrigerante.

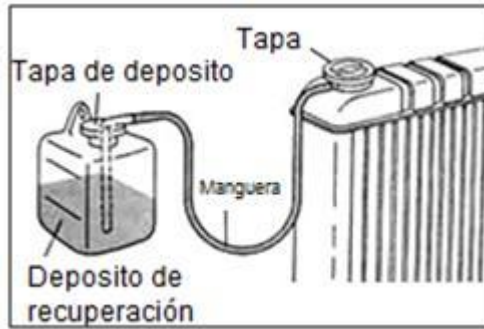


Fig. 1.69. Tanque de Reserva

TAPA DEL RADIADOR

Mantiene la correcta presión interna así como el volumen del refrigerante en el sistema de enfriamiento son las funciones de la tapa del radiador.

Ahora la tapa del radiador controla el flujo del refrigerante entre el radiador y el tanque de recuperación.

La tapa del radiador tiene una capacidad en presión determinada y no se debe de cambiar la tapa en forma arbitraria. Utilice siempre la tapa con la presión recomendada. La capacidad de la tapa está estampada por la parte inferior del mismo.

GRIFO DE DRENAJE

Cuando se gira hacia la izquierda se vacía el agua del radiador. Al girarlo a la derecha, deja de salir el agua. Algunos radiadores tienen un tapón de drenaje.

1.3.8.3. Materiales

Radiador

Cu Zn37

- Aleaciones maleables de Cobre-Zinc (Latón)
- 63% de Cobre.
- 37% de Zinc.
- Resistencia a la tracción de 460 N/mm².
- Alargamiento de 50%.

1.3.8.4. Fallas

Sobrecalentamiento

Baja Transmisión De Calor

Avería de la bomba de agua.

Termostato bloqueado en posición de cerrado.

Aletas dañadas.

Tubo de refrigeración del Radiador obstruido.

Proporción Incorrecta De La Mezcla Del Refrigerante

En los radiadores actuales no existe mezcla agua – refrigerante tan solo se realiza el llenado de refrigerante dentro del radiador.

Refrigerante De Poca Calidad

Poner el refrigerante que el fabricante indica.

Pérdidas De Refrigerante

Manguera de refrigeración rota o floja.

Bomba de agua con baja hermeticidad.

Tapón del radiador esta flojo o con baja hermeticidad.

Radiador está roto, deposito roto,

Depósito de reserva está roto.

Exceso De Líquido En El Depósito De Reserva

1.3.8.5. Mantenimiento

Abrir el grifo de drenaje del radiador situado en la parte inferior del radiador, o desmontar el manguito inferior del radiador y desmontar el tapón de suministro del radiador para drenar el refrigerante.

Desmontar el depósito de reserva, drenar el refrigerante, luego limpiar el depósito de reserva.

Tener cuidado de que el refrigerante no entre en contacto con las correas del motor.

Cubrir la pantalla térmica del tubo de escape para evitar que le caiga refrigerante encima.

Comprobar el refrigerante drenado por si está contaminado por óxido, corrosión o por si está descolorido. Si está contaminado, limpiar con agua el sistema de refrigeración del motor

Llenar el radiador con refrigerante hasta que salga por los orificios de alivio de aire y a continuación montar los tapones de descarga de aire.

Ubicación de los tapones de descarga de aire

Tubos de agua del colector de admisión trasero y entrada de agua

Llenar con refrigerante hasta el nivel del tapón del radiador a un régimen de como máximo 2litros/min.

(Cerrar los tapones en orden, empezando por el sitio por donde empezó a salir el refrigerante.)

PRECAUCIÓN:

Si el régimen de llenado es demasiado rápido, esto puede causar que se mezcle aire en el refrigerante. Asegurarse de llenar con refrigerante lentamente, de acuerdo con el régimen indicado anteriormente.

Llenar el radiador y el depósito de reserva hasta el nivel especificado.

Calentar el motor hasta la temperatura de funcionamiento normal con el tapón del radiador desmontado.

Montar el tapón del radiador en cuanto el refrigerante salga por la boca de llenado del radiador.

Hacer funcionar el motor a 3.000 rpm durante 10 segundos y volver a la velocidad de ralentí con el tapón del radiador montado.

Repetir dos o tres veces.

1.3.9. VENTILADOR

1.3.9.1. Funcionamiento

La velocidad del ventilador eleva el flujo de aire que pasa a través del radiador para la eficiencia de enfriamiento del mismo. El ventilador es montado justo en la parte posterior del radiador. Algunos ventiladores son conducidos por una correa en V que viene desde el cigüeñal y otros son conducidos por un motor eléctrico.

Los ventiladores de enfriamiento son a menudo impulsados por correas (correas en V o correas Nervadas en V). Otras unidades tales como la bomba de agua, alternador, bomba de la servodirección y compresor del acondicionador de aire son también impulsados por correas. Las correas son el medio más sencillo de transmisión de fuerza que no requiere lubricación.

Correas en V

Las correas en V han sido utilizadas por muchos años. Son llamadas en "V" debido a que ellas tienen una sección transversal en forma de V, la cual incrementa la eficacia de transmisión de fuerza (Fig. 1.70).

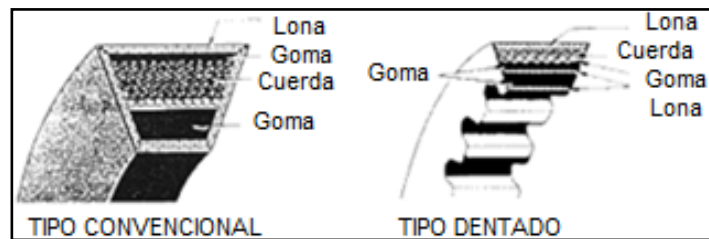


Fig. 1.70. Tipos de Correas

1.3.9.2. Partes

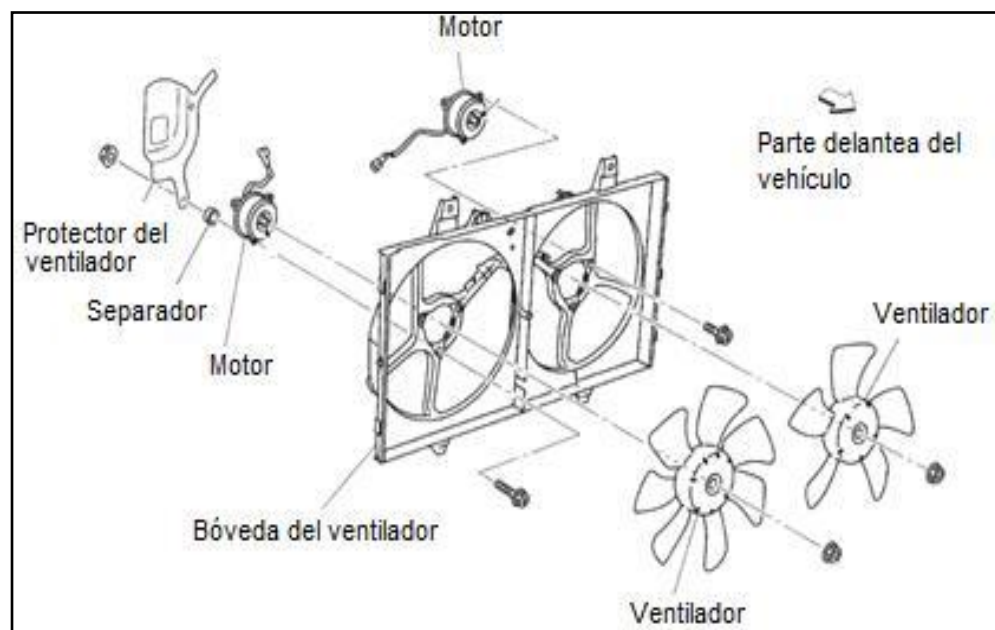


Fig. 1.71. Partes del Ventilador

1.3.9.3. Materiales

Los ventiladores son construidos por un material resistente de plástico.

1.3.9.4. Fallas

El embrague del ventilador es defectuoso o está dañado ya que este tipo de ventiladores están provisto de un embrague magnético que se conecta cuando la temperatura del agua se eleva hasta un grado determinado.

El motor del ventilador no opera.

1.3.9.5. Mantenimiento

Inspeccionar las bandas las cuales están involucradas con el funcionamiento del ventilador.

Es necesario tener precaución cerca de un motor en funcionamiento. No sólo pueden quedar atrapados objetos en las bandas o el ventilador; un aspa del ventilador puede romperse y salir volando con mucha fuerza. En los automóviles actuales, el ventilador eléctrico puede encenderse en cualquier momento y puede ser peligroso.

1.3.10. TERMOSTATO

1.3.10.1. Funcionamiento

Es una válvula de control de flujo del refrigerante colocado en la salida de este en el conducto hacia el radiador (Fig. 1.72).

La función de esta válvula es controlar el paso del refrigerante hacia el radiador en dependencia de la temperatura del motor, para mantenerla dentro del rango adecuado.

Evita que el agua fluya dentro del motor, hasta que este, no haya llegado a su temperatura de funcionamiento, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Cuando el motor se arranca frío esta válvula está cerrada y se mantiene así hasta que el refrigerante dentro del motor se acerque a la temperatura de trabajo (algo más de 70 grados Celsius). En ese momento comienza a abrirse, permitiendo el paso al radiador y estará completamente abierta unos grados más arriba (alrededor de los 90 grados Celsius).



Fig. 1.72. Termostato

1.3.10.2. Partes (Fig. 1.73).

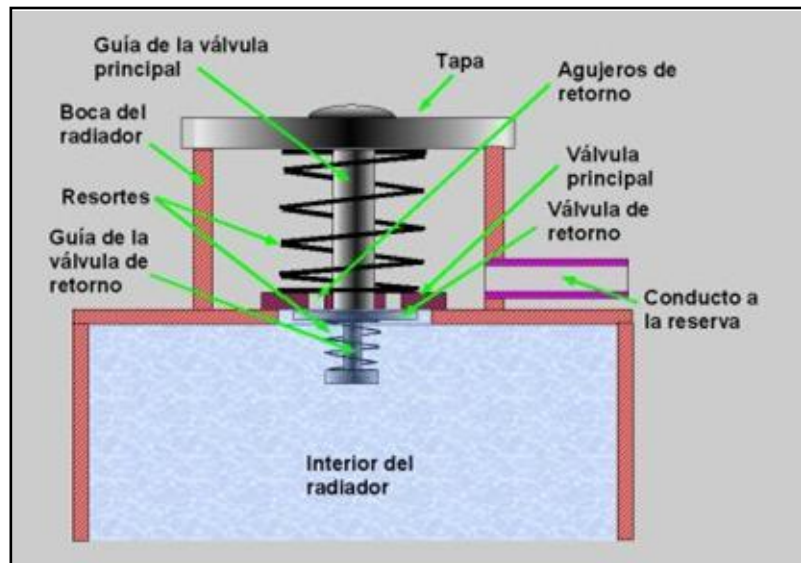


Fig. 1.73. Partes de un Termostato

1.3.10.3. Materiales

Los termostatos son dispositivos construidos de materiales resistentes a la corrosión y de larga vida, por lo que funcionan generalmente sin fallos siempre que el refrigerante sea el adecuado, si se usan aguas

duras, los depósitos de sales pueden producir que el émbolo se trabe, y el termostato quede fijo e inoperante pudiendo producir el recalentamiento del motor, o el trabajo demasiado frío de este.

En cuanto el motor alcanza su temperatura de funcionamiento, el material del que está hecho el termostato, dilata su resistencia, permitiendo que la presión del agua caliente, abra la compuerta, y de esta manera el agua circula por todo el sistema de enfriamiento.

1.3.10.4. Fallas

Una de las fallas, es cuando se queda cerrado, que puede suceder si la cera se ha dañado por sobrecalentamiento, corrosión o antigüedad. Si esto sucede, bloqueará la circulación del líquido refrigerante entre el motor y el radiador, lo que causará el sobrecalentamiento del motor (Fig. 1.74).

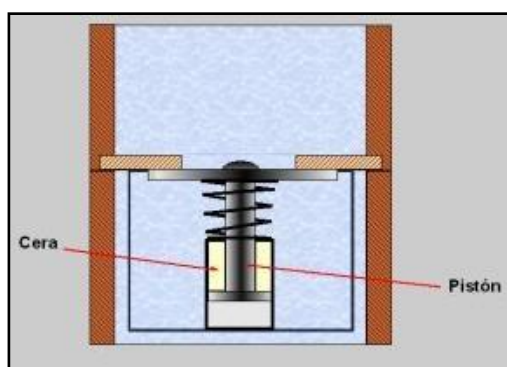


Fig. 1.74. Termostato – Falla 1

Si el termostato no puede cerrarse, el flujo constante del líquido refrigerante a través del termostato protegerá al motor hasta que alcance la temperatura normal de funcionamiento. Esto puede causar una pobre capacidad de arrastrarse en temporadas frías, un aumento en el consumo de combustible, poco rendimiento del radiador, y un desgaste acelerado del anillo y el cilindro (Fig. 1.75).

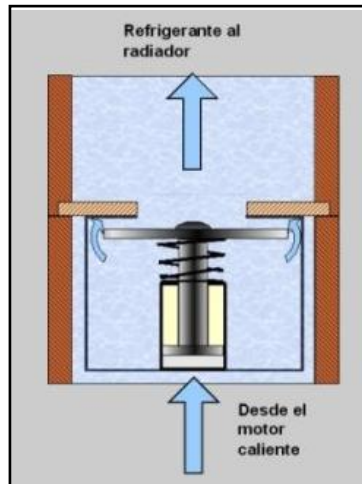


Fig. 1.75. Termostato – Falla 2

1.3.10.5. Mantenimiento

Para revisar el termostato, quite la tapa del radiador y encienda el motor, el cual debe estar frío. Observe dentro del radiador, el líquido refrigerante no debe moverse. Si se mueve, puede ser que el termostato está abierto o tenga una falla, entonces hay que repararlo. Después que el motor se haya ejecutado por cinco minutos o más, la manguera superior del radiador debe comenzar a sentirse caliente, lo que indica que el termostato se ha abierto y el líquido refrigerante está empezando a circular a través del sistema. Dentro del radiador, debe verse el movimiento del líquido refrigerante. Si no hay movimiento (y el motor comienza a sobrecalentarse), el termostato está defectuoso y necesita ser substituido.

Un termostato que presenta fallas también puede ser probado quitándolo del motor y colocándolo dentro de un recipiente con agua hirviendo. El termostato debe abrirse cuando golpee el agua caliente y cerrarse cuando enfríe el agua. Se puede utilizar un termómetro para controlar la temperatura exacta de apertura y cierre del termostato.

Cuando un termostato presenta fallas, lo más recomendable será cambiarlo, ya que su costo no es muy elevado y su buen funcionamiento es importantísimo para proteger al motor de un sobrecalentamiento excesivo.

1.3.11. FILTRO DE COMBUSTIBLE

1.3.11.1. Funcionamiento

Los filtros para combustible tienen la función de evitar que las partículas de polvo, de acero, agua, etc. lleguen a la bomba de combustible tapando los inyectores o disminuyendo la vida útil de la misma, de esta manera se mantiene al motor en condiciones normales de operación. Por eso se debe verificar regularmente el estado de los mismos (Fig. 1.76).

Estos filtros mejoran el rendimiento del vehículo y ayudan a cuidar el medio ambiente, reteniendo las impurezas contenidas en el combustible o en el tanque.

Protegen todo el sistema de alimentación.

Cuando el filtro se encuentra saturado, comienza a dejar de circular combustible y el motor comienza a perder potencia y luego se detiene repentinamente.

En la actualidad los filtros de combustible son metálicos y no de plástico como los antiguos por que antes los sistemas de carburador trabajaban con 7 u 8 libras de presión lo que se considera sistemas de baja presión para lo cual el plástico es suficiente, en la actualidad la presión de los sistemas de inyección varía entre las 15 y las 100 PSI por lo que un filtro de plástico es insuficiente para soportar la presión.



Fig. 1.76. Tipos De Filtros

Sistemas de inyección de combustible

Los componentes de los sistemas de inyección son muchos más sensibles a la contaminación que los sistemas de carburación. Por consiguiente, estos sistemas siempre tienen un filtro de combustible, bien sea en el tanque o en línea. La bomba de combustible, que se monta normalmente en el tanque, aspira el combustible del tanque y lo bombea a través del elemento filtrante a los inyectores.

El elemento filtrante es más fino que en el sistema de carburación: 5 a 7 micrones. El elemento está montado en una carcasa de metal y también absorbe el agua del combustible. La carcasa de metal normalmente está montada en los bajos del coche, por lo tanto la carcasa debe resistir las salpicaduras salinas.

1.3.11.2. Partes

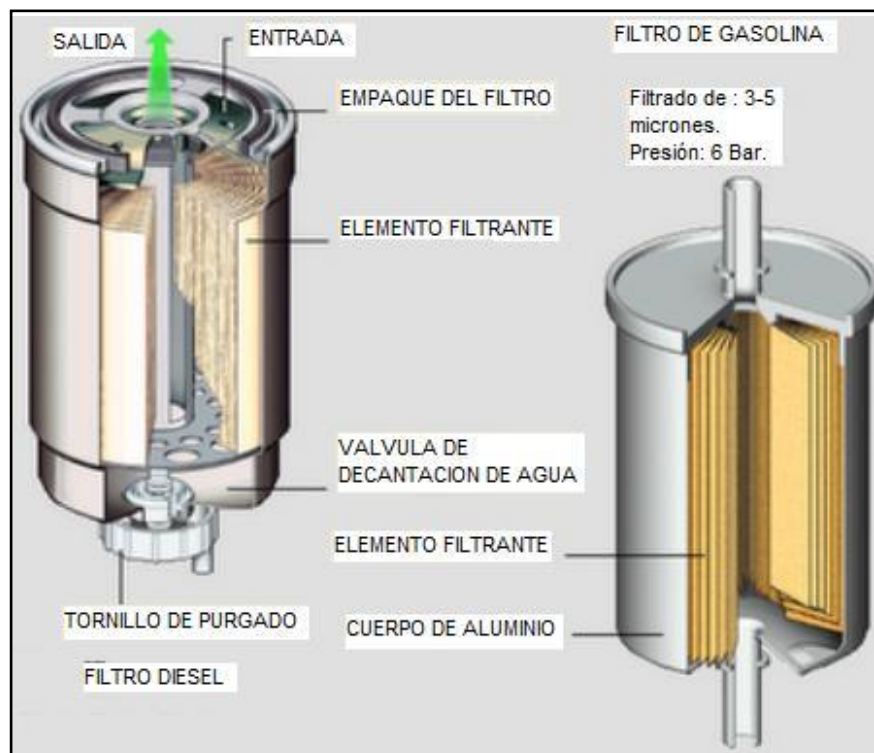


Fig. 1.77. Partes de un Filtro de Combustible

1.3.11.3. Materiales

Los materiales para los filtros de combustible se fabrican a base de fibras de celulosa de alta calidad, impregnadas con resinas especiales. Este material se somete a un proceso de fabricación especial: un precalentamiento hace que el papel sea apto para la modificación de su forma, la llamada granulización. A continuación se pliega el papel correspondiendo con los requisitos. Después se realiza el endurecimiento de la impregnación, la cual proporciona al papel su capacidad de carga mecánica y su resistencia química y térmica.

Fibras de celulosa impregnadas bajo el microscopio (Fig. 1.78).



Fig. 1.78. Fibras de celulosa

Papel filtrante después de la granulización (Fig. 1.79).



Fig. 1.79. Papel Filtrante

Papel plegado acabado para la aplicación en filtros (Fig. 1.80).



Fig. 1.80. Papel Plegado

1.3.11.4. Fallas

Filtro de combustible sucio = Daños en el motor

El combustible limpio, sin partículas de suciedad y óxido, es esencial para el funcionamiento suave y eficiente de su vehículo. Una pequeña partícula de suciedad puede atascar los inyectores, llevando a un desempeño errático y deficiente economía de combustible. El combustible limpio mejora la economía de combustible y el desempeño del motor, ¡algo de verdad importante, en vista de las fluctuaciones en el precio de la gasolina en estos días!

La mayoría de fallas del sistema se debe a la presencia de contaminantes en el líquido, de manera que ignorar un filtro de combustible sucio puede tener consecuencias graves. Un filtro de combustible obstruido o tapado puede hasta llevar a la paralización del motor.

1.3.11.5. Mantenimiento

El filtro de gasolina debe remplazarse por lo menos cada 6 meses o cada 25.000 Km. si no se remplaza baja la presión en el sistema de combustible generando pérdida de potencia y afecta otros componentes de la línea de combustible como son los inyectores y la bomba de combustible.

1.3.12. BOMBA DE COMBUSTIBLE

1.3.12.1. Funcionamiento

Una bomba de combustible es un dispositivo que le entrega al fluido de trabajo o combustible la energía necesaria para desplazarse a través del circuito de alimentación para luego entrar en el interior del cilindro y posteriormente realizar la combustión¹².

¹² www.mecanica virtual.com

Las presiones con las que trabaja la bomba dependen en gran medida del tipo de motor que se tenga. Así, cuanto más potencia necesite un motor, mayor cantidad de cilindros harán falta, por lo que se necesitará una bomba de mayor potencia.

1.3.12.2. Tipos de bombas

Bombas Mecánicas

Las bombas mecánicas son accionadas por algún componente interno del motor mediante contacto directo, esto lógicamente produce fricción y desgaste de varias de sus partes, además, ellas por lo general usan una membrana de goma de un compuesto especial como, el neopreno muy resistente al ataque de la gasolina pero que con el tiempo se fatiga, se reseca y se agrieta, permitiendo fugas externas o internas, originando que la presión disminuya en el sistema de alimentación del combustible, produciendo fallas y hasta la paralización del motor.

Sabemos entonces que la permeabilidad de la membrana de la bomba puede producir el paso de gasolina al interior del motor y en estos casos los daños pueden convertirse en severos (Fig. 1.81).

Bomba Eléctrica

Las bombas eléctricas por lo general trabajan sumergidas en el tanque donde succionan la gasolina y la envían al sistema, pero antes tiene que ser purificada, primero por el filtro interior que está ubicado en la entrada de la bomba, para evitar que el sucio que se encuentra dentro del tanque dañe la bomba, éste filtro cumple una función muy importante, sin embargo por lo general no se le toma muy en cuenta para su debido mantenimiento y es una de las causas del daño en la bomba eléctrica; cuando la gasolina sale del tanque también tiene que pasar por el filtro externo, el cual atrapa el sucio que podría llegar al regulador e inyectores produciendo fallas del motor, también este filtro

puede ser causante del daño de la bomba ya que al estar obstruido produce una contra presión en el sistema y la bomba trabaja forzada acortando su periodo de vida útil.(Fig. 1.82).

1.312.3. Partes

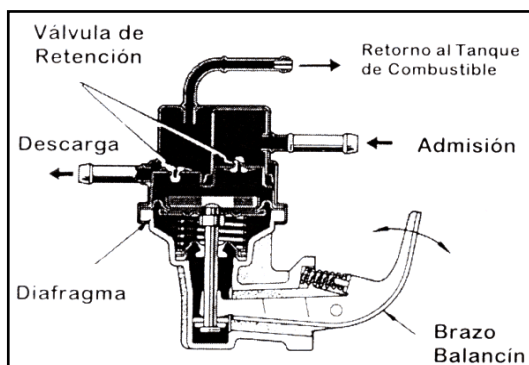


Fig. 1.81. Bomba Mecánica

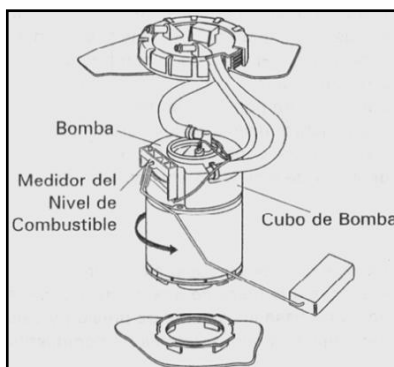
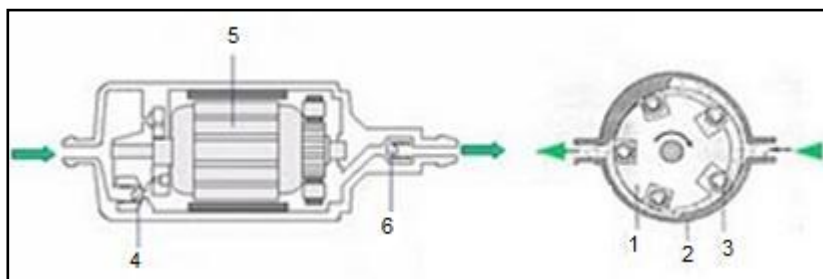


Fig. 1.82 Bomba Eléctrica



1. Rotor, 2. Carter, 3. Rodillo, 4. Válvula de Seguridad, 5. Inducido, 6. Válvula Antiretorno.

Fig. 1.83. Esquema de Una Bomba Eléctrica

1.3.12.4. Materiales

GD-Zn Al 4

- Aleación de fundición fina de Zinc.
- 95% de Zn.
- 4% de Al.
- 0,6% de Cu.
- Resistencia a la tracción de 250 N/mm².
- Alargamiento de 1,5%.

1.3.12.5. Fallas

Fuerte olor a humedad, quemado o sin falla aparente y corrosión por oxidación.

Falla en el vehículo:

La vida útil reducida, no funciona. Baja presión en el sistema de alimentación de combustible.

Causas:

Se realizaron pruebas de funcionamiento incorrecto y/o sin cedazo.

Bomba con soldadura en las terminales y/o con cambio en la posición, tubos de salida de combustible con alteraciones. (fig. 1.84).

Falla en el vehículo:

Baja o alta presión, zumbido o ruido en el Funcionamiento intermitente, pérdida de potencia.

Causas:

No se dispone de la bomba correcta, Falta información, ahorros mal entendidos.

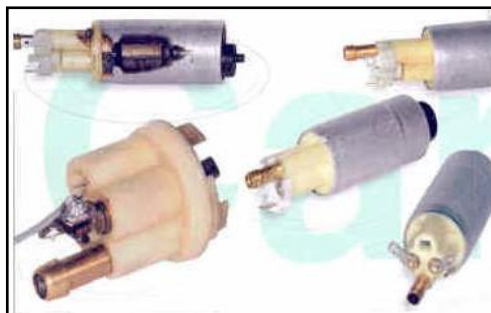


Fig. 1.84. Bomba – Falla 1

Bomba sin falla aparente y en buen estado (fig. 1.85).

Falla en el vehículo:

Baja presión, zumbido o ruido en el funcionamiento, vida útil reducida.

Causas:

Se solicitó la bomba con la muestra física (bombas de gasolina con diseños diferentes); datos del vehículo incompletos o incorrectos.



Fig. 1.85. Bomba – Falla 2

1.3.12.6. Mantenimiento

Tener el tanque de gasolina hasta que llegue a un cuarto en el indicador de combustible en el tablero de instrumentos del automóvil.

Verificar el funcionamiento de la bomba de gasolina únicamente instalada en el vehículo. Consultar el manual del fabricante para comprobar el sistema de alimentación.

Solicitar la bomba correcta.

1.3.13. INYECCIÓN ELECTRÓNICA GASOLINA

1.3.13.1. Funcionamiento

Hasta ahora, el carburador era el medio más usual de preparación de mezcla, medio mecánico. Desde hace algunos años, se aumentó la tendencia a preparar la mezcla por medio de la inyección de combustible en el colector de admisión.

Esta tendencia se explica por las ventajas que supone la inyección de combustible en relación con las exigencias de potencia, consumo, comportamiento de marcha, así como de limitación de elementos contaminantes en los gases de escape.

Se aumenta un componente conocido como electroválvula o inyector para cada cilindro y con esto se consigue una mejor distribución de la mezcla.

Ventajas de la inyección

Consumo reducido

Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

Mayor potencia

La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los

cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

Gases de escape menos contaminantes

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la mezcla aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

Arranque en frío y fase de calentamiento

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí.

1.3.13.2. Clasificación de los sistemas de inyección.

SEGÚN EL LUGAR DONDE INYECTAN:

Inyección Directa: El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor GDI de Mitsubishi (Fig. 1.86).

Inyección Indirecta: El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente (Fig. 1.86).

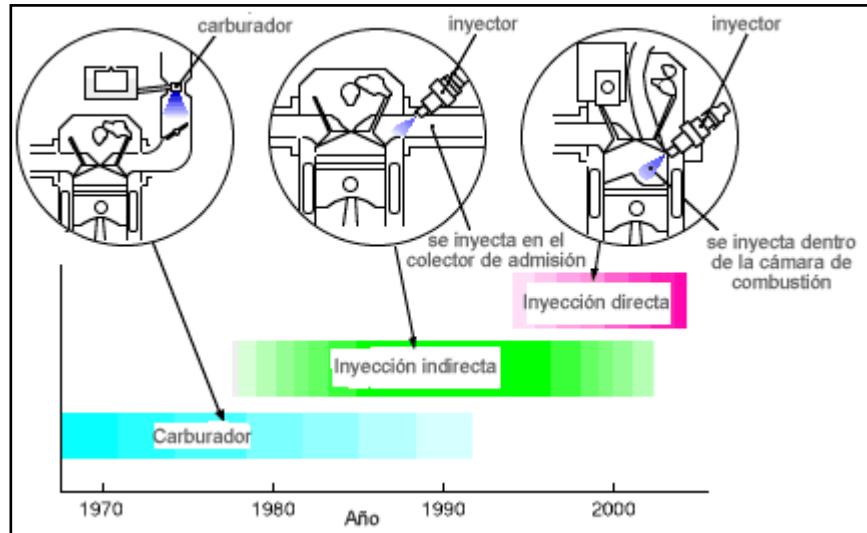


Fig. 1.86. Tipos de Inyección

SEGÚN EL NÚMERO DE INYECTORES:

Inyección Mono punto: Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de contaminación (Fig. 1.87).

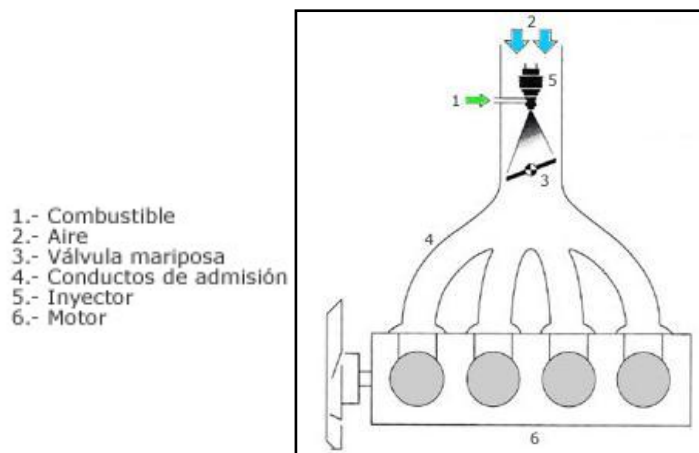


Fig. 1.87. Inyección Monopunto

Inyección Multipunto: Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada (Fig. 1.88).

- 1.- Combustible
- 2.- Aire
- 3.- Válvula mariposa
- 4.- Conductos de admisión
- 5.- Inyector
- 6.- Motor

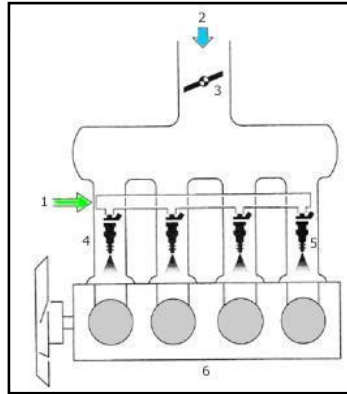


Fig. 1.88. Inyección Multipunto

SEGÚN EL NÚMERO DE INYECCIONES:

Inyección Intermitente: Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la ECU de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos (Fig. 1.89):

Secuencial: El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

Semisecuencial: El combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

Simultanea: El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

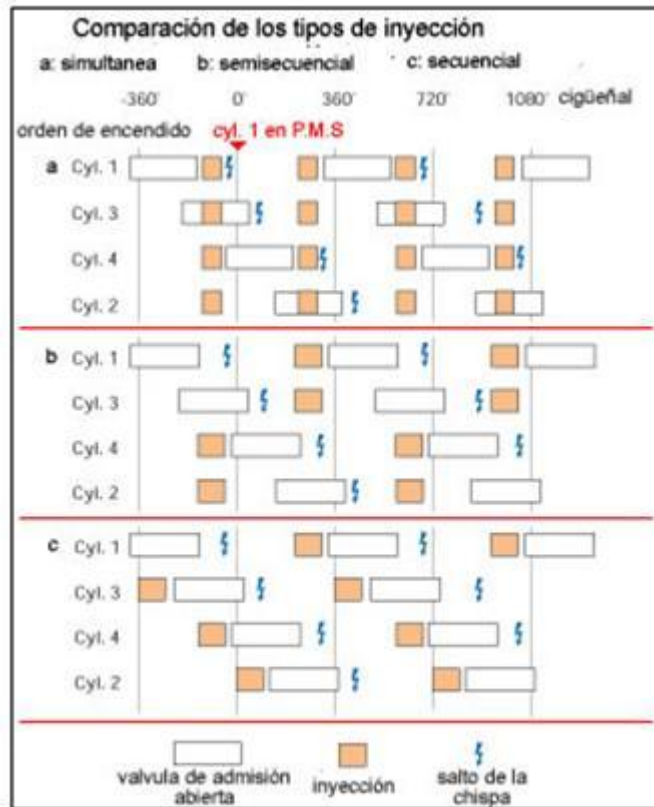
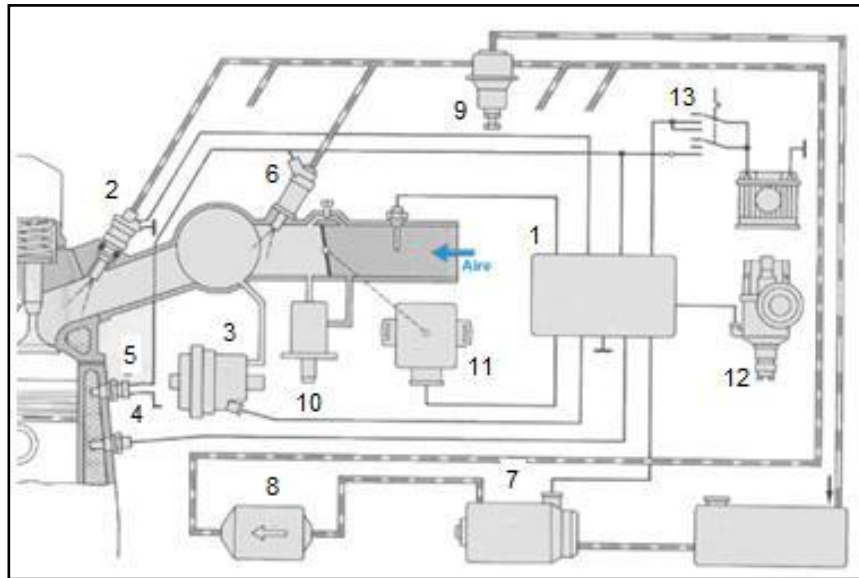


Fig.1.89. Tipos de Inyección

1.3.13.3. Sistemas De Inyección

1.3.13.3.1. Inyección Electrónica D-Jetronic (Fig. 1.90).

La ventaja de este sistema no fue grande respecto de los sistemas de carburación por lo que se sustituyo rápidamente, la determinación del volumen de aire (sensor de presión) que utilizaba el D-Jetronic se cambio por un medidor de caudal de aire naciendo el sistema de inyección L-jetronic.



- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.- Unidad de control o centralita | 8.- Filtro |
| 2.- Inyector | 9.- Regulador de presión |
| 3.- Sensor de presión | 10.- Válvula de aire adicional |
| 4.- Sensor de temperatura motor | 11.- Sensor de posición de mariposa |
| 5.- Termoccontacto temporizado | 12.- Distribuidor de encendido |
| 6.- Inyector de arranque en frío | 13.- Llave de contacto |
| 7.- Bomba eléctrica de combustible | |

Fig. 1.90. Inyección D- Jetronic

Sensor de presión

El sensor de presión proporciona una señal eléctrica a la unidad de control (ECU) en función de la depresión que existe en el colector de admisión del motor.

1.3.13.3.2. Inyección Electrónica L-jetronic (Fig. 1.91).

Es un sistema de inyección intermitente de gasolina que inyecta gasolina en el colector de admisión a intervalos regulares, en cantidades calculadas y determinadas por la unidad de control (ECU). El sistema de dosificación no necesita ningún tipo de accionamiento mecánico o eléctrico.

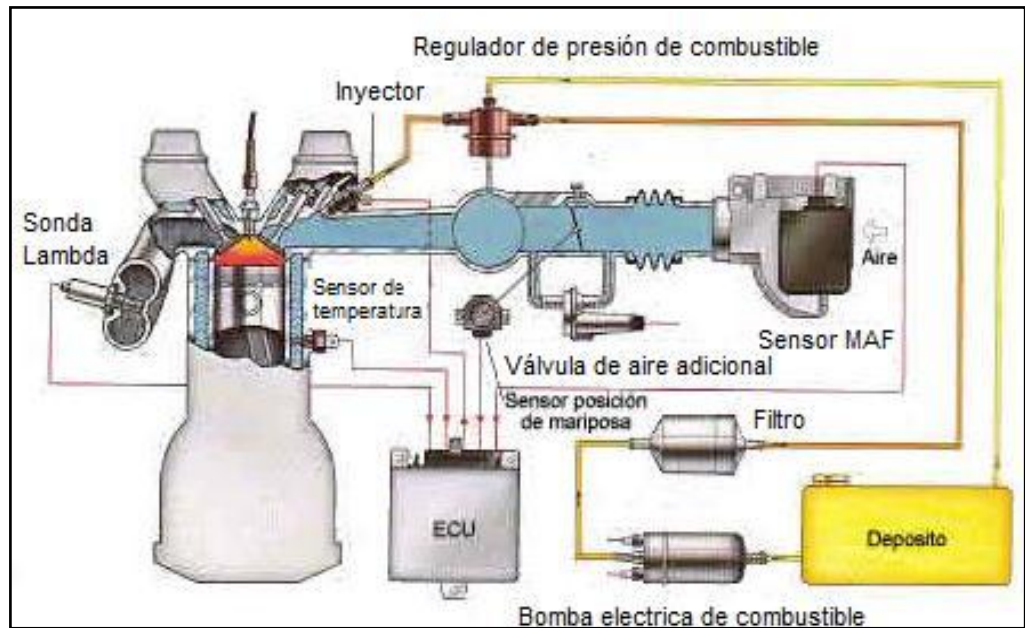


Fig. 1.91. Inyección Electrónica L-jetronic

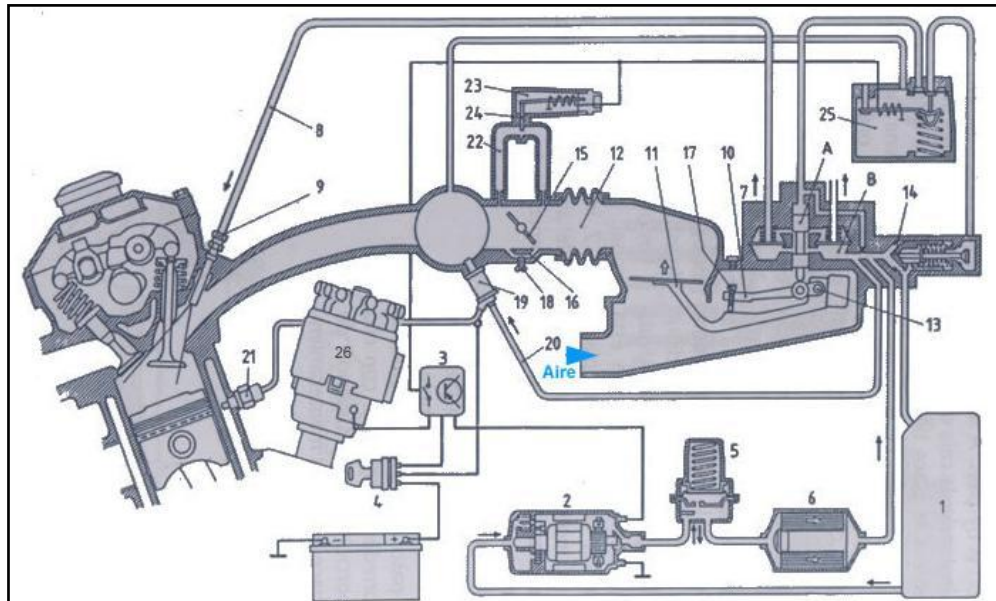
1.3.13.3.3. Inyección Mecánica K-Jetronic (Fig. 1.92).

Proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo. Este sistema realiza tres funciones fundamentales:

Medir el volumen de aire aspirado por el motor, mediante un caudalímetro especial.

Alimentación de gasolina mediante una bomba eléctrica que envía la gasolina hacia un dosificador-distribuidor que proporciona combustible a los inyectores.

Preparación de la mezcla: el volumen de aire aspirado por el motor en función de la posición de la válvula de mariposa constituye el principio de dosificación de carburante. El volumen de aire está determinado por el caudalímetro que actúa sobre el dosificador-distribuidor.



- | | |
|--|---|
| 1.- Depósito de combustible. | 21.- Termocontacto temporizado |
| 2.- Bomba de combustible. | 22.- Conducto by-pass de calentamiento |
| 3.- Relé de mando | 23.- Caja de aire adicional |
| 4.- Llave de contacto | 24.- Oburador |
| 5.- Acumulador | 25.- Regulador de presión de mando y calentamiento |
| 6.- Filtro de combustible | 26.- Distribuidor de encendido |
| 7.- Dosificador-distribuidor | A.- Válvula corredera |
| 9.- Inyector. | B.- Válvula de presión diferencial (parte inferior) |
| 10.- Palanca solidaria con el plato-sonda | |
| 11.- Plato-sonda. | |
| 12.- Colector de admisión | |
| 13.- Eje de giro | |
| 14.- Regulador de la presión de combustible. | |
| 15.- Mariposa de gases | |
| 16.- By-pass | |
| 17.- Tornillo de regulación de la mezcla de ralenti | |
| 18.- Tornillo de regulación de la velocidad de ralenti | |
| 19.- Inyector de arranque en frío | |
| 20.- Tubería de combustible para arranque en frío | |

Fig. 1.92. Inyección Mecánica K-Jetronic

1.3.13.3.4. Inyección Electrónica Motronic (Fig. 1.93).

El sistema Motronic combina la inyección de gasolina del L- Jetronic con un sistema de encendido electrónico a fin de formar un sistema de regulación del motor completamente integrado. La diferencia principal con el L-Jetronic consiste en el procesamiento digital de las señales.

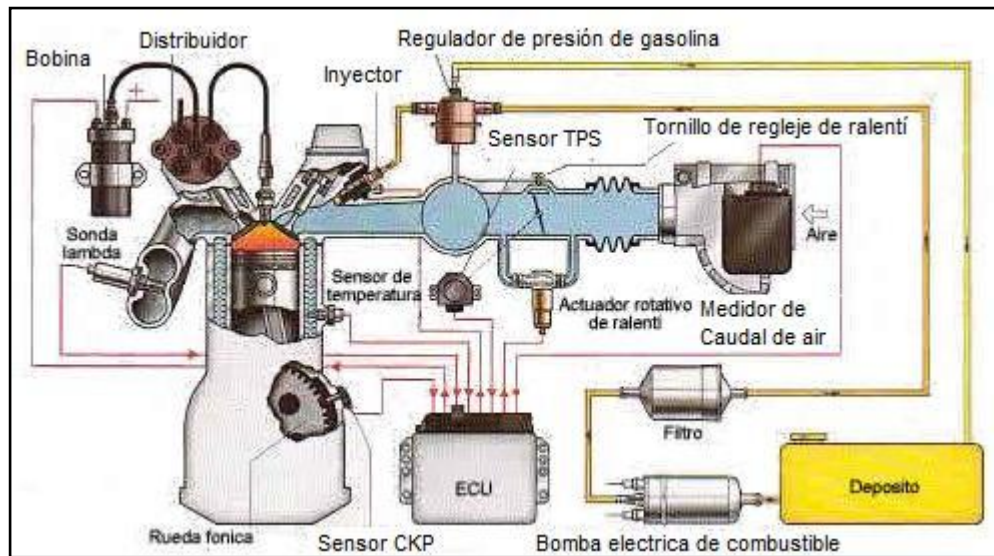


Fig. 1.93. Inyección Electrónica Motronic

1.3.13.3.5. Inyección Electrónica LH-Jetronic. (Fig. 1.94).

Es un sistema de inyección electrónico de gasolina cuya diferencia principal con el sistema L-Jetronic es la utilización de un medidor de caudal de aire distinto (medidor de la masa de aire por hilo caliente).

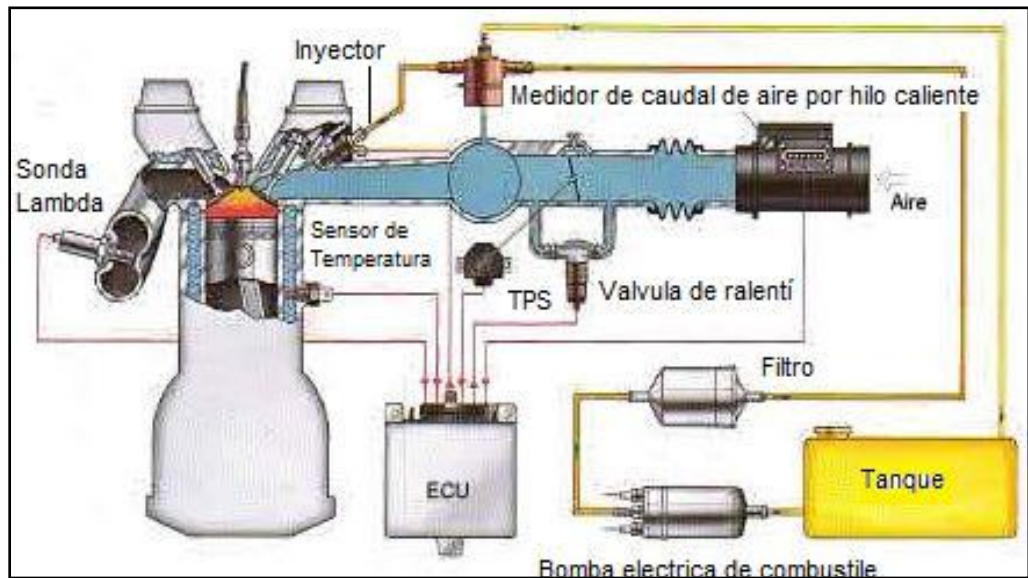


Fig. 1.94. Inyección Electrónica LH-Jetronic.

1.3.13.3.6. Inyección Mecánica-electrónica KE-Jetronic (Fig. 1.95).

Es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con una unidad de control electrónica (ECU). Excepto algunos detalles modificados, en el sistema KE-Jetronic encontramos los principios de base hidráulicos y mecánicos del sistema K-Jetronic. La diferencia principal entre los dos sistemas es que en el sistema KE se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla, por lo tanto no necesita el circuito de control de presión con el regulador de la fase de calentamiento que se usa en el sistema K-Jetronic. Los circuitos eléctricos de esta unidad reciben y procesan las señales eléctricas que transmiten los sensores, como el sensor de la temperatura del refrigerante y el sensor de posición de mariposa. El medidor del caudal de aire del sistema KE difiere ligeramente del que tiene el sistema K. El del sistema KE está equipado de un potenciómetro para detectar eléctricamente la posición del plato-sonda. La unidad de control procesa la señal del potenciómetro, principalmente para determinar el enriquecimiento para la aceleración. El dosificador-distribuidor de combustible instalado en el sistema KE tiene un regulador de presión de carburante de membrana separado, el cual reemplaza al regulador integrado del sistema K-jetronic.

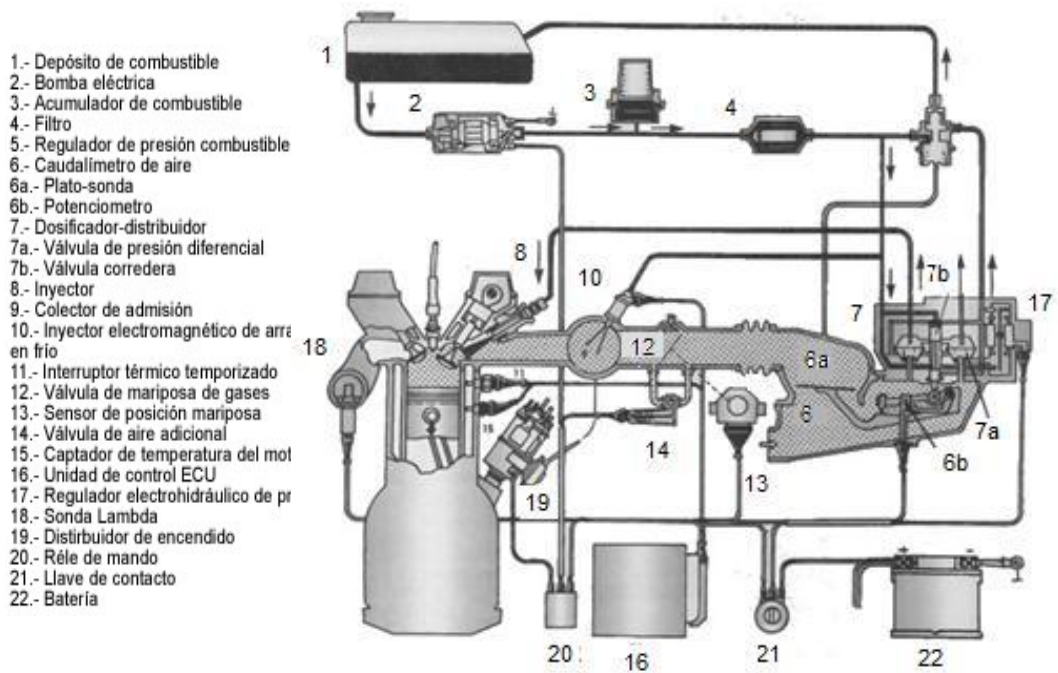
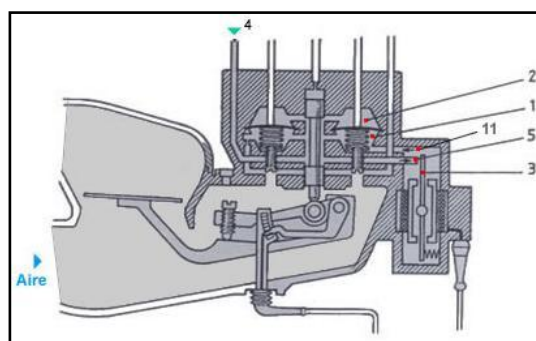


Fig. 1.95. Inyección Mecánica-electrónica KE-Jetronic

Actuador electrohidráulico o regulador de presión (Fig. 1.96).

El funcionamiento de este actuador puede describirse teniendo en cuenta el funcionamiento del sistema K-Jetronic, partiendo de que la alimentación a los inyectores se produce cuando las presiones en las cámaras de las válvulas de presión diferencial son diferentes.



- 1.- Válvula de presión diferencial (cámara inferior)
- 2.- Válvula de presión diferencial (cámara superior)
- 3.- Placa de rebote
- 4.- Entrada de combustible de la bomba
- 5.- Entrada de combustible al actuador
- 11.- Salida de combustible del actuador

Fig. 1.96. Actuador electrohidráulico o regulador de presión

Regulador de presión del circuito de alimentación de combustible

Otro elemento diferencial con respecto al sistema K-Jetronic es el uso de este elemento. Su misión es mantener un valor de presión estable en el circuito aun cuando el consumo sea elevado o se observen valores irregulares en la presión proporcionada por la electrobomba.

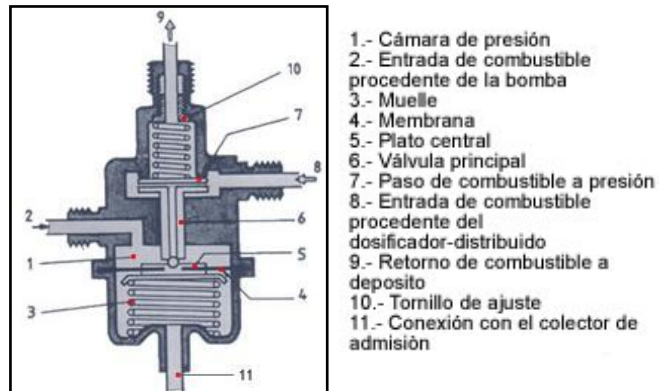


Fig. 1.97. Regulador de presión del circuito de alimentación

Sensor de posición de mariposa (Fig. 1.98).

Este sensor llamado interruptor de mariposa tiene como misión informar a la unidad de control ECU de la posición en que se encuentra la mariposa de gases.

En su interior incorpora dos contactos eléctricos correspondientes a la posición de ralentí y de plena carga cuando se encuentra el pedal del acelerador en reposo o pisado a fondo. La posición del interruptor de mariposa permite su graduación por medio de dos ranuras.

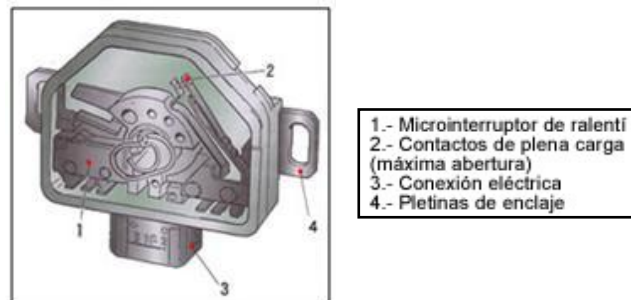
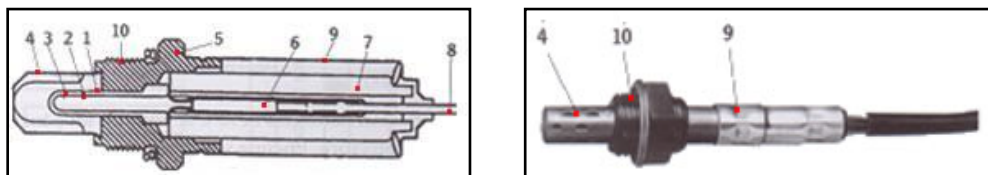


Fig. 1.98. Sensor de posición de mariposa

Regulación Lambda (Fig. 1.99).

La sonda lambda transmite a la unidad de control ECU una señal característica de la composición instantánea de la mezcla (aire/gasolina). Esta sonda está montada en un punto del colector de escape donde la temperatura necesaria para su funcionamiento exista en todos los regímenes del motor. Esta señal sirve a la ECU para mantener una dosificación de la mezcla correcta en todos modos de funcionamiento del motor y para permitir el funcionamiento correcto del catalizador que es muy sensible e ineficaz para mezclas inadecuadas al régimen de funcionamiento del motor.



- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1.- Electrodo exterior | 6.- Electrodo de contacto |
| 2.- Electrodo interior | 7.- Aislante térmico cerámico |
| 3.- Cerámica intermedia | 8.- Conexión eléctrica |
| 4.- Tubo protector | 9.- Envoltura protectora |
| 5.- Cuerpo soporte metálico | 10.- Rosca de montaje |

Fig. 1.99. Regulación Lambda

Unidad de control (Fig. 1.100).

También llamada centralita o ECU (Electronic Control Unit) está concebida bajo los mismos criterios y diseño que las utilizadas en los sistemas de inyección L-Jetronic, pero como las funciones en el sistema que nos ocupa son mucho más sencillas y limitadas, se construyen en técnica analógica, preferente, aunque también pueden encontrarse en ellas circuitos que trabajan por la técnica digital.

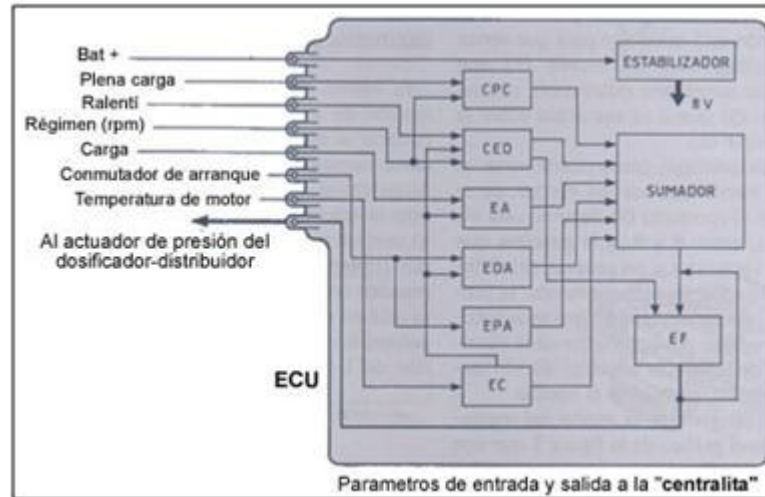


Fig. 1.100. Unidad de control

Medidor del caudal de aire o medidor de la masa de aire por hilo caliente (Fig. 1.101).

El medidor de la masa de aire por hilo caliente es un perfeccionamiento del medidor del caudal de aire clásico. En la caja tubular hay un tubo de medición del diámetro más pequeño, atravesado por una sonda térmica y un hilo. Estos dos componentes forman parte de un circuito de puente que mantiene el hilo a una temperatura constante superior a la temperatura del aire medido por el medidor. La corriente necesaria es directamente proporcional a la masa de aire, independientemente de su presión, su temperatura o su humedad.

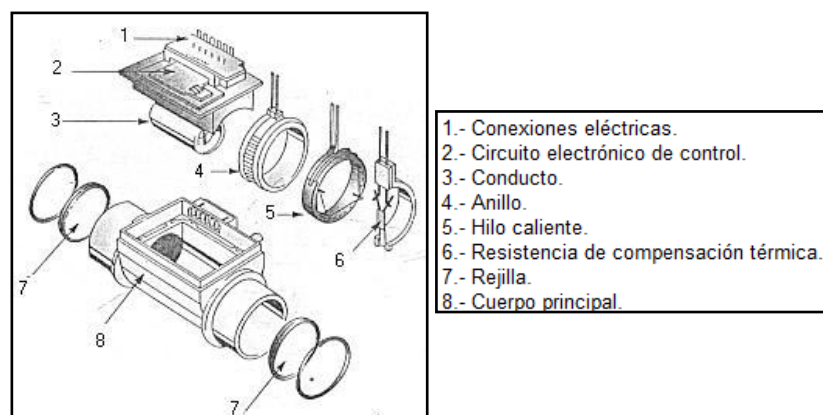


Fig. 1.101. Medidor del caudal de aire

1.3.13.3.7. *Inyección Electrónica Mono Jetronic Monopunto TBI*

El sistema monopunto consiste en único inyector colocado antes de la mariposa de gases, donde la gasolina se a impulsos y a una presión de 0,5 bar (Fig. 1.102).

Los tres elementos fundamentales que forman el esquema de un sistema de inyección monopunto son el inyector que sustituye a los inyectores en el caso de una inyección multipunto. Como en el caso del carburador este inyector se encuentra colocado antes de la mariposa de gases, esta es otra diferencia importante con los sistemas de inyección multipunto donde los inyectores están después de la mariposa.

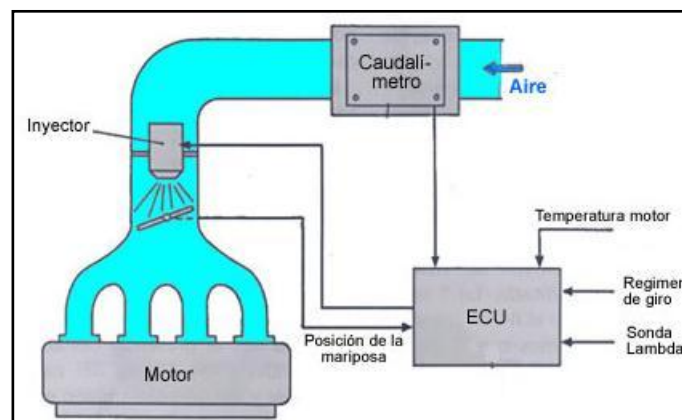
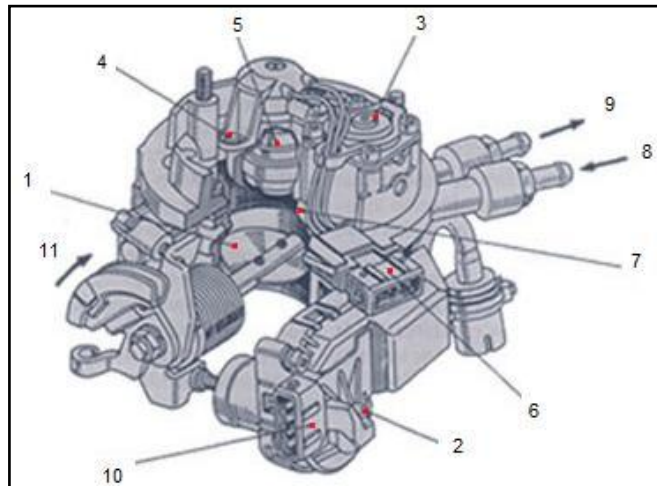


Fig. 1.102. Inyección Monopunto

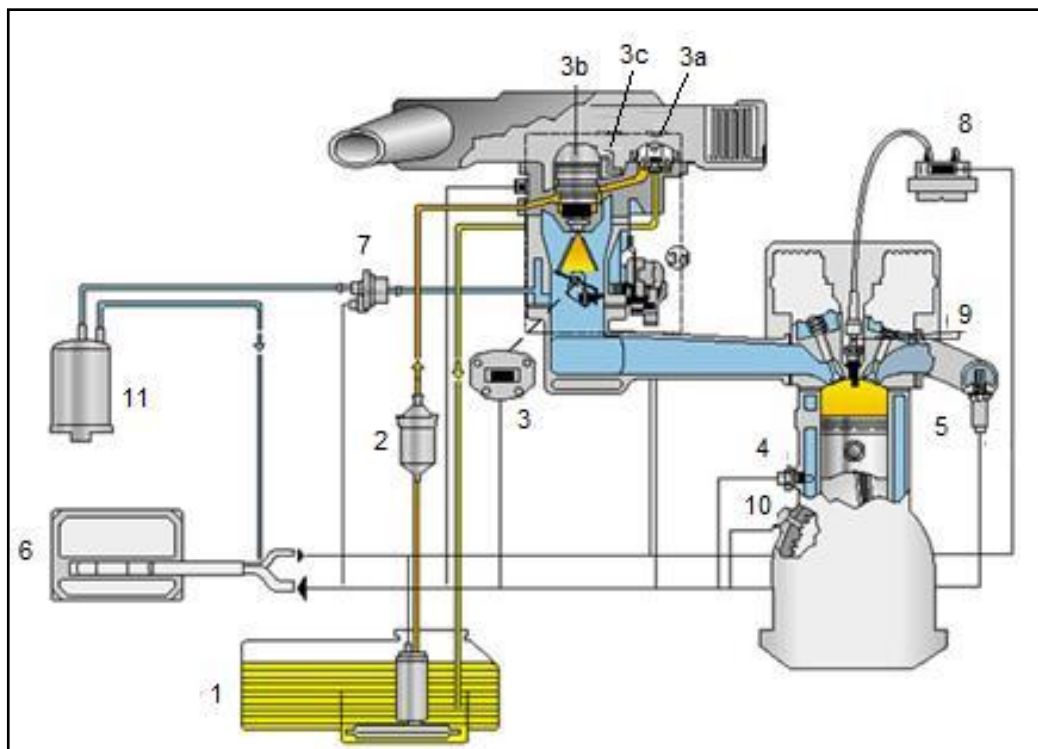
El elemento distintivo de este sistema de inyección es la "unidad central de inyección" o también llamado "cuerpo de mariposa" que se parece exteriormente a un carburador (Fig. 1.103).

En este elemento se concentran numerosos dispositivos como por supuesto "el inyector", también tenemos la mariposa de gases, el regulador de presión de combustible, regulador de ralentí, el sensor de temperatura de aire, sensor de posición de la mariposa, incluso el caudalímetro de aire en algunos casos.



- 1.- Mariposa de gases
- 2.- Posicionador de mariposa para marcha lenta
- 3.- Regulador de presión de combustible
- 4.- Sensor de temperatura de aire
- 5.- Inyector
- 6.- Conector eléctrico del inyector
- 7.- Sensor de posición de la mariposa
- 8.- Entrada de combustible
- 9.- Salida de combustible
- 10.- Conexión eléctrica del posicionador de mariposa
- 11.- Acople del cable del pedal acelerador

Fig. 1.103. Esquema del Sistema TBI



- 1.- Bomba de combustible
- 2.- Filtro
- 3.- Sensor de posición de mariposa
- 3a.- Regulador de presión de combustible
- 3b.- Inyector
- 3c.- Sensor de temperatura de aire
- 3d.- Actuador de ralenti
- 4.- Sensor de temperatura del refrigerante motor
- 5.- Sonda Lambda
- 6.- Unidad de control (ECU)
- 7.- Válvula de ventilación del canister
- 8.- Bobina de encendido doble (de chispa perdida)
- 9.- Bujía de encendido
- 10.- Sensor de rpm
- 11.- Canister

Fig. 1.103. Esquema del Sistema TBI

1.3.13.4. Sensores y Actuadores

Sensores de Temperatura del Refrigerante CTS, ETC, (Fig. 1.104).

Mide la temperatura del refrigerante del motor a través de una resistencia que provoca la caída de voltaje a la computadora para que ajuste la mezcla aire /combustible y la duración de pulsos de los inyectores. Este sensor enviara información a la computadora que servirá también para la activación del ventilador.

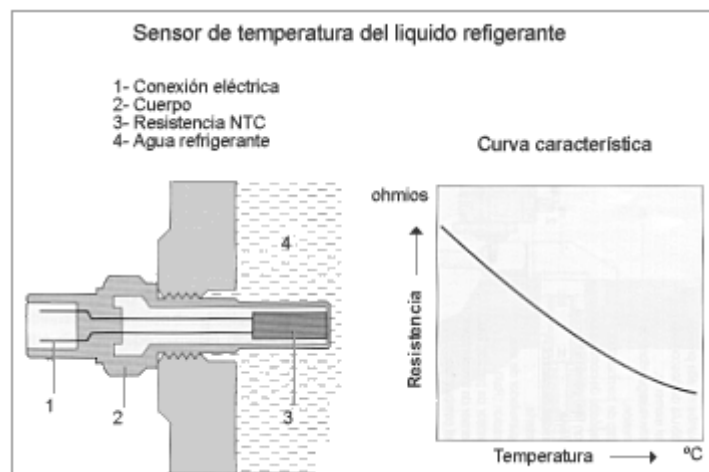


Fig. 1.104. Sensores de Temperatura

Sensores de Temperatura de carga de Aire (MAT, IAT), (Fig. 105).

Son dispositivos termistores en los cuales la resistencia varía con la temperatura, miden la temperatura del aire que pasa por el múltiple de admisión, provocando una caída de voltaje de la ECU para ajustar la mezcla de aire/combustible y la duración del pulso del inyector

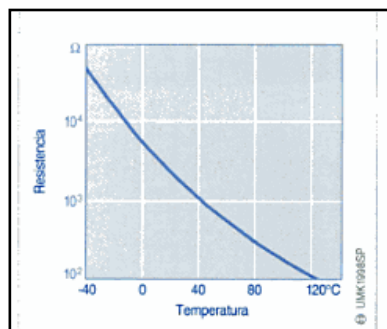


Fig. 1.105. Sensores de Temperatura

Sensores de Presión Absoluta del Múltiple (MAP, BARO, MDP, BPS)

El sensor MAP (Sensor presión absoluta del múltiple) provee al PCM de una señal correspondiente a la presión absoluta que hay en el múltiple de admisión para calcular la carga motor. Si la presión es baja (mucho vacío) la carga del motor es pequeña y el PCM inyectará poco combustible. Si en cambio la presión en el múltiple es alta (presión atmosférica o próxima a ella) el PCM interpretará que la carga al motor es grande e inyectará mas combustible (Fig. 1.106).

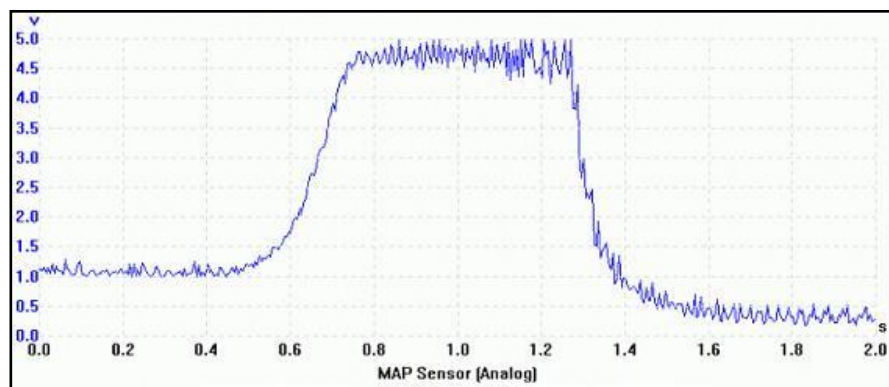


Fig. 1.106. Sensores de Presión Absoluta

Sensores de Oxígeno (O2, EGO, Sonda Lambda)

Detectan la cantidad de oxígeno que contienen los gases de escape, generando voltajes de 0.1 a 1 Volts; la Centralita utiliza estos datos de mezcla rica o pobre para calibrar la relación aire/combustible hasta 14.7 a 1. (Fig. 1.107).

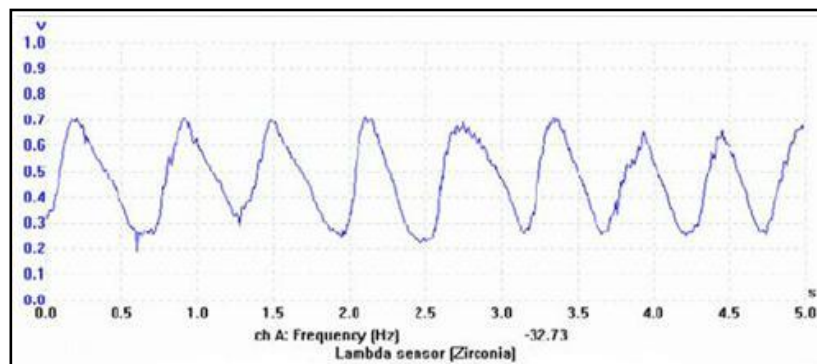


Fig. 1.107. Sensores de Oxígeno

Sensores de flujo de masa de aire (MAF)

El sensor MAF o sensor del flujo de aire mide directamente el aire que ingresa por el ducto de admisión. Se encuentra colocado entre el filtro de aire y el cuerpo de la mariposa de aceleración.

En la (Fig. 1.108) se observa la forma de onda correspondiente a una aceleración brusca. El voltaje de la señal en ralentí debe ser de alrededor de 1V mientras que en una aceleración brusca la señal del MAF crecerá hasta 3V o más.

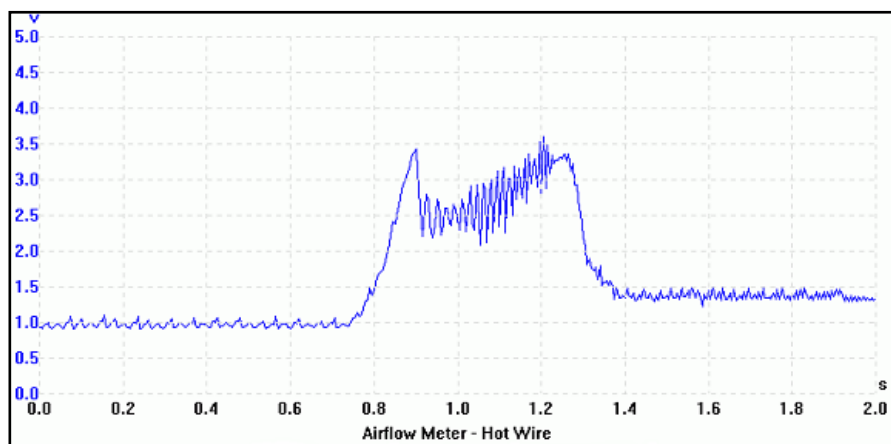


Fig. 1.108. Sensores de flujo de masa de aire

Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)

Este tipo de sensor puede ser magnético o de efecto Hall, que proveen a la ECU información, en el caso del CKP, sobre la posición del cigüeñal y sobre las R.P.M., para que pueda calcular la repetición de inyección, avance de la distribución y sincronización del encendido sin distribuidor.

El sensor de cigüeñal de tipo Hall genera una onda cuadrada con tantas señales como cilindros tenga el motor. En algunos casos una de las señales es más grande que las demás indicando el PMS del cilindro uno cuando el sistema es de inyección secuencial (Fig. 1.109).

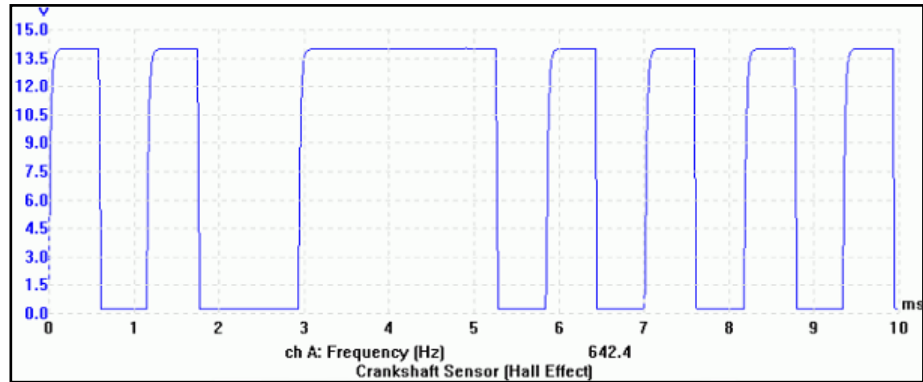


Fig. 1.109. Sensor de Posición del Cigüeñal

Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP).

El sensor de árbol de levas inductivo provee al PCM la información que le permite identificar el cilindro número 1. Es utilizado en los sistemas de inyección secuencial (Fig. 1.110).

Es llamado también sensor de fase. Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está enfrenteado a un común del árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas de cigüeñal.

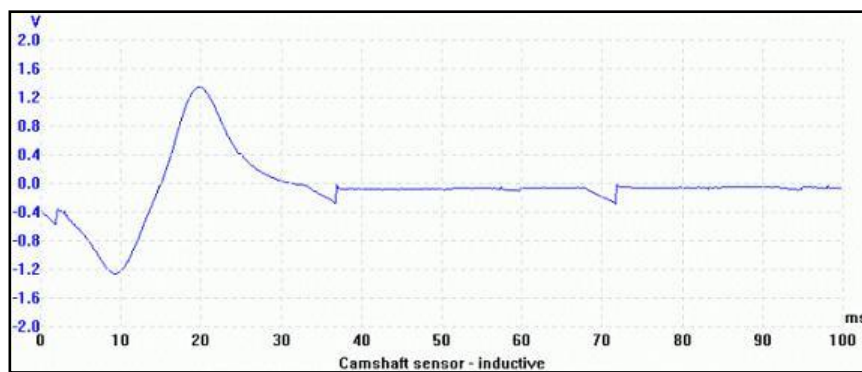


Fig. 1.110. Sensor de Posición del Árbol de Levas

Sensor De Posición De La Mariposa De Aceleración (TPS).

El sensor TPS informa al PCM de la posición de la mariposa de aceleración. Está compuesto por un potenciómetro de tres cables aunque en algunos sistemas se le agrega un cuarto cable correspondiente a un "CUT OFF" o Idle Switch.

La condición de mariposa cerrada se suele representar por un voltaje bajo menor a 1Volt, mientras que la mariposa totalmente abierta se representa con un voltaje alto normalmente 4,5 Volt (Fig. 1.111).

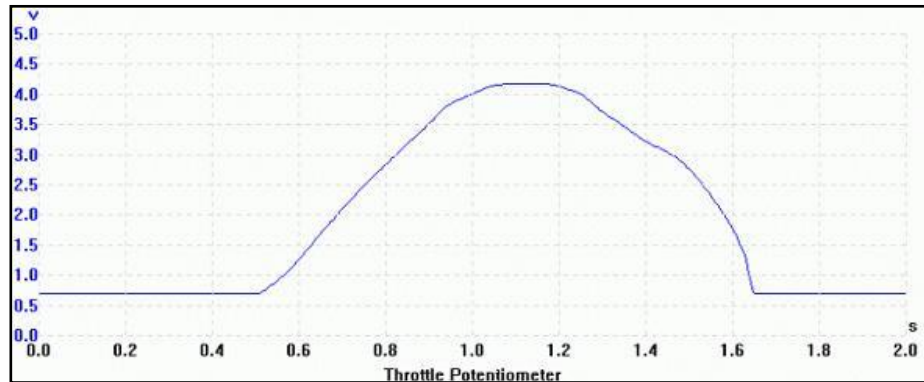


Fig. 1.111. Sensor De Posición De La Mariposa De Aceleración

Sensor del pedal del acelerador (VPP).

El componente esencial es un potenciómetro (resistencia eléctrica variable). Dependiendo de la posición del pedal acelerador surge en este una tensión. Conforme a una línea característica programada en la unidad de control se calcula la posición del pedal acelerador a partir de esta tensión (Fig. 1.112).

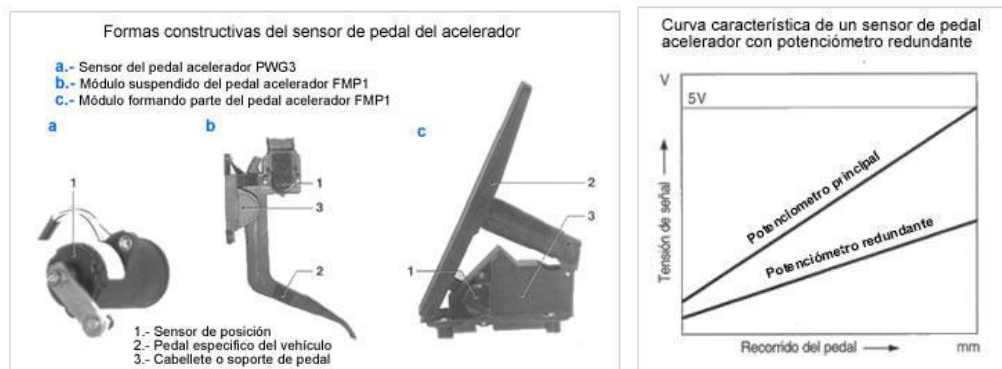


Fig. 1.112. Sensor del pedal del acelerador

Sensor De Detonación (KS).

Crea una señal eléctrica basada en la vibración causada por la detonación. La computadora usa esta comunicación para rastrear el tiempo en el que ocurren los golpes de encendido (Fig. 1.113).

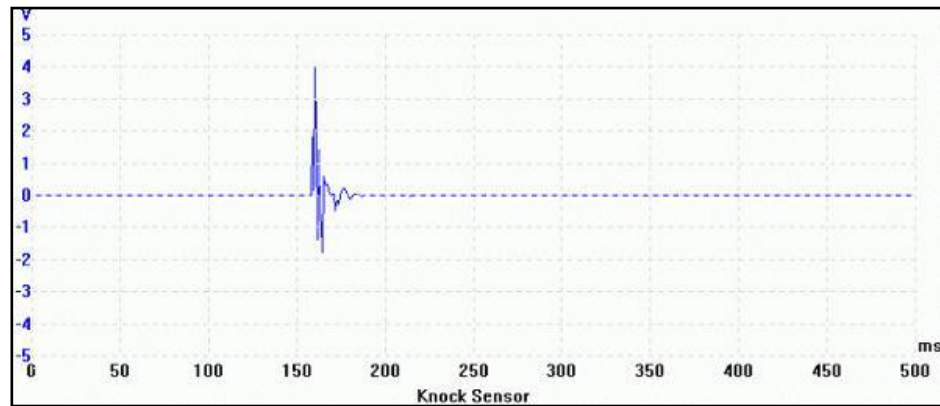


Fig. 1.113. Sensor De Detonación

1.3.13.5. Fallas y Mantenimiento

SENSORES DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (CTS, ETC)

Síntoma de fallo:

Encendido pobre con el motor frío.

Se enciende la luz de Check Engine.

Alto consumo de combustible.

Pérdida de potencia.

Mantenimiento y Servicio:

Revisar cada 25,000 km mediante los valores especificados de resistencia

El líquido anticongelante viejo puede ocasionar corrosión o mal contacto en las terminales, dañando el sensor.

SENSORES DE TEMPERATURA DE CARGA DE AIRE (ACT, MAT, IAT)

Síntoma de fallo:

Encendido pobre.

Se enciende la luz de Check Engine.

Titubeo en el motor.

Fuerte olor de gasolina en el escape y bajo rendimiento.

Incremento en emisiones contaminantes.

Mantenimiento y Servicio:

Revisar en cada afinación o 40,000 Km los daños causados por corrosión (óxido) en las terminales

Comprobar cuando existan códigos que indiquen problemas en este circuito

SENSORES DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE (MAP, BARO, MDP, BPS)

Síntoma de fallo:

Bajo rendimiento en el encendido.

Emisión de humo negro.

Posible calentamiento del convertidor catalítico.

Marcha mínima inestable.

Alto consumo de combustible.

Se enciende la luz de Check Engine.

Mantenimiento y Servicio:

Revisar en cada afinación o bien cada 40,000 Km.

Comprobar que no existan mangueras de vacío mal conectadas, deformadas, agrietadas u obstruidas

SENSORES DE OXÍGENO (O₂, EGO, SONDA LAMBDA)

Síntoma de fallo:

Se enciende la luz de Check Engine.

Bajo rendimiento de combustible e incremento de hidrocarburos.

Mantenimiento y Servicio:

Verificar periódicamente las emisiones.

Reemplazar según las especificaciones del fabricante.

SENSORES DE FLUJO DE MASA DE AIRE (MAF)

Síntoma de fallo:

Reacción lenta en el encendido.

Bajo rendimiento de combustible.

Altas emisiones de hidrocarburos.

Se enciende la luz de Check Engine.

Mantenimiento y Servicio:

Revise periódicamente las emisiones y los códigos de error.

Reemplace según las especificaciones del fabricante.

SENSORES DE POSICIÓN (CKP, CMP)

Síntoma de fallo:

El motor no enciende.

Explosiones en el arranque.

Se enciende la luz de Check Engine.

Mantenimiento y Servicio:

Revisar los códigos de error.

Reemplace cuando sea necesario.

SENSORES DE DETONACIÓN (CKP, CMP)

Síntoma de fallo:

Pistoneo.

Detonación.

No hay potencia.

Encendido prematuro.

Mantenimiento y Servicio:

Revisar los códigos de error.

Reemplace cuando sea necesario.

SENSORES DE VELOCIDAD

El vehículo se vuelve inestable.

Se enciende y apaga la luz de Check Engine.

No funciona el velocímetro.

Se jalonea el vehículo.

Mantenimiento y Servicio:

Se tienen que revisar las conexiones para que no tengan falso contacto.

Que el sensor esté registrando una lectura correcta

Ver que no esté floja la parte de la sujeción.

SENSORES DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA EGR (EVP)

Síntoma de fallo:

Condiciones de mezcla pobre, explosiones en la maquina y se enciende la luz del Check Engine.

Mantenimiento y Servicio:

Revisar el correcto funcionamiento en cada afinación.

Reemplazar cuando el código de fallo indique problemas.

1.3.14. INYECCIÓN DIESEL

1.3.14.1. Funcionamiento

Los sistemas de inyección diesel se dividen en inyección directa e inyección indirecta.

INYECCIÓN INDIRECTA

El motor diesel funciona mediante la ignición del combustible al ser inyectado en una pre-cámara ubicada en el cabezote la mayoría de vehículos diesel tenían este sistema (Fig. 1.114)

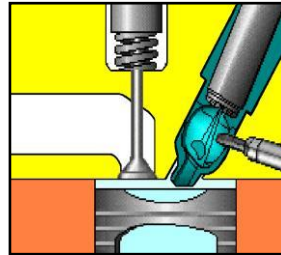


Fig. 1.114. Inyección Indirecta

INYECCIÓN DIRECTA

Como conocemos dentro de la inyección directa diesel el inyector y la bujía de precalentamiento se encuentra dentro de la cámara de combustión similar a lo que sucede en los motores a gasolina este sistema es nuevo en el mercado en los últimos años (Fig. 1.115).

Dentro de los motores de inyección directa hay que distinguir tres sistemas diferentes a la hora de inyectar el combustible dentro de los cilindros.

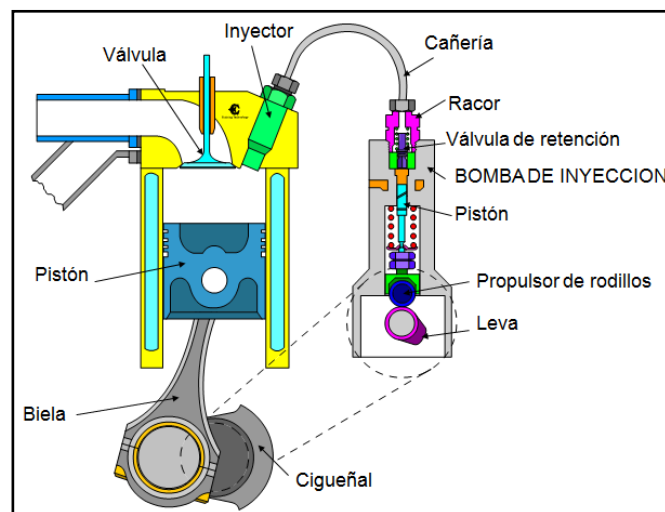


Fig. 1.115. Inyección Directa

1.3.14.2. Bombas de Inyección Diesel

En los motores Diesel existen dos tipos de bombas de inyección de combustible, éstas son las lineales y las rotativas; las lineales se utilizan frecuentemente en motores de alta relación de compresión y las rotativas en motores con relaciones medianas de compresión. Ambas bombas ofrecen caudal pero deben ser robustas para soportar la presión del sistema de inyección.

1.3.14.2.1 Bombas De Inyección Lineal

Se denomina principalmente bomba de inyección lineal debido a que los impulsadores se encuentran en línea y se caracteriza porque el número de impulsores debe ser igual al número de cilindros, las levas están desfasadas según la distribución de la inyección de combustible para cada cilindro.

La presión en este tipo de bomba está dada por la válvula anti-retorno y por la fuerza del muelle ubicado en el inyector. La inyección se debe dar a cabo al superar la presión ya mencionada y pulverizar el combustible mezclándolo correctamente con el aire y así obtener una mejor combustión (Fig. 1.116)

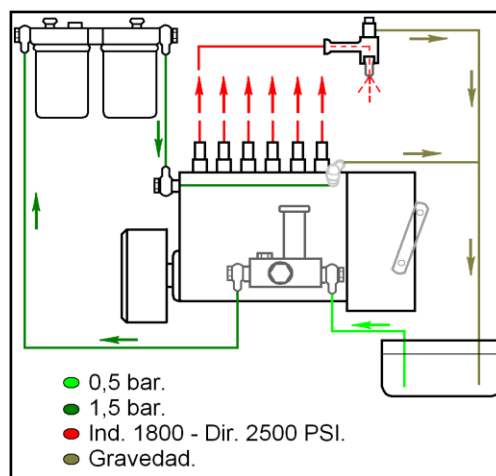


Fig. 1.116. Circuito de Presiones

PARTES DE LA BOMBA DE INYECCIÓN LINEAL (Fig. 117):

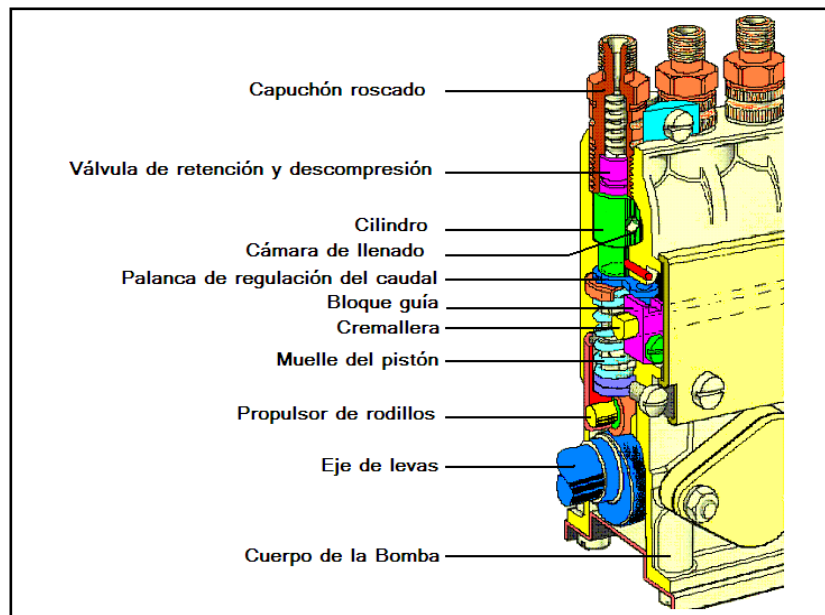


Fig. 1.117. Partes de Una Bomba Lineal

FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA LINEAL.

Al girar el árbol de levas mueve los impulsadores y los émbolos ubicados en los cilindros de la bomba; mientras se oprime el acelerador se mueve la cremallera y esta a su vez hace girar el helicoidal el cual suministra más cantidad de combustible a los cilindros de la bomba y por medio de los émbolos el combustible es enviado hacia cada inyector en la cámara de combustión del motor. Cada elemento (impulsador y émbolo) es accionado por el eje de levas de la bomba con su correspondiente leva (Fig. 118).

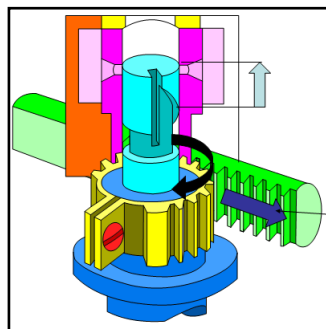


Fig. 1.118. Accionamiento de los Elementos

ELEMENTO O PISTÓN DE LA BOMBA LINEAL (Fig. 119).

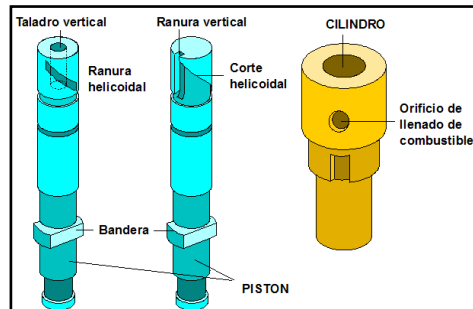


Fig. 1.119. Elemento o Pistón

EJE DE LEVAS DE LA BOMBA (Fig. 1.120).

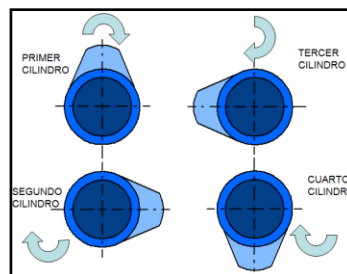


Fig. 1.120. Eje De Levas

BOMBA DE TRANSFERENCIA.- aspira el combustible desde el tanque hasta los filtros y enviar con presión hasta la galería de la bomba (Fig. 1.121).

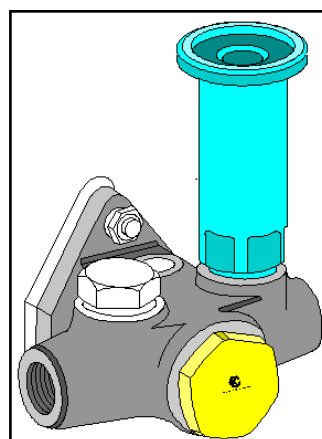


Fig. 1.121. Bomba de Transferencia

1.3.14.2.2. Bombas De Inyección Electrónica Rotativa

Regulación Del Caudal De Inyección De Combustible

La cantidad de combustible a inyectar en los cilindros es determinada en todo momento por la unidad de control (EDC), para ello utiliza la información que recibe de los distintos sensores y envía órdenes en forma de señales eléctricas a la bomba de inyección (bomba electrónica) en concreto al servomotor que mueve mediante un perno excéntrico la corredera de regulación.

Si hay un exceso de humos negros en el escape, la cantidad de inyección es limitada en función de una curva característica que tiene memorizada la unidad de control para reducir las emisiones contaminantes.

La información que recibe de los distintos sensores la unidad de control, toma como primarios para el cálculo de la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros del motor a los que recibe de:

Sensor de rpm, Sensor pedal acelerador, Sensor de temperatura del motor y combustible, Caudalímetro, Sensor de posición del regulador de caudal de inyección de la bomba electrónica (Fig. 1.122).

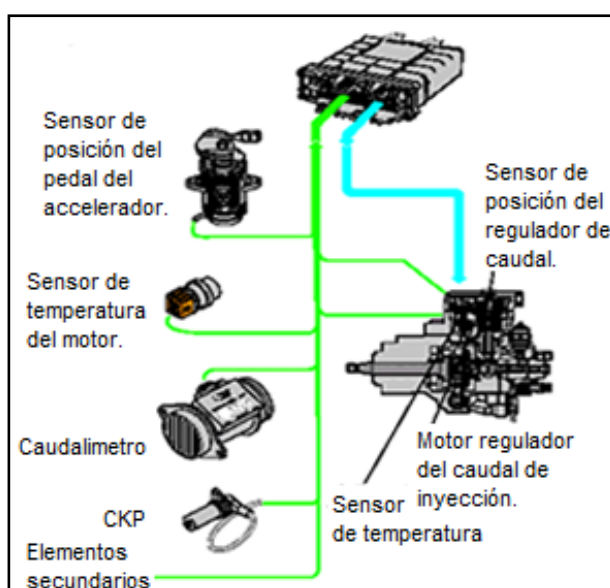


Fig. 1.122. Componentes Electrónicos de una bomba Rotativa

PARTES DE LA BOMBA ROTATIVA ELECTRÓNICA (Fig. 1.123).

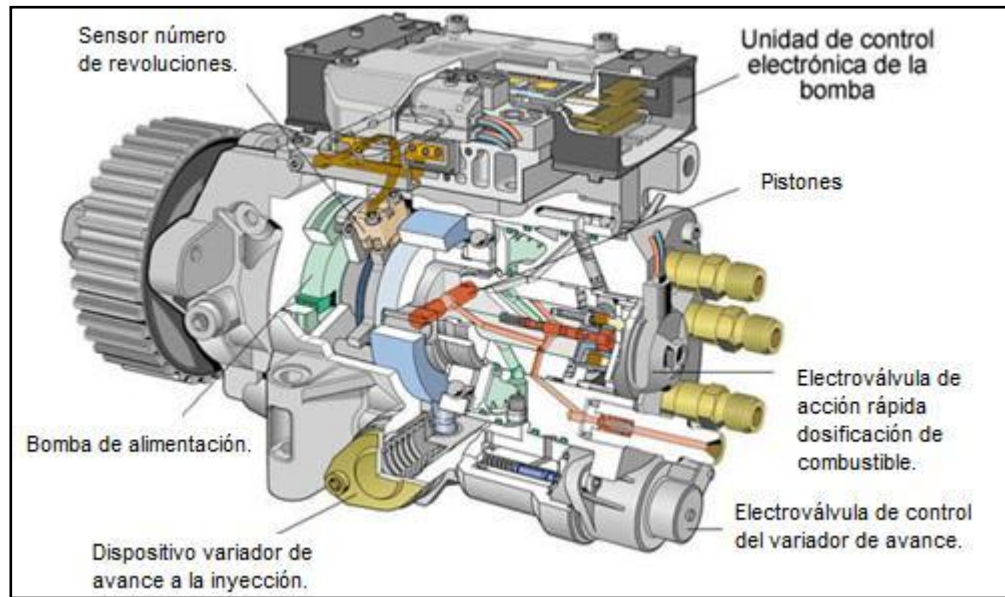


Fig. 1.123. Partes de una Bomba Rotativa

1.3.14.3. Inyectores Diesel

La misión del inyector es introducir el combustible alimentado a alta presión por la bomba de inyección a la cámara de combustión del motor.

1.3.14.3.1. Tipos de inyectores

- Inyectores de orificios para motores de inyección directa.
- Inyectores de tetón para motores con pre-cámara de combustión y cámara de turbulencia.

Inyectores de orificios

Tienen un cono de estanqueidad, un asiento de inyector de forma muy particular en el cuerpo del inyector y un taladro ciego. Los inyectores de orificios se realizan predominantemente con perforaciones múltiples. Sin embargo, también los hay de un solo orificio. En función de las condiciones de la cámara de combustión, el orificio de inyección del inyector de orificio único puede estar dispuesto central o lateralmente. En el caso de inyectores de varios orificios de inyección, estos pueden

estar dispuestos simétrica o asimétricamente. La presión de apertura del inyector se encuentra por lo general entre 150 y 250 bar (Fig. 1.124).

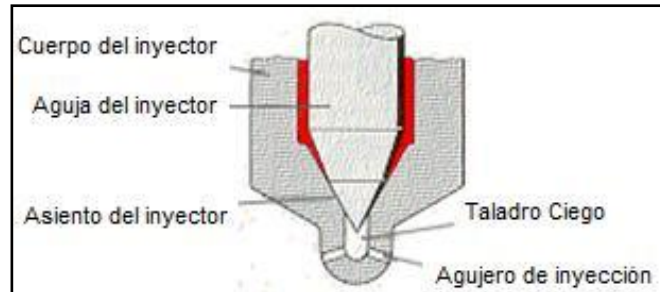


Fig. 1.124. Inyectores de orificios

Inyectores de tetón

En el caso de motores con pre-cámara o cámara de turbulencia, la preparación de la mezcla de combustible se efectúa principalmente mediante turbulencia de aire asistida por un chorro de inyección con la forma apropiada. En el caso de inyectores de tetón, la presión de apertura del inyector se encuentra generalmente entre 110 y 135 bar.

La aguja del inyector de tetón tiene en su extremo un tetón de inyección con una forma perfectamente estudiada, que posibilita la formación de una preinyección (Fig. 1.125).

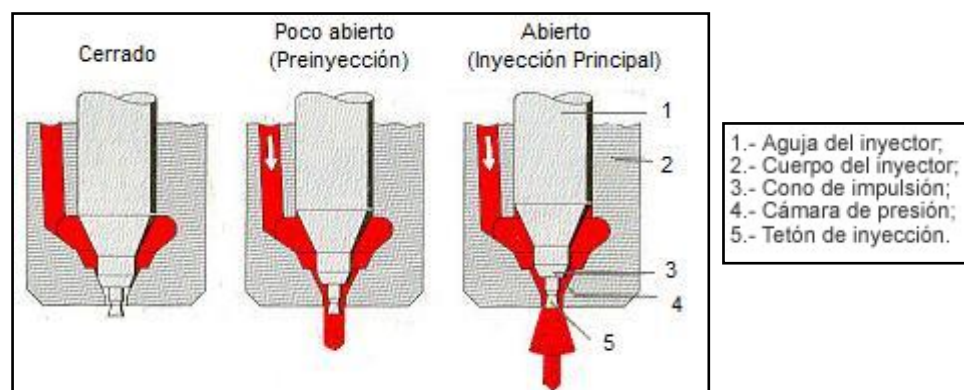


Fig. 1.125. Inyectores de tetón

PARTES (Fig. 1.126).

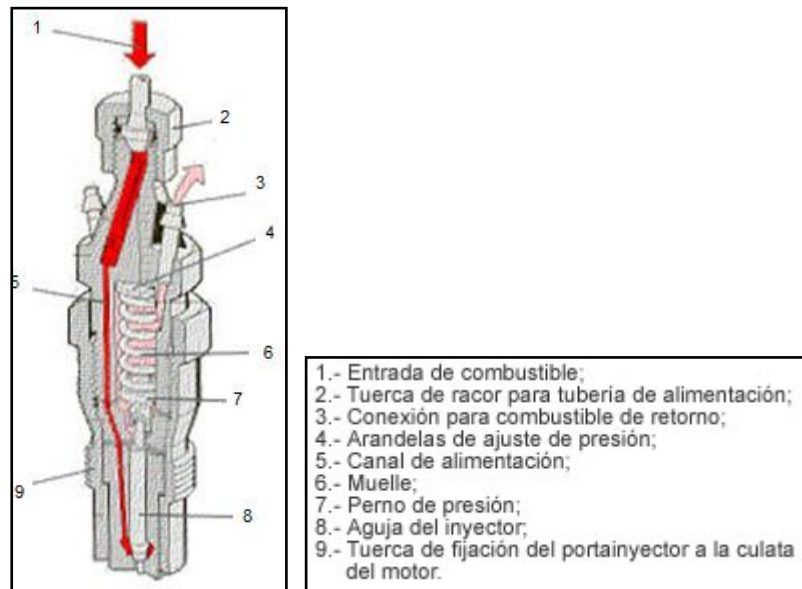


Fig. 1.126. Partes del Inyector

1.3.14.4. Fallas y Mantenimiento

Los síntomas de mal funcionamiento de los inyectores son:

La emisión de humos negros por el escape.

La falta de potencia del motor.

Calentamiento excesivo.

Aumento del consumo de combustible y ruido de golpeteo del motor.

MANTENIMIENTO

Puede localizarse el inyector defectuoso haciendo la prueba de desconectarle el conducto de llegada de combustible mientras el motor está en funcionamiento.

En estas condiciones se observa si el humo del escape ya no es negro, se cesa el golpeteo, etc., en cuyo caso, el inyector que se ha desconectado es el defectuoso.

Hay que tener en cuenta que si desconectamos un inyector el motor tiene que perder potencia, esto demuestra, que el inyector si está funcionando.

Verificación limpieza del inyector

Si sabemos que el inyector tiene algún tipo de problema en su funcionamiento, deberá procederse al desmontaje del mismo para verificar el estado de sus componentes y realizar la oportuna limpieza de los mismos, la cual se efectúa con varillas de latón con punta afilada y cepillos de alambre, también de latón. Con estos útiles se limpian las superficies externas e internas de la tobera y la aguja, para retirar las partículas de carbonilla depositadas en ellas, sin producir ralladuras que posteriormente dificultarían el funcionamiento (Fig. 1.127)

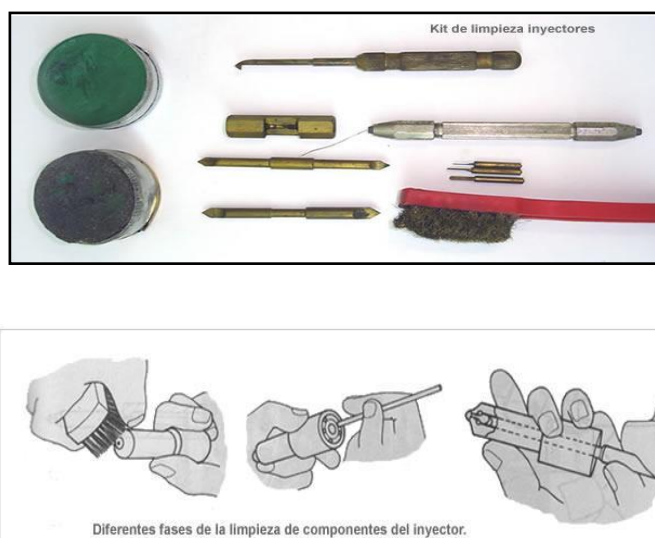


Fig. 1.127. Limpieza del Inyector

Comprobación

En lo que se refiere a la verificación de componentes, deberán inspeccionarse las caras de unión del soporte de la tobera y del porta-inyector. Si existen ralladuras, corrosión o deformaciones, deberán sustituirse. También se examinarán las superficies de acoplamiento de

la aguja del inyector y la tobera. Un tono azulado de estas superficies indica que han funcionado a temperaturas excesivas, a las cuales, pueden producirse el destemplado del material, por cuya causa deben ser sustituidas ambas piezas.

Se comprobará igualmente que la aguja se desliza fácilmente en el interior de la tobera, sin agarrotamiento ni holguras. Colocada la tobera en posición vertical la aguja debe caer hasta el fondo del asiento por su propio peso. Apretándola ligeramente con la mano contra su asiento, al invertir la posición de la tobera, la aguja debe mantenerse sobre su asiento, si ambos están impregnados de diesel y, al golpearla ligeramente con los dedos, deberá caer libremente. En caso de que esto no ocurra, deberá efectuarse nuevamente la limpieza y desincrustación y, si esto no fuese suficiente, se sustituirá el conjunto (Fig. 1.128).

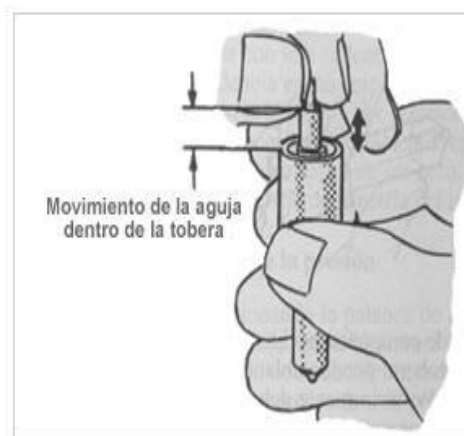


Fig. 1.128. Comprobación de la Tobera

PRUEBAS

Verificación de la pulverización

Montado el inyector sobre el comprobador de manera que vierta el chorro sobre la cámara, o un recipiente, se accionara la palanca de mando hasta conseguir la inyección de combustible en un chorro continuo. Accionando la palanca con una secuencia rápida, se

observara el chorro de combustible vertido y la dispersión del mismo, que debe formar un cono incidiendo en la bandeja. Irregularidades en la forma o disposición del chorro implican el desmontaje del inyector y la limpieza del mismo con las herramientas apropiadas, cuidando de no rayar las superficies. Al tiempo que se realiza esta prueba, se analizara también el ruido que se produce en la inyección, cuyas características dan idea del estado del inyector.

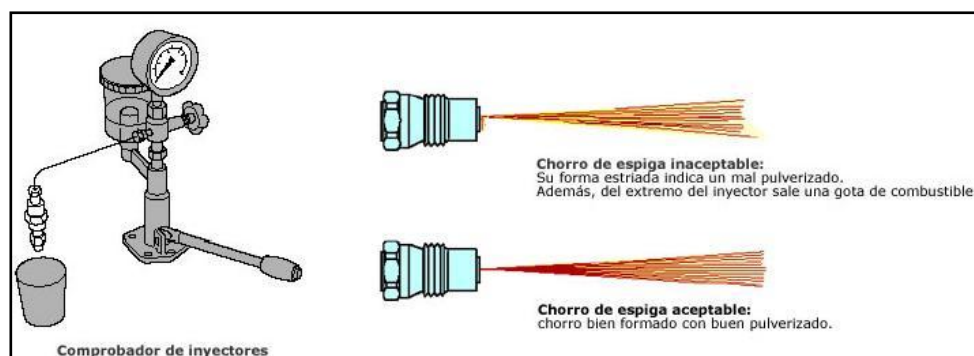


Fig. 1.129. Prueba de Pulverización

Goteo

Accionando lentamente la palanca de mando de la bomba de mando de manera que la presión se mantenga por debajo de la de tarado y próxima a este valor, se constatará que no existe goteo del inyector. Lo contrario indica un defecto de estanqueidad que implica el desmontaje y limpieza del inyector, principalmente la superficie cónica de asiento de la aguja. Si con esta operación no se corrige el goteo, deberá sustituirse la tobera.

Fuga de retorno

Accionando la palanca de mando de la bomba del comprobador hasta obtener una presión en el inyector de aproximadamente 10 bar por debajo de la de tarado, se cerrara la válvula de paso de combustible del comprobador. En estas condiciones, debe observarse un descenso lento de la aguja del reloj comparador, que indica el nivel de fuga de retorno. Generalmente se considera correcto un inyector, en cuando a

nivel de fuga de retorno, si la presión se mantiene por encima de 50 bar más de seis segundos, partiendo de una presión de 100 bar.

La fuga de retorno indica la cantidad de combustible que sale entre la varilla de la válvula de aguja y el cuerpo de la tobera, hacia el retorno. Esta fuga debe existir en una cierta proporción, para lubricar estos componentes. Si es pequeña, indica una escasa holgura entre la aguja y la tobera. Si la fuga es excesiva, indica mayor holgura de la necesaria y deberá sustituirse o repararse la tobera.

1.3.15. LUBRICANTES

Aceites Minerales: Los aceites minerales proceden del Petróleo, y son elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, en las Refinarías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final, siendo el más adecuado para obtener Aceites el Crudo Paranífico.

Aceites Sintéticos: Los Aceites Sintéticos no tienen su origen directo del Crudo o petróleo, sino que son creados de Sub-productos petrolíferos combinados en procesos de laboratorio. Al ser más largo y complejo su elaboración, resultan más caros que los aceites minerales.

1.3.15.1. Aditivos De Los Aceites Lubricantes Industriales

Aditivos Anti Desgaste: La finalidad de los lubricantes es evitar la fricción directa entre dos superficies que están en movimiento, y estos aditivos permanecen pegados a las superficies de las partes en movimiento, formando una película de aceite, que evita el desgaste entre ambas superficies.

Aditivos Detergentes: La función de estos aditivos es lavar las partes interiores en el motor, que se ensucian por las partículas de polvo, carbonilla, etc., que entran a las partes del equipo a lubricar, motor, etc.

1.3.15.2. Trabajo Del Aceite De Motor

El aceite de motor trabaja para evitar la pérdida de energía debido a la fricción generada por las partes internas del motor durante su funcionamiento y para proteger al motor de recalentamientos y desgastes de las superficies en contacto. Podemos decir que el aceite tiene 4 diferentes funciones que son las siguientes:

Lubricación

El aceite de motor cubre las superficies que están en rozamiento con una película para reducir la fricción y así evitar el desgaste, como también evitar la pérdida de energía y agarrotamiento.

Enfriamiento

El aceite circula a cada parte del motor donde la temperatura tiende a aumentar debido al calor de la combustión y fricción, absorbiendo el calor y radiando este al exterior.

Sellado

La película de aceite formada entre los pistones y las paredes de los cilindros actúa para sellar los gases de compresión y los gases de combustión interior de la cámara de combustión, evitando una pérdida de potencia de salida.

Limpieza

El aceite lava los sedimentos y carbonilla adheridos a la superficie interior del motor, manteniendo el interior del motor limpio todo el tiempo.

1.3.15.3. Clasificación y Estándar Para El Aceite De Motor

Existen dos métodos para la clasificación de aceite de motor, cada uno de los cuales se muestra a continuación:

Clasificación API (Instituto Americano del Petróleo)

La clasificación API es un sistema en el cual se juzga el grado un aceite, esto quiere decir que tipo de conducción puede resistir.

Motores a Gasolina 7 Grados

El primer carácter es una letra S.

El segundo carácter muestra un código de grados entre A y G.

SG	Apropiado para cualquier condición de conducción.
SF	Apropiado para paradas y arranques frecuentes.
SE	Apropiado para condiciones de conducción más severas que la clase SD.
SD	Apropiado para condiciones de conducción poco severas.
SC	Apropiado para condiciones de conducción considerablemente ligeras.
SA, SB	Casi nunca Utilizado.

Tabla 1.2. Designación de aceites

PRECAUCIÓN

En el grado de los aceites, aquellos que tienen la mayor letra en orden alfabético, son aquellos que pueden resistir el rango más amplio de condiciones de conducción.

Clasificación SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

Clasificación de Viscosidad (Fig. 1.130).

La clasificación SAE, es un sistema utilizado para determinar bajo que condiciones de temperatura se puede usar un aceite. Los grados son los mismos para los motores de gasolina y diesel.

Existen 10 grados, OW, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W, 20, 30, 40 Y 50.

El mayor número del grado SAE, el grado más pequeño de viscosidad, cambia debido a la temperatura.

W significa que el aceite es para uso en el invierno.

Aunque estos no se incluye en la clasificación SAE, los aceites con un grado 7,5W que están entre 5W y 10W, son usados ampliamente.

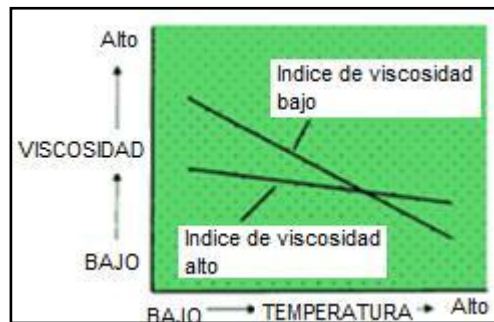


Fig. 1.130. Diagrama Viscosidad- Temperatura

Aceite de Grado Simple (Fig. 1.131).

El rango de temperatura útil es pequeño y diferentes aceites deben de usarse en las diferentes estaciones.

Este aceite solamente muestra un (1) número de SAE (Ejemplo: SAE10W, SAE30).

Aceites Multigrados (Fig. 1.131).

El rango de temperatura útil es más amplio haciendo posible el uso en todas las estaciones.

Estos aceites dan una mejor economía de combustible.

Este aceite muestra 2 números de SAE (Ejemplo: SAE 10W – 30).

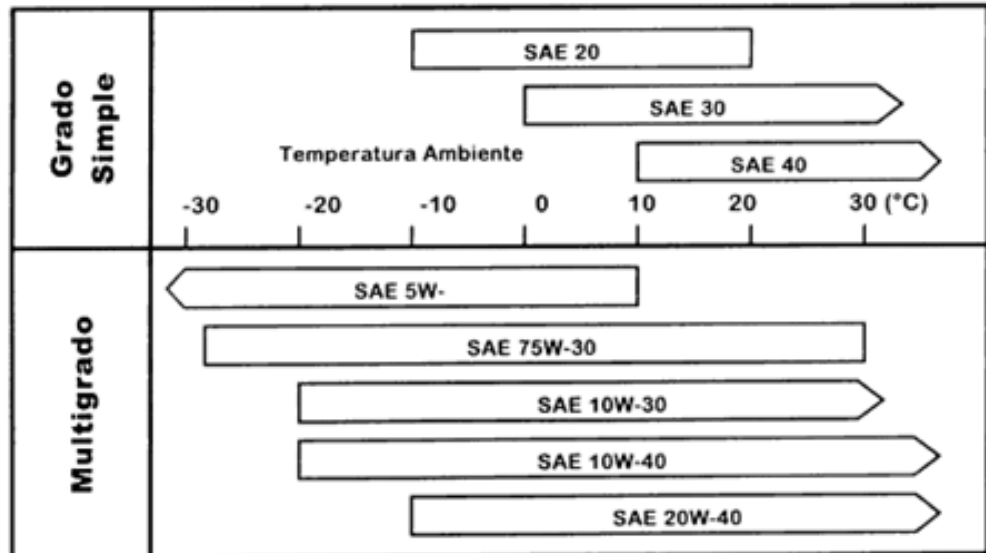


Fig. 1.131. Tipos de Aceites

Marca Toroidal (Fig. 1.132).

Los aceites en los cuales se visualiza la marca toroidal, son solo aquellos que tienen una clasificación de calidad API, una clasificación de viscosidad SAE y un rendimiento en la economía de combustible.



Fig. 1.132. Marca Toroidal

1.3.16. DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO

Para nuestro propósito de equipar al laboratorio con equipos didácticos que permitan una enseñanza clara y de manera práctica se ha optado por realizar una maqueta didáctica que permita la visualización de las partes internas y el funcionamiento del motor, ya sea en funcionamiento o en estado estático, lo cual se lo realiza con la ayuda de cortes en la carcasa de la caja que no interrumpa la visibilidad de los diferentes elementos que la integran. Además esto nos permitirá:

Realizar trabajos de mantenimiento, diagnóstico y conservación en sistemas de transmisión.

Identificar los sistemas de la transmisión.

Verificar los elementos constructivos mecánicos.

Determinar y medir magnitudes mecánicas

Evaluación de valores de medición con base en fórmulas y tablas.

Estudio de las influencias de posibles fallos en la función del sistema

Verificación y conservación de sistemas eléctricos y mecánicos en vehículos.

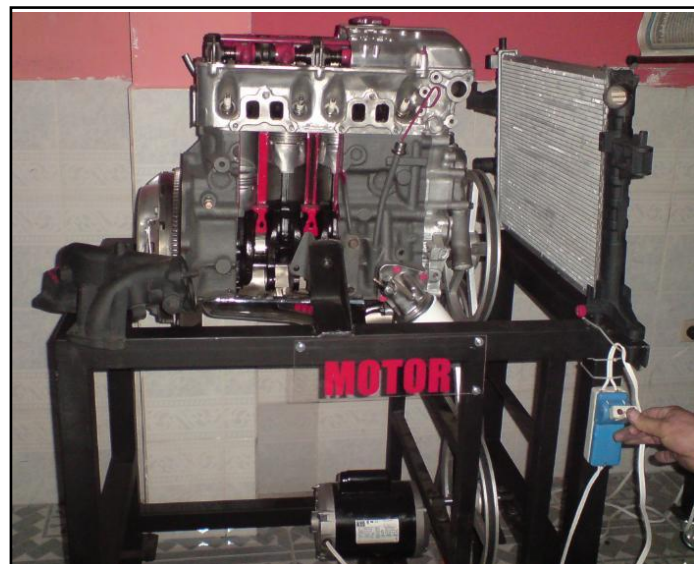


Fig. 1.133. Simulador Didáctico MCI

1.3.16.1. Estructura

Nuestra maqueta didáctica para un buen entendimiento contará con los siguientes instrumentos y elementos:

- Base metálica estructurada de tubo cuadrático de 2 plg. AISI 1080, con recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de solda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Ruedas de base giratoria de 4 plg. Para su movilidad y traslado.
- Motor de Combustión Interna Mazda 616.
- Carcasa cortada en lugares específicos con pintura de esmalte rojo.
- Motor eléctrico WEQ de 1 hp.
- Polea de aluminio 2,5 plg.
- Polea de aluminio doble de 12 plg. X 2,5 plg.
- Polea aluminio de 12 plg.
- Bandas tipo V para transmisión de potencia.
- Switch eléctrico de 40 Amp.
- Alambre de cobre gemelo AWG 10.
- Aceite SAE 20W40 de lubricación de engranes.
- Placa con nombre del banco de pruebas.

1.3.16.2. Selección de Bandas y Poleas.

Esquema:

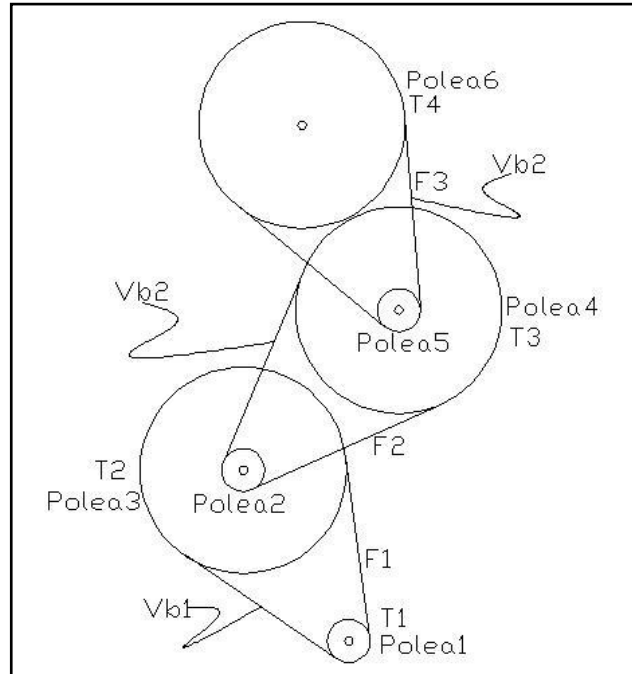


Fig. 1.134. Esquema de Bandas y Poleas del Motor

Diámetros y Radios de poleas:

Polea 1 $D_1=2,5$ pulg. $r_1=0,0317m$.

Polea 2 $D_2=12$ pulg. $r_2=0,1524m$.

Polea 3 $D_3=2,5$ pulg. $r_3=0,0317m$.

Polea 4 $D_4=12$ pulg. $r_4=0,1524m$.

Polea 5 $D_5=2,5$ pulg. $r_5=0,0317m$.

Polea 6 $D_6=12$ pulg. $r_6=0,1524m$.

Motor eléctrico

Potencia= $P_M=1hp=745,69watt. =0,745Kw$.

Velocidad= $V_{P1}=1750rpm$.

Cálculos:

Relación de Velocidad 1:

$$R_{v1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{2,5}{12} = 0,208$$

Velocidad de Polea 2 y 3.

$$V_{p2} = V_{p3} = V_{p1} \times R_{v1}$$

$$V_{p2} = V_{p3} = 1750RPM \times 0,208$$

$$V_{p2} = V_{p3} = 364,583RPM$$

Velocidad Angular 2 y 3:

$$\omega_3 = \omega_2 = 364,583 \frac{rev}{min} \times \frac{2\pi rad}{rev} \times \frac{min}{60seg} = 38,179 rad / seg$$

Velocidad de la banda 1:

$$V_{b1} = \omega_2 \times r_2$$

$$V_{b1} = 38,179 \frac{rad}{seg} \times 0,1524m$$

$$V_{b1} = 5,8184 m/seg$$

Relación de Velocidad 2:

$$R_{v2} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} = \frac{2,5}{12} \times \frac{2,5}{12} = 0,0434$$

Velocidad de Polea 4 y 5.

$$V_{p4} = V_{p5} = V_{p1} \times R_{V2}$$

$$V_{p4} = V_{p5} = 1750RPM \times 0,0434$$

$$V_{p4} = V_{p5} = 75,95RPM$$

$$\omega_4 = \omega_5 = 75,95 \frac{rev}{min} \times \frac{2\pi rad}{rev} \times \frac{min}{60seg} = 7,953 rad / seg$$

Velocidad de la banda 2:

$$V_{b2} = \omega_4 \times r_4$$

$$V_{b2} = 7,953 \frac{rad}{seg} \times 0,1524m$$

$$V_{b2} = 1,2121m/seg$$

Relación de Velocidad 3:

$$R_{V3} = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} \times \frac{D_5}{D_6} = \frac{2,5}{12} \times \frac{2,5}{12} \times \frac{2,5}{12} = 0,00904$$

Velocidad de Polea 6.

$$V_{p6} = V_{p1} \times R_{V3}$$

$$V_{p6} = 1750RPM \times 0,00904$$

$$V_{p6} = 15,823$$

Velocidad de la banda 3:

$$V_{b3} = \omega_6 \times r_6$$

$$V_{b3} = 1,657 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} \times 0,1524\text{m}$$

$$V_{b3} = 0,2525\text{m/seg}$$

Selección de Bandas

Potencia ..de..diseño = Potencia ..Motor × Factor ..Servicio

$$Potencia ..de..diseño = 1\text{hp} \times 1,40$$

$$Potencia ..de..diseño = 1,40\text{hp}$$

Observar en la Fig. 7.9 del libro de Robert Mott (ANEXO1) con los siguientes datos:

Velocidad=1750 RPM.

Potencia de Diseño=1,40 hp.

Según la tabla escogemos la banda tipo 3V para nuestro propósito.

1.3.16.3. Selección de Motor Eléctrico.

T≡Torque [Nm].

P_M≡Potencia [Kw].

V_{p1}≡Velocidad polea 1[RPM].

Torque 1:

$$T_1 = \frac{P_M \times 9555}{V_{p1}}$$

$$T_1 = \frac{0,7456 \times 9555}{1750}$$

$$T_1 = 4,071 Nm$$

Fuerza 1:

$$T_1 = F_1 \times r_1 ; \text{Despejando } F_1$$

$$F_1 = \frac{T_1}{r_1}$$

$$F_1 = \frac{4,071}{0,0317}$$

$$F_1 = 131,32 N$$

Torque 2:

$$T_2 = F_1 \times r_2$$

$$T_2 = 131,32 \times 0,1524$$

$$T_2 = 20,013 Nm$$

Fuerza 2:

$$F_2 = \frac{T_2}{r_3}$$

$$F_2 = \frac{20,013}{0,0317}$$

$$F_2 = 631,33 N$$

Torque 3:

$$T_3 = F_2 \times r_4$$

$$T_3 = 631,33 \times 0,1524$$

$$T_3 = 96,214 Nm$$

Fuerza 3:

$$F_3 = \frac{T_3}{r_5}$$

$$F_3 = \frac{96,214}{0,0317}$$

$$F_3 = 3035,16 N$$

Torque 4:

$$T_4 = F_3 \times r_6$$

$$T_4 = 3035,16 \times 0,1524$$

$$T_4 = 462,55 Nm$$

1.3.16.4. Planos

ANEXO 2

1.3.17. GUÍAS DE PRÁCTICA

VOLUMEN II

CAPÍTULO II

CAJA DE CAMBIOS

2.1. INTRODUCCIÓN.

La caja de cambios es un elemento de transmisión que se interpone entre el motor y las ruedas para modificar el número de revoluciones de las mismas e invertir el sentido de giro cuando las necesidades de la marcha así lo requieran.

2.2. MARCO TEÓRICO.

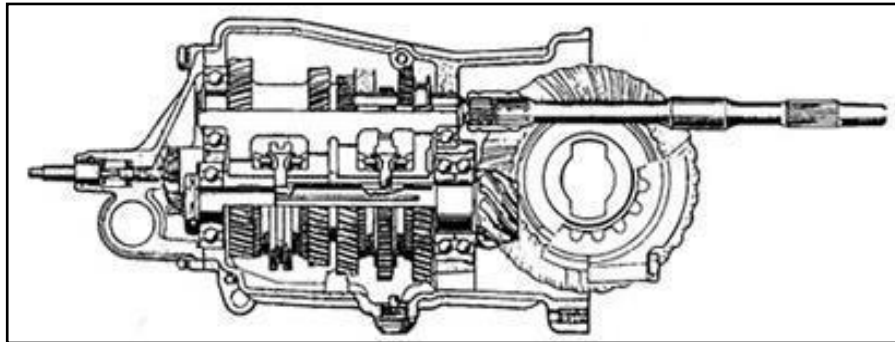


Fig. 2.1.Caja de Velocidades

La caja de cambios actúa como transformador de velocidad y convertidor mecánico de par. (FIG.2.1)

Si un motor de explosión transmitiera directamente el par a las ruedas, probablemente sería suficiente para que el vehículo se moviese en terreno llano. Pero al subir una pendiente, el par resistente aumentaría, entonces el motor no tendría suficiente fuerza para continuar a la misma velocidad, disminuyendo esta gradualmente, el motor perdería potencia y llegaría a pararse; para evitar esto y poder superar el par resistente, es necesario colocar un órgano que permita hacer variar el par motor, según las necesidades de la marcha. En resumen, con la caja de cambios se "disminuye" o "aumenta" la velocidad del vehículo y de igual forma se "aumenta" o "disminuye" la fuerza del vehículo.

$$W_f = \frac{C_m \times n}{716,2} = \frac{C_r \times n_1}{716,2}$$

$$C_m \times n = C_r \times n_1$$

C_m .- par desarrollado por el motor.
 C_r .- par resistente en las ruedas.
 n .- número de revoluciones en el motor.
 n_1 .- número de revoluciones en las ruedas.

Ecuación 2. 1. Relación par - revoluciones

Si no existiera la caja de cambios el número de revoluciones del motor (n) se transmitiría íntegramente a la ruedas ($n = n_1$), con lo cual el par a desarrollar por el motor (C_m) sería igual al par resistente en las ruedas (C_r).

Según esto si en algún momento el par resistente (C_r) aumentara, habría que aumentar igualmente la potencia del motor para mantener la igualdad $C_r = C_m$. En tal caso, se debería contar con un motor de una potencia exagerada, capaz de absorber en cualquier circunstancia los diferentes regímenes de carga que se originan en la ruedas durante un desplazamiento.

La caja de cambios, por tanto, se dispone en los vehículos para obtener, por medio de engranajes, el par motor necesario en las diferentes condiciones de marcha, aumentado el par de salida a cambio de reducir el número de revoluciones en las ruedas. Con la caja de cambios se logra mantener, dentro de unas condiciones óptimas, la potencia desarrollada por el motor.

2.2.1. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN (RC)

Según la fórmula expresada anteriormente, los pares de transmisión son inversamente proporcionales al número de revoluciones:

$$\frac{C_r}{C_m} = \frac{n}{n_1} = R_c$$

Ecuación 2. 2. Relación de transmisión (RC)

Por tanto, la relación (n/n_1) es la desmultiplicación que hay que aplicar en la caja de cambios para obtener el aumento de par necesario en las ruedas, que está en función de los diámetros de las ruedas dentadas que engranan entre sí o del número de dientes de las mismas.

2.2.2. CÁLCULO DE VELOCIDADES PARA UNA CAJA DE CAMBIOS

Para calcular las distintas relaciones de desmultiplicación que se deben acoplar en una caja de cambios, hay que establecer las mismas en función del par máximo transmitido por el motor, ya que dentro de este régimen es donde se obtiene la mayor fuerza de impulsión en las ruedas. Para ello, basta representar en un sistema de ejes coordenados las revoluciones máximas del motor, que están relacionadas directamente con la velocidad obtenida en las ruedas en función de su diámetro y la reducción efectuada en el puente.

Siendo "n" el número de revoluciones máximas del motor y "n1" el número de revoluciones al cual se obtiene el par de transmisión máximo del motor (par motor máximo), dentro de ese régimen deben establecerse las sucesivas desmultiplicaciones en la caja de cambios. Entre estos dos límites (n y n1) se obtiene el régimen máximo y mínimo en cada desmultiplicación para un funcionamiento del motor a pleno rendimiento.(FIG.2.2)

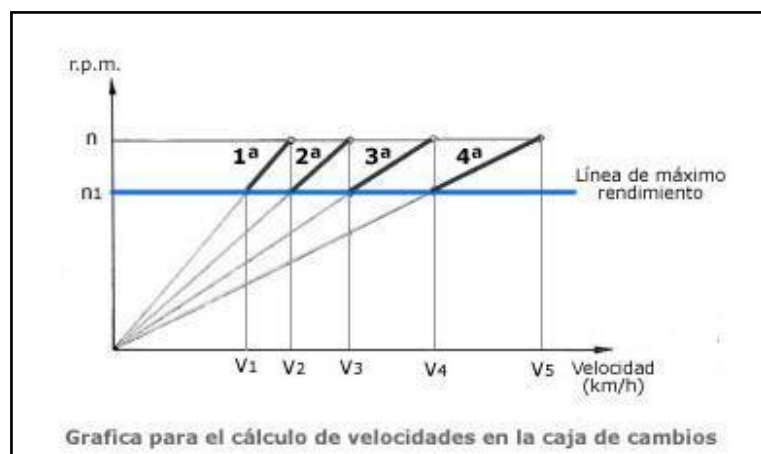


Fig. 2. 2. Cálculo de velocidades

2.2.3. CAJAS DE CAMBIO DE ENGRANAJES PARALELOS

Esta caja de cambio es la más utilizada en la actualidad para vehículos de serie, por su sencillo funcionamiento. Está constituida por una serie de piñones de acero al carbono, que se obtienen por estampación en forja y sus dientes tallados en maquinas especiales, con un posterior tratamiento de temple y cementación para obtener la máxima dureza y resistencia al desgaste.

Estos piñones, acoplados en pares de transmisión, van montados sobre unos árboles paralelos que se apoyan sobre cojinetes en el interior de una carcasa, que suele ser de fundición gris o aluminio y sirve de alojamiento a los piñones y demás dispositivos de accionamiento, así como de recipiente para el aceite de lubricación de los mismos.

Los piñones, engranados en toma constante para cada par de transmisión, son de dientes helicoidales, que permiten un funcionamiento más silencioso y una mayor superficie de contacto, con lo cual, al ser menor la presión que sobre ellos actúa, se reduce el desgaste en los mismos. Los números de dientes del piñón conductor y del conducido son primos entre sí, para repartir el desgaste por igual entre ellos y evitar vibraciones en su funcionamiento. (FIG.2.3)

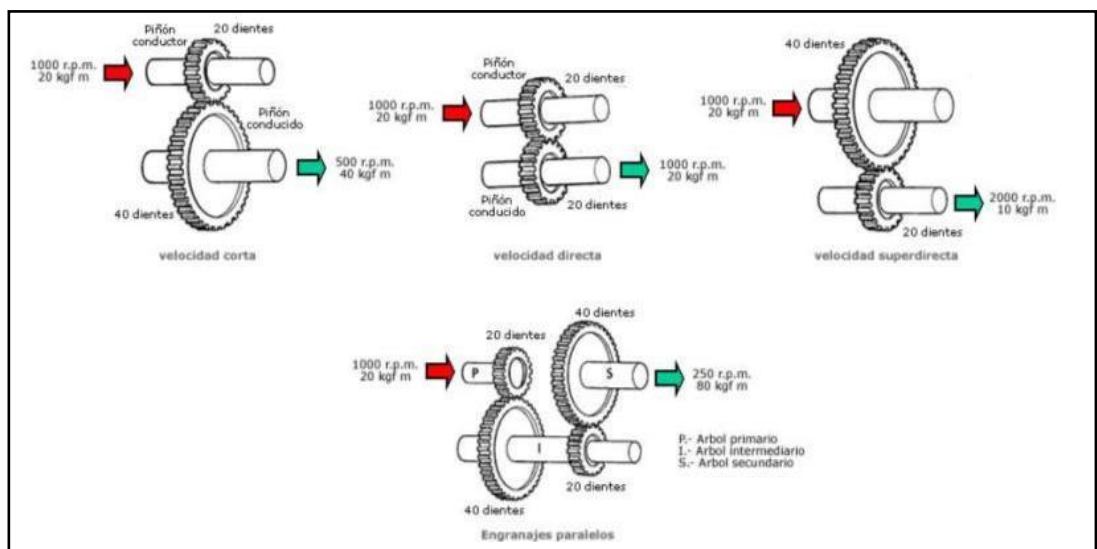


Fig. 2. 3. Transmisión de par y velocidad

Ahora vamos hacer el cálculo de una caja de cambios a partir de los datos reales que nos proporciona el fabricante:

Ejemplo: **Peugeot 405 Mi16**

Cilindrada (cc): 1998

Potencia (CV/rpm): 155/5600

Par máximo (mkgf): 19,3/3500

Neumáticos: 195/55 R14

Relación de transmisión

$$\text{Relación de transmisión (rt)} = \frac{\text{Piñón conductor}}{\text{Piñón conducido}}$$

Ecuación 2. 3. Relación de transmisión (rt)

$$\text{rt (1ª velocidad)} = 13/38 = 0,342$$

$$\text{rt (2ª velocidad)} = 23/43 = 0,534$$

$$\text{rt (3ª velocidad)} = 25/32 = 0,781$$

$$\text{rt (4ª velocidad)} = 32/31 = 1.032$$

$$\text{rt (5ª velocidad)} = 37/28 = 1,321$$

$$\text{rt (M.A: marcha atrás)} = 12/40 = 0,30$$

Además de la reducción provocada en la caja de cambios también tenemos que tener en cuenta que en el grupo diferencial hay una reducción, este dato también lo proporciona el fabricante.

$$\text{rt (G.C: grupo piñón-corona diferencial)} = 14/62 = 0,225$$

Nota: El fabricante nos puede proporcionar la relación de transmisión en forma de fracción (rt 1ª velocidad = 13/38) o directamente (rt 1ª velocidad = 0,342).

Ahora tenemos que calcular el número de revoluciones que tenemos en las ruedas después de la reducción de la caja de cambios y grupo diferencial (rT). Para ello hay que multiplicar la relación de transmisión de cada

velocidad de la caja de cambios por la relación que hay en el grupo diferencial:

	rt (caja cambios)	rt (diferencial)	rT	nº rpm a Pmax. (5600)
1ª velocidad	13/38 = 0,342	14/62 = 0,225	0,0769	430,64 rpm
2ª velocidad	23/43 = 0,534	14/62 = 0,225	0,120	672 rpm
3ª velocidad	25/32 = 0,781	14/62 = 0,225	0,175	974,4 rpm
4ª velocidad	32/31 = 1,032	14/62 = 0,225	0,232	1299,3 rpm
5ª velocidad	37/28 = 1,321	14/62 = 0,225	0,297	1663,2 rpm
M.A (Marcha atras)	12/40 = 0,30	14/62 = 0,225	0,0675	371,2 rpm

Tabla 2. 1. Relaciones de velocidad de caja

rT (nª velocidad): es la relación de transmisión total, se calcula multiplicando la rt (caja cambios) x rt (diferencial).

Pmax: es la potencia máxima del motor a un número de revoluciones determinado por el fabricante.

nº rpm a Pmax: se calcula multiplicando rT x nº rpm a potencia máxima.

Cajas de cambio manuales

El sistema de cambio de marchas manual ha evolucionado notablemente desde los primeros mecanismos de caja de cambios de marchas manuales sin dispositivos de sincronización hasta las actuales cajas de cambio sincronizadas de dos ejes.

Independientemente de la disposición transversal o longitudinal y delantera o trasera, las actuales cajas de cambios manuales son principalmente de dos tipos:

De tres ejes: un eje primario recibe el par del motor a través del embrague y lo transmite a un eje intermediario. Éste a su vez lo transmite a un eje secundario de salida, coaxial con el eje primario, que acciona el grupo diferencial.

De dos ejes: un eje primario recibe el par del motor y lo transmite de forma directa a uno secundario de salida de par que acciona el grupo diferencial.

En ambos tipos de cajas manuales los piñones utilizados actualmente en los ejes son de dentado helicoidal, el cual presenta la ventaja de que la transmisión de par se realiza a través de dos dientes simultáneamente en lugar de uno como ocurre con el dentado recto tradicional siendo además la longitud de engrane y la capacidad de carga mayor. Esta mayor suavidad en la transmisión de esfuerzo entre piñones se traduce en un menor ruido global de la caja de cambios. En la marcha atrás se pueden utilizar piñones de dentado recto ya que a pesar de soportar peor la carga su utilización es menor y además tienen un coste más reducido.

En la actualidad el engrane de las distintas marchas se realiza mediante dispositivos de sincronización o "sincronizadores" que igualan la velocidad periférica de los ejes con la velocidad interna de los piñones de forma que se consiga un perfecto engrane de la marcha sin ruido y sin peligro de posibles roturas de dentado. Es decir, las ruedas o piñones están permanentemente engranados entre sí de forma que una gira loca sobre uno de los ejes que es el que tiene que engranar y la otra es solidaria en su movimiento al otro eje. El sincronizador tiene, por tanto, la función de un embrague de fricción progresivo entre el eje y el piñón que gira libremente sobre él. Los sincronizadores suelen ir dispuestos en cualquiera de los ejes de forma que el volumen total ocupado por la caja de cambios sea el más reducido posible.

Existen varios tipos de sincronizadores de los cuales destacan: sincronizadores con cono y esfera de sincronización, sincronizadores con cono y cerrojo de sincronismo, sincronizadores con anillo elástico, etc.

El accionamiento de los sincronizadores se efectúa mediante un varillaje de cambio que actúa mediante horquillas sobre los sincronizadores desplazándolos axialmente a través del eje y embragando en cada momento la marcha correspondiente. Los dispositivos de accionamiento de las distintas marchas dependen del tipo de cambio y de la ubicación de la palanca de cambio.

A continuación se van muestran los dos tipos de cajas de cambios. La primera caja de cambios es una caja manual de tres ejes con disposición longitudinal de un vehículo de propulsión trasera. La segunda, es una caja manual de dos ejes con disposición transversal, de un vehículo con tracción delantera con tracción delantera por lo que el grupo cónico-diferencial va acoplado en la salida de la propia caja de cambios.

La situación de la caja de cambios en el vehículo dependerá de la colocación del motor y del tipo de transmisión ya sea está trasera (FIG.2.4) o delantera (FIG.2.5.).

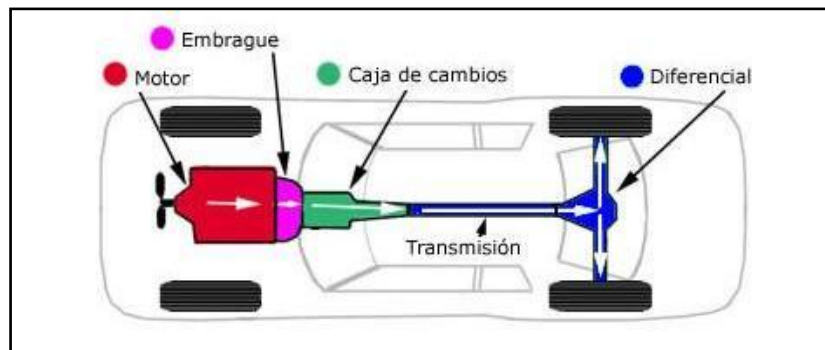


Fig. 2. 4. Caja de cambios de propulsión trasera

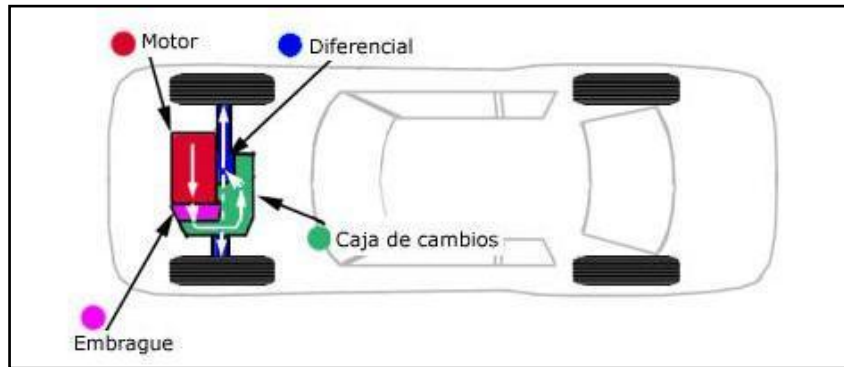


Fig. 2. 5. Caja de cambios propulsión delantera

Estas dos disposiciones de la caja de cambios en el vehículo son las más utilizadas, aunque existe alguna mas, como la de motor delantero longitudinal y tracción a las ruedas delanteras.

2.2.4. CAJA DE CAMBIOS TRACCIÓN TRASERA.

Este tipo de cajas es el más tradicional de los usados en los vehículos actuales y tiene la ventaja principal de que al transmitir el par a través de tres ejes, los esfuerzos en los piñones son menores, por lo que el diseño de éstos puede realizarse en materiales de calidad media.

En la FIG.2.6. se muestra un corte longitudinal de una caja de cambios manual de cuatro velocidades dispuesto longitudinalmente. El par motor se transmite desde el cigüeñal del motor hasta la caja de cambios a través del embrague (Q). A la salida del embrague va conectado el eje primario (A) girando ambos de forma solidaria. De forma coaxial al eje primario, y apoyándose en éste a través de rodamiento de agujas, gira el eje secundario (M) transmitiendo el par desmultiplicado hacia el grupo cónico diferencial. La transmisión y desmultiplicación del par se realiza entre ambos ejes a través del eje intermediario (D).

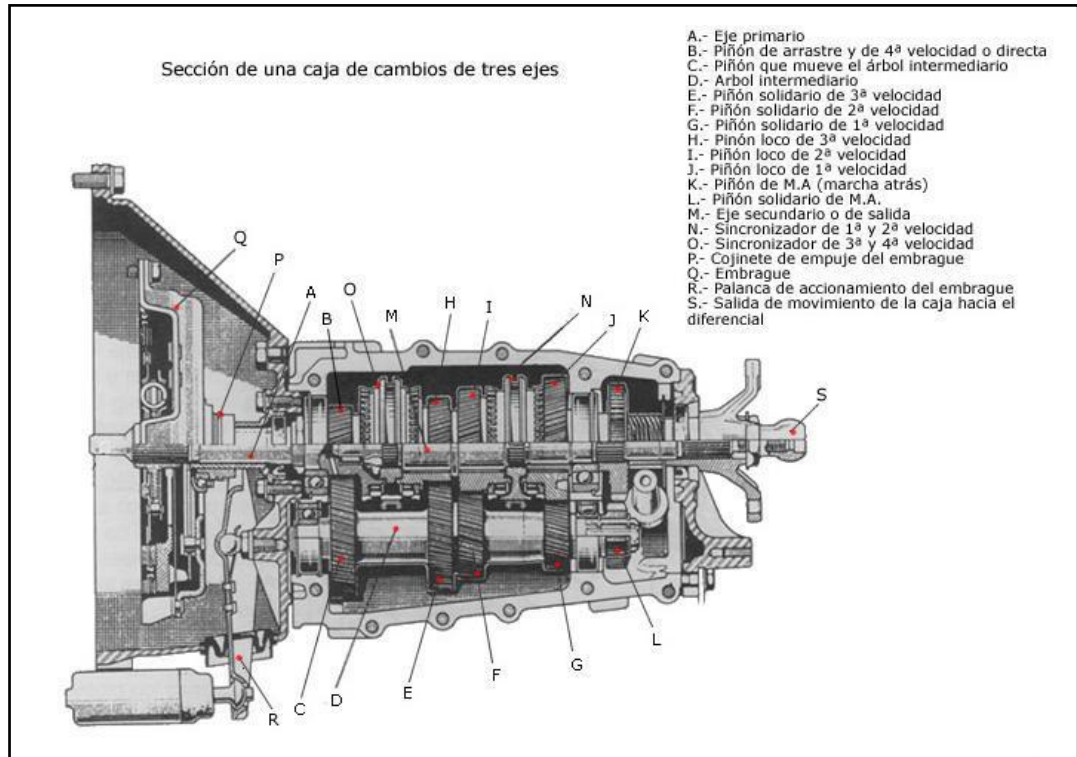


Fig. 2. 6. Caja de cambios de tres ejes

El eje primario (A) del que forma parte el piñón de arrastre (B), que engrana en toma constante con el piñón (C) del árbol intermediario (D), en el que están labrados, además, los piñones (E, F y G), que por ello son solidarios del árbol intermediario (D). Con estos piñones engranan los piñones (H, I y J), montados locos sobre el árbol secundario (M), con interposición de cojinetes de agujas, de manera que giran libremente sobre el eje arrastrados por los respectivos pares del tren intermediario.

El eje primario recibe movimiento del motor, con interposición del embrague (Q) y el secundario da movimiento a la transmisión, diferencial y, por tanto, a las ruedas. Todos los ejes se apoyan en la carcasa del cambio por medio de cojinetes de bolas, haciéndolo la punta del eje secundario en el interior del piñón (B) del primario, con interposición de un cojinete de agujas.

Para transmitir el movimiento que llega desde el primario al árbol secundario, es necesario hacer solidario de este eje a cualquiera de los piñones montados locos sobre él. De esta manera, el giro se transmite

desde el primario hasta el tren fijo o intermediario, por medio de los piñones de toma constante (B y C), obteniéndose el arrastre de los piñones del secundario engranados con ellos, que giran locos sobre este eje. Si cualquiera de ellos se hace solidario del eje, se obtendrá el giro de éste.

La toma de velocidad se consigue por medio de sincronizadores (O y M), compuestos esencialmente por un conjunto montado en un estriado sobre el eje secundario, pudiéndose desplazar lateralmente un cierto recorrido. En este desplazamiento sobre el estriado el sincronizador se acopla con los piñones que giran locos sobre el árbol secundario.

En la FIG.2.7. se muestra el despiece de una caja de cambios de engranajes helicoidales, con sincronizadores, similar a la descrita anteriormente. El eje primario 5 forma en uno de sus extremos el piñón de toma constante (de dientes helicoidales). Sobre el eje se monta el cojinete de bolas 4, en el que apoya sobre la carcasa de la caja de cambios, mientras que la punta del eje se aloja en el casquillo de bronce 1, emplazado en el volante motor.

En el interior del piñón del primario se apoya, a su vez, el eje secundario 19, con interposición del cojinete de agujas 6. Por su otro extremo acopla en la carcasa de la caja de cambios por medio del cojinete de bolas 28. Sobre este eje se montan estriados los cubos sincronizadores, y "locos" los piñones. Así, el cubo sincronizador 10, perteneciente a tercera y cuarta velocidades, va estriado sobre el eje secundario, sobre el que permanece en posición por los anclajes que suponen las arandelas de fijación 9, 13 y 14. En su alojamiento interno se disponen los anillos sincronizadores 7 (uno a cada lado), cuyo dentado engrana en el interior de la corona desplazable del cubo sincronizador 10. Estos anillos acoplan interiormente, a su vez, en las superficies cónicas de los piñones del primario por un lado y del secundario 11 por otro.

Cuando la corona del cubo sincronizador 10 se desplaza lateralmente a uno u otro lado, se produce el engrane de su estriado interior, con el

dentado de los anillos sincronizadores 7 y, posteriormente, con el piñón correspondiente en su dentado recto (si se desplaza a la izquierda, con el piñón del primario y a la derecha con el 11 del secundario). En esta acción, y antes de lograrse el engrane total, se produce un frotamiento del anillo sincronizador con el cono del piñón, que iguala las velocidades de ambos ejes, lo que resulta necesario para conseguir el engrane. Una vez logrado éste, el movimiento es transmitido desde el piñón al cubo sincronizador y de éste al eje secundario.

En el secundario se montan locos los piñones 15 (de segunda velocidad) y 26 (de primera velocidad), con los correspondientes anillos sincronizadores 17 y cubo sincronizador. Cada uno de los piñones del secundario engrana en toma constante con su correspondiente par del tren intermediario 20, quedando acoplados.

En el tren intermediario se dispone un piñón de dentado recto, que juntamente con el de reenvío 23 y el formado en el cubo sincronizador de primera y segunda velocidades, constituyen el dispositivo de marcha atrás.

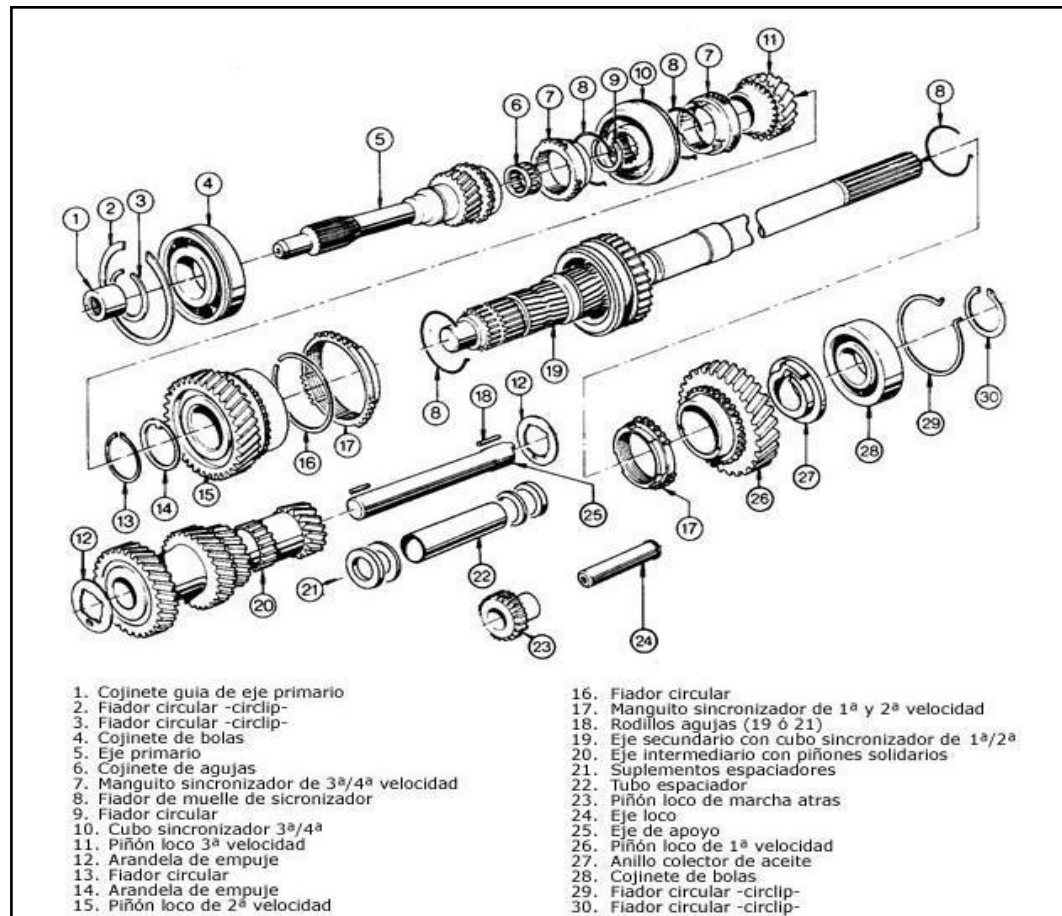


Fig. 2. 7. Despiece de caja de cambios de dientes helicoidales.

2.3. FUNCIONAMIENTO

Una caja de cambios constituida como se ha explicado, las distintas relaciones se obtienen por la combinación de los diferentes piñones, en consecuencia con sus dimensiones.

En las cajas de cambio de tres ejes, el sistema de engranajes de doble reducción es el utilizado generalmente en las cajas de cambio, pues resulta más compacto y presenta la ventaja sustancial de tener alineados entre si los ejes de entrada y salida. Para la obtención de las distintas relaciones o velocidades, el conductor acciona una palanca de cambios, mediante la cual, se produce el desplazamiento de los distintos cubos de sincronización (sincronizadores), que engranan con los piñones que transmiten el movimiento.

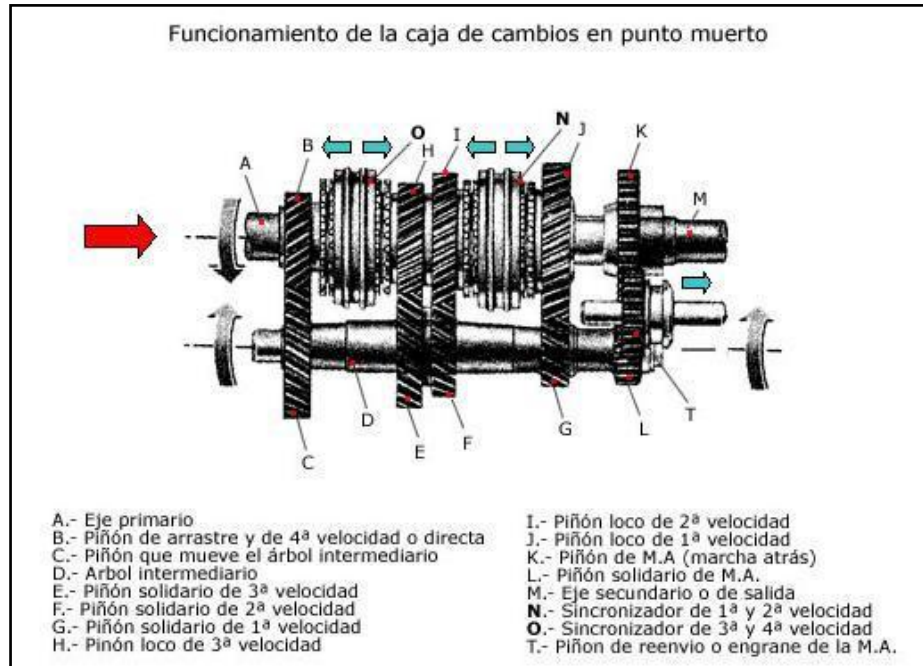


Fig. 2. 8. Funcionamiento de caja de cambios

En la caja de cambios de la FIG.2.8 se produce una doble reducción cuando los piñones de "toma constante" (B y C) son de distintas dimensiones (nº de dientes). Por eso para calcular la reducción, tendremos utilizar la siguiente fórmula para la saber el valor de reducción. Por ejemplo en 1ª velocidad tendremos (ECUACION .2.4):

$$rt(1^a \text{ velocidad}) = \frac{B}{C} \times \frac{G}{J}$$

Ecuación 2. 4. Relación de velocidad de 1ª velocidad

rt = relación de transmisión

B, C, G, J = nº de dientes de los respectivos piñones

2.3.1. PRIMERA MARCHA

El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la FIG.2.9, obteniéndose la oportuna reducción. En

esta velocidad se obtiene la máxima reducción de giro, y por ello la mínima velocidad y el máximo par.

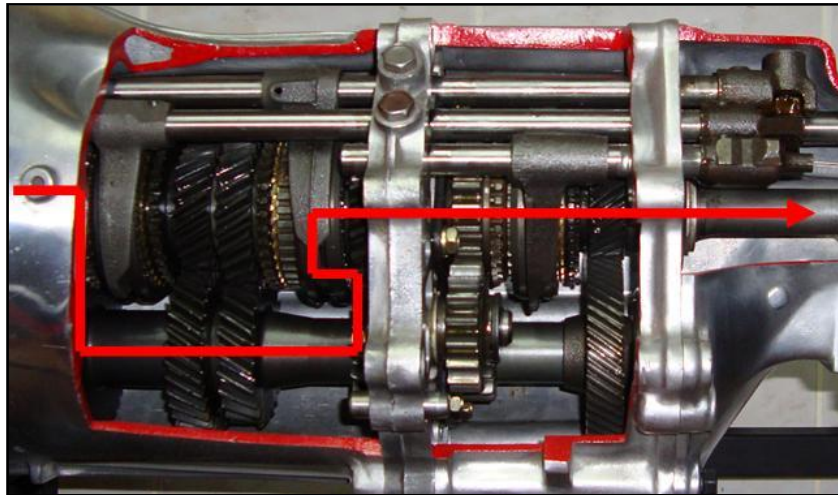


Fig. 2. 9. Funcionamiento en primera velocidad

2.3.2. SEGUNDA MARCHA

El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la FIG.2.10, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

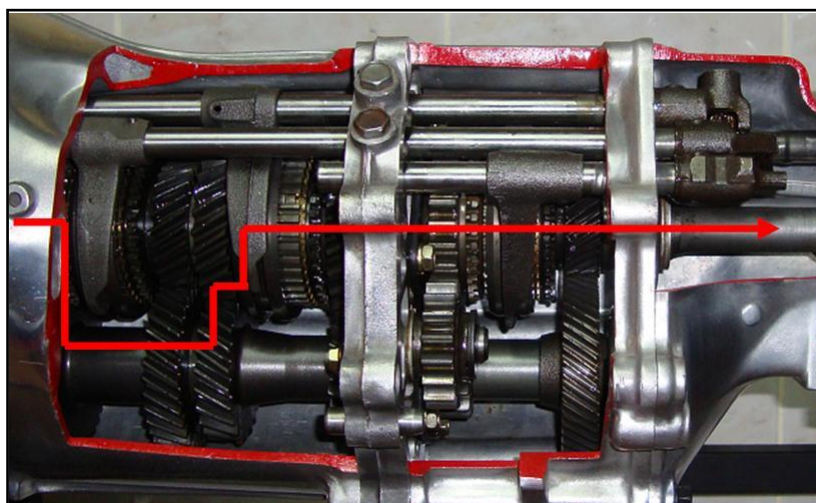


Fig. 2. 10. Funcionamiento en segunda velocidad

2.3.3. TERCERA MARCHA

El desplazamiento del sincronizador de 3^a/4^a hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la FIG.2.11, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

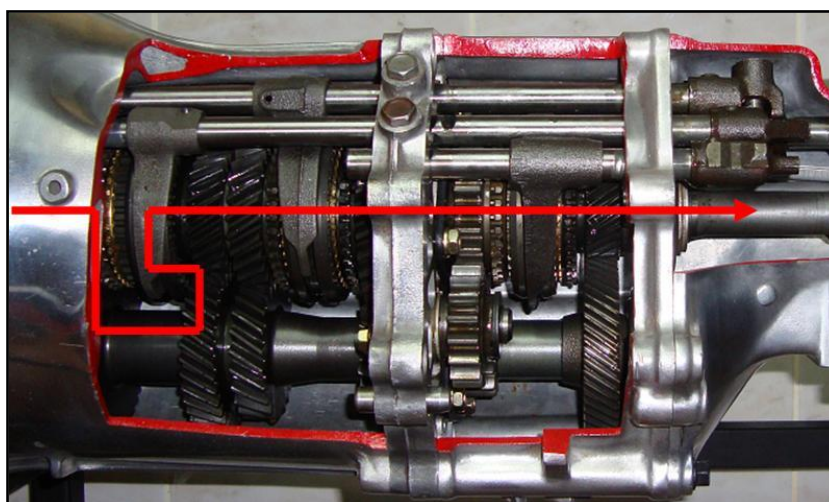


Fig. 2. 11. Funcionamiento en tercera velocidad

2.3.4. CUARTA MARCHA

El desplazamiento del sincronizador de 3^a/4^a (O) hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón de arrastre o toma constante (B) del eje primario, que se hace solidario con el eje secundario, sin intervención del eje intermediario en este caso. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la FIG.2.12, obteniéndose una conexión directa sin reducción de velocidad. En esta velocidad se obtiene una transmisión de giro sin reducción de la velocidad. La velocidad del motor es igual a la que sale de la caja de cambios, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

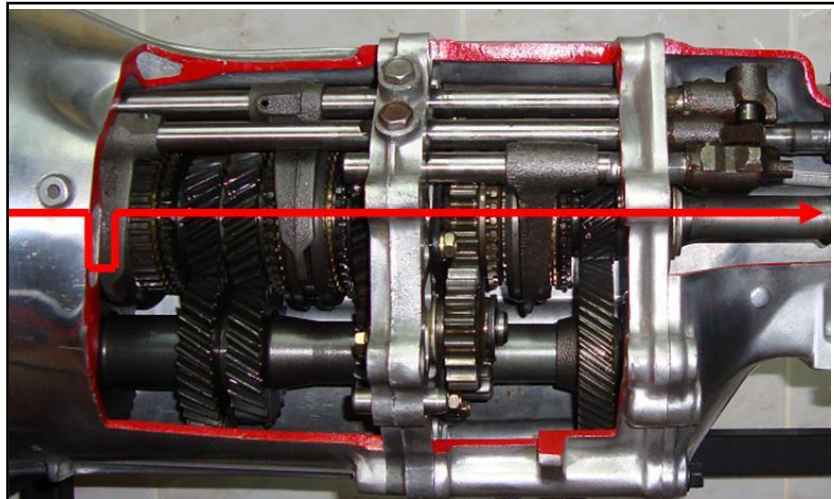


Fig. 2. 12. Funcionamiento en cuarta velocidad

2.3.5. QUINTA MARCHA

El desplazamiento del sincronizador de 5^a/retro hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón de arrastre o toma constante del eje primario, que se hace solidario con el eje secundario, sin intervención del eje intermediario en este caso. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la FIG.2.13, obteniéndose una conexión con aumento de velocidad. La velocidad del motor es menor a la que sale de la caja de cambios, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

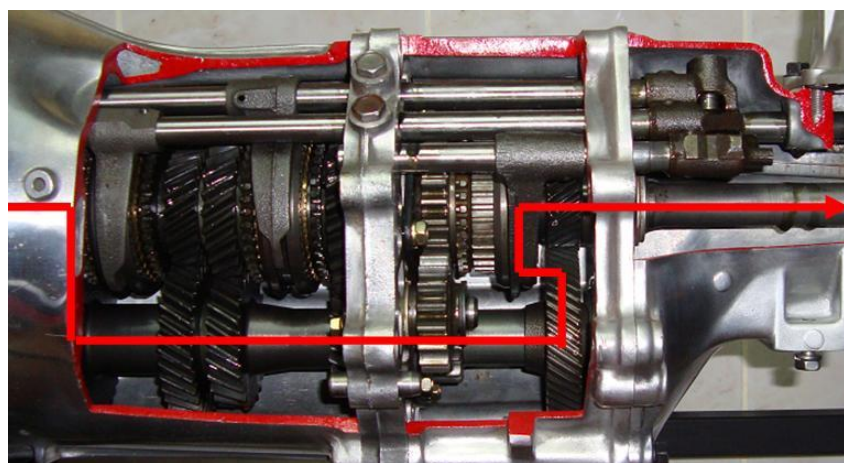


Fig. 2. 13. Funcionamiento en quinta velocidad

2.3.6. MARCHA ATRÁS

Cuando se selecciona esta velocidad, se produce el desplazamiento del piñón de reenvío, empujado por un manguito. Al moverse el piñón de reenvío, engrana con otros dos piñones cuya particularidad es que tienen los dientes rectos en vez de inclinados como los demás piñones de la caja de cambios.

Estos piñones pertenecen a los ejes intermediario y secundario respectivamente. Con esto se consigue una nueva relación, e invertir el giro del tren secundario con respecto al primario. La reducción de giro depende de los piñones situados en el eje intermediario y secundario por que el piñón de reenvío actúa únicamente como inversor de giro. La reducción de giro suele ser parecida a la de 1ª velocidad. Hay que reseñar que el piñón del eje secundario perteneciente a esta velocidad es solidario al eje, al contrario de lo que ocurre con los restantes de este mismo eje que son "locos". (FIG.2.14)

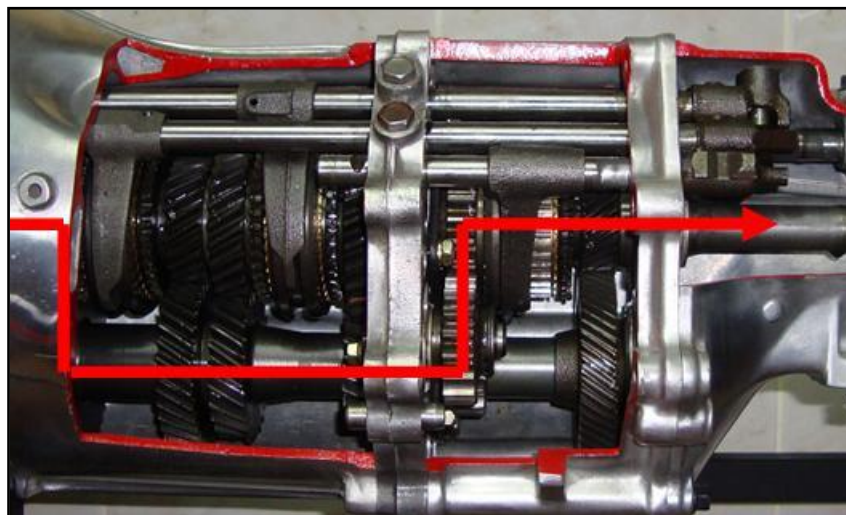


Fig. 2. 14. Funcionamiento en marcha atrás

En la caja de cambios explicada, se obtienen cinco velocidades hacia adelante y una hacia atrás.

Sincronizadores

Las cajas de cambio desde hace muchos años utilizan para seleccionar las distintas velocidades unos dispositivos llamados: sincronizadores, cuya constitución hace que un dentado interno ha de engranar con el piñón loco del eje secundario correspondiente a la velocidad seleccionada. Para poder hacer el acoplamiento del sincronizador con el piñón correspondiente, se comprende que es necesario igualar las velocidades del eje secundario (con el que gira solidario el sincronizador) y del piñón a enclavar, que es arrastrado por el tren intermediario, que gira a su vez movido por el motor desde el primario. (FIG.2.15)

Con el vehículo en movimiento, al activar el conductor la palanca del cambio para seleccionar una nueva relación, se produce de inmediato el des-enclavamiento del piñón correspondiente a la velocidad con que se iba circulando, quedando la caja en posición de punto muerto. Esta operación es sencilla de lograr, puesto que solamente se requiere el desplazamiento de la corona del sincronizador, con el que se produce el desengrane del piñón. Sin embargo, para lograr un nuevo enclavamiento, resulta imprescindible igualar las velocidades de las piezas a engranar (piñón loco del secundario y eje), es decir, sincronizar su movimiento, pues de lo contrario, se producirían golpes en el dentado, que pueden llegar a ocasionar roturas y ruidos en la maniobra.

Como el eje secundario gira arrastrado por las ruedas en la posición de punto muerto de la caja, y el piñón loco es arrastrado desde el motor a través del primario y tren intermediario, para conseguir la sincronización se hace necesario el desembrague, mediante el cual, el eje primario queda en libertad sin ser arrastrado por el motor y su giro debido a la inercia puede ser sincronizado con el del eje secundario. Por esta causa, las maniobras del cambio de velocidad deben ser realizadas desembragando el motor, para volver a embragar progresivamente una vez lograda la selección de la nueva relación deseada.



Fig. 2. 15. Despiece del sincronizador

En la (FIG.2.16.) tenemos un sincronizador con "fiador de bola", donde puede verse el dentado exterior o auxiliar (1) del piñón loco del eje secundario (correspondiente a una velocidad cualquiera) y el cono macho (2) formado en él. El cubo deslizante (7) va montado sobre estrías sobre el eje secundario (8), pudiéndose deslizarse en él un cierto recorrido, limitado por topes adecuados. La superficie externa del cubo está estriada también y recibe a la corona interna del manguito deslizante (3), que es mantenida centrada en la posición representada en la figura, por medio de un fiador de bola y muelle (6).

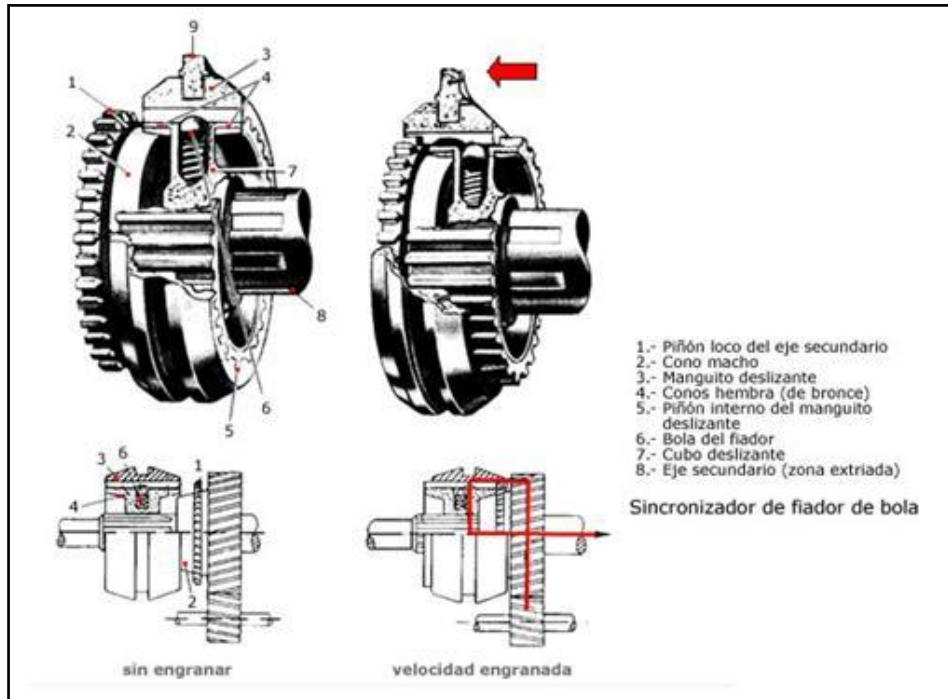


Fig. 2. 16. Sincronizador fiador de bola

Para realizar una maniobra de cambio de velocidad, el conductor lleva la palanca a la posición deseada y, con esta acción, se produce el desplazamiento del manguito deslizante, que por medio del fiador de bola (6), desplaza consigo el cubo deslizante (7), cuya superficie cónica interna empieza a frotar contra el cono del piñón loco que, debido a ello, tiende a igualar su velocidad de giro con la del cubo sincronizador (que gira solidario con el eje secundario). Instantes después, al continuar desplazándose el manguito deslizante venciendo la acción del fiador, se produce el engrane de la misma con el dentado auxiliar del piñón loco sin ocasionar golpes ni ruidos en esta operación, dado que las velocidades de ambas piezas ya están sincronizadas. En estas condiciones, el piñón loco queda solidario del eje secundario, por lo que al producirse la acción de embragado, será arrastrado por el giro del motor con la relación seleccionada.

2.4. LUBRICANTES

La clasificación API también define de forma análoga los lubricantes para engranajes, utilizando en este caso la designación GL (Gear Lubricant) Lubricantes para engranajes y la exigencia a través del orden numérico, comenzando por el menor solicitado, identificándolo con -1- y al mayor con -6-. (TABLA.2.2.)

CLASIFICACIÓN API: TRANSMISIONES AUTOMOTRICES		
CLASIFICACIÓN	TIPO DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS
GL – 1	Engranajes cilíndricos y cónicos de dientes rectos y helicoidales con cargas ligeras y uniformes.	Lubricantes sin aditivos, que pueden tener o no antioxidantes y antiespuma.
GL- 2	Engranajes, tornillos sin fin y corona que trabajan en condiciones severas de cargas.	Contiene aditivos de antidesgaste o de untuosidad.
GL – 3	Cajas de cambio y diferenciales con engranajes cónicos bajo condiciones moderadamente severas.	Proveen aditivos antidesgaste.
GL – 4	Diferenciales con engranajes hipoidales en general.	Satisfacen norma: MIL-L- 2105
GL – 5	Diferenciales con engranajes hipoidales sometidos a cargas variables.	Satisfacen norma: MIL-L-2105-D
GL – 6	Diferenciales hipoidales con grandes distancias entre ejes de la corona y del piñón. Obsoleta.	Cumplían norma: FORD ESW M2 C.105 A

Tabla 2. 2. Clasificación API para transmisiones automotrices

2.5. DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO.



Fig. 2. 17. Simulador didáctico de caja de cambios

Para nuestro propósito de equipar al laboratorio con equipos didácticos que permitan una enseñanza clara y de manera práctica se ha optado por realizar una maqueta didáctica (FIG.2.17) que permita la visualización de las partes internas y el funcionamiento de la caja de cambios, ya sea en funcionamiento o en estado estático, lo cual se lo realiza con la ayuda de cortes en la carcasa de la caja que no interrumpa la visibilidad de los diferentes elementos que la integran (FIG.2.18). Además esto nos permitirá:

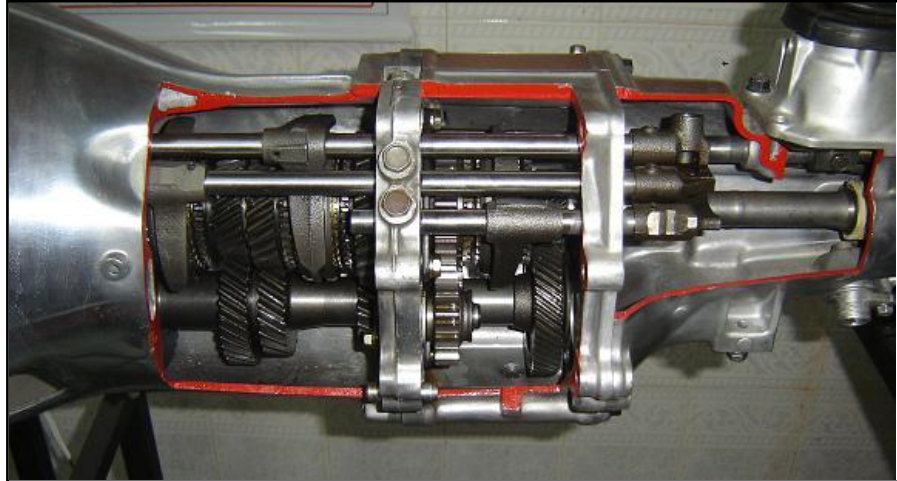


Fig. 2. 18. Vista de corte de caja de cambios didactica

- Realizar trabajos de mantenimiento, diagnóstico y conservación en sistemas de transmisión.
- Identificar los sistemas de la transmisión.
- Verificar los elementos constructivos mecánicos.
- Determinar y medir magnitudes mecánicas
- Evaluación de valores de medición con base en fórmulas y tablas.
- Estudio de las influencias de posibles fallos en la función del sistema
- Verificación y conservación de sistemas eléctricos y mecánicos en vehículos.

2.5.1. ESTRUCTURA

Nuestra maqueta didáctica para un buen entendimiento contará con los siguientes instrumentos y elementos:

- Base metálica estructurada de tubo cuadrático de 1 plg. AISI 1080, con recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de solda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Ruedas de base giratoria de 2 plg. Para su movilidad y traslado.
- Caja de cambios manual de 5 velocidades Datsun con transmisión trasera.
- Pomo metálico sujeta palanca.
- Juego completo de engranes para transmisión de 2 ejes paralelos.

- Juego completo de varillajes selectores de marcha.
- Carcasa cortada en lugares específicos con detalles en pintura de esmalte rojo.
- Motor eléctrico WEQ de 1 hp.
- Polea de aluminio 2,5 plg.
- Polea de aluminio doble de 12 plg. X 2,5 plg.
- Polea aluminio de 12 plg.
- Bandas tipo V para transmisión de potencia.
- Switch eléctrico de 40 Amp.
- Alambre de cobre gemelo AWG 10.
- Aceite SAE 80W90 de lubricación de engranes.
- Placa con nombre del banco de pruebas.

2.5.2. SELECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS

Esquema

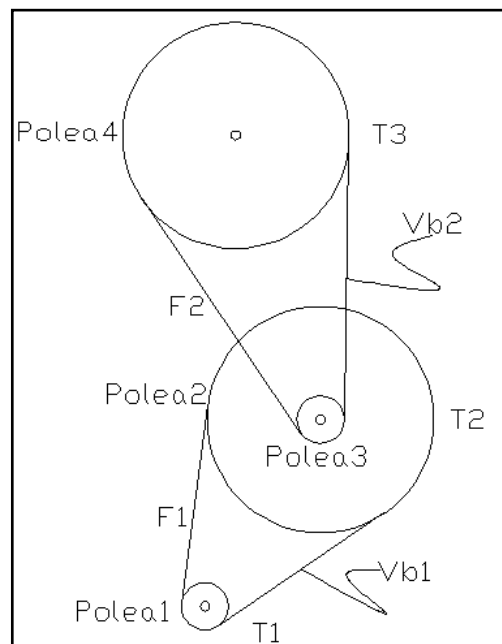


Fig. 2.19. Esquema de bandas y poleas de la caja de cambios

Diámetros y radios de poleas:

Polea1 $D_1 = 2,5 \text{ plg.}$ $r_1 = 0,0317 \text{ m.}$

Polea2 $D_2= 12$ plg. $r_2= 0,1524$ m.

Polea3 $D_3= 2,5$ plg. $r_3= 0,0317$ m.

Polea4 $D_4= 12$ plg. $r_4= 0,1524$ m.

Motor eléctrico:

Potencia = $P_M = 1$ hp. = 745,69 Watt.

Velocidad = $V_{p1} = 1750$ RPM.

Cálculos:

Relación de velocidad 1:

$$RV_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{2,5}{12} = 0,208$$

Velocidad polea 2 y 3:

$$V_2 = V_3 = V_{p1} \times RV_1$$

$$V_2 = V_3 = 1750 \text{ RP} \times 0,208$$

$$V_2 = V_3 = 364,583 \text{ RP} .$$

Velocidad angular 2 y 3:

$$\omega_3 = \omega_2 = 364,583 \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \frac{2\pi}{1 \text{---}} \times \frac{1 \text{---}}{60 \text{---}} = 38,179 \text{---} \text{ g}$$

Velocidad de la banda 1:

$$V_1 = \omega_2 \times r_2$$

$$V_1 = 38,179 \text{---} \text{ g} \times 0,1524 = 5,8184 \text{---} \text{ g}$$

Relación de velocidad 2:

$$RV_2 = \frac{D_1}{D_2} \times \frac{D_3}{D_4} = \frac{2,5}{12} \times \frac{2,5}{12} = 0,0434$$

Velocidad polea 4:

$$V_4 = V_{p1} \times RV_2$$

$$V_4 = 1750 \text{ RP} \times 0,0434$$

$$V_{p4} = 75,95 \text{ RP} .$$

Velocidad angular 4:

$$\omega_4 = 75,95 \frac{\text{---}\#}{\text{---}\text{---}} \times \frac{2\pi}{1\text{---}\#} \times \frac{1\text{---}\text{---}}{60 \text{ g}} = 7,953 \text{ g}$$

Velocidad de la banda 2:

$$V_2 = \omega_4 \times r_4$$

$$V_1 = 7,953 \text{ g} \times 0,1524 = 1,2121 \text{ g}$$

Selección de banda:

Potencia diseño = $P_M \times \text{Fact. Servicio}$

Potencia diseño = 1 hp x 1,40

Potencia diseño = 1,40 hp

Observar en la FIG 7,9 del libro de Robert Mott (ANEXO 1) con los siguientes datos:

Velocidad = 1750 rpm

Potencia de diseño = 1,4 hp

Según la tabla escogemos la banda tipo 3V para nuestro propósito.

2.5.3. SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

T ≡ torque [Nm]

P_M ≡ Potencia [KW]

V_{p1} ≡ RPM

Torque 1:

$$T_1 = \frac{P \times 9555}{V_{p1}}$$

$$T_1 = \frac{0,745 \times 9555}{1750}$$

$$T_1 = 4,071$$

Fuerza 1:

$$F_1 = \frac{T_1}{1} = \frac{4,071 \text{ —}}{0,031 \text{ —}} = 131,32$$

Torque 2:

$$T_2 = F_1 \times 2$$

$$T_2 = 131,32 \times 0,1524$$

$$T_2 = 20,013$$

Fuerza 2:

$$F_2 = \frac{T_2}{3} = \frac{20,13 \text{ —}}{0,031 \text{ —}} = 631,33$$

Torque 3:

$$T_3 = F_2 \times 4$$

$$T_3 = 631,33 \times 0,1524$$

$$T_3 = 96,214$$

2.5.4. PLANOS

ANEXO 2

2.6. GUÍAS DE PRACTICA

VOLUMEN II

CAPÍTULO III

DIFERENCIAL

3.1. VISUALIZACIÓN DE LAS PARTES INTERNAS.

3.2. FUNCIONAMIENTO

La función del diferencial es dividir por igual el par motor y pasarlo a las ruedas al mismo tiempo que permite que estas giren a diferentes velocidades si es necesario.

El mecanismo diferencial tiene por objeto permitir que cuando el vehículo dé una curva sus ruedas propulsoras puedan describir sus respectivas trayectorias sin patinamiento sobre el suelo. La necesidad de este dispositivo se explica por el hecho de que al dar una curva el coche, las ruedas interiores a la misma recorren un espacio menor que las situadas en el lado exterior, puesto que las primeras describen una circunferencia de menor radio que las segundas.

El diferencial reparte el esfuerzo de giro de la transmisión entre los semiejes de cada rueda, actuando como un mecanismo de balanza; es decir, haciendo repercutir sobre una de las dos ruedas el par, o bien las vueltas o ángulos de giro que pierda la otra. Esta característica de funcionamiento supone la solución para el adecuado reparto del par motor entre ambas ruedas motrices cuando el vehículo describe una curva, pero a la vez se manifiesta como un serio inconveniente cuando una de las dos ruedas pierde su adherencia con el suelo total o parcialmente.

3.2.1. ENGRANAJE FINAL

El engranaje final está hecho de un piñón motriz y un engranaje anular. Este engranaje reduce la velocidad de la rotación desde la transmisión, incrementando la fuerza del movimiento. En el engranaje final, muchos engranajes hipoidales cónicos, que se conectan con el engranaje anular así

el centro del eje del piñón motriz esta debajo del centro del engranaje anular, que son usados. Además, la relación por la cual el engranaje final es reducido es llamada relación de reducción. Este valor indica el número de dientes en el engranaje anular dividido por el número de dientes en el engranaje piñón motriz.

3.2.2. ENGRANAJE DIFERENCIAL

Cuando un vehículo va alrededor de una curva, la trayectoria recorrida por los neumáticos exteriores y los interiores difiere. Eso es, la velocidad de los dos neumáticos posteriores se diferencia. Por lo tanto, para que el neumático izquierdo y derecho no patinen, el engranaje diferencial es usado para ajustar la diferencia de velocidad de los neumáticos izquierdo y derecho, luego el neumático interior es retardado y el exterior es mas rápido. El engranaje diferencial consiste de una funda de diferencial, en la cual el engranaje final es montado y dos engranajes laterales conectados a los neumáticos izquierdo y derecho, como también dos engranajes piñones conectan a los engranajes laterales (Fig. 3.1).

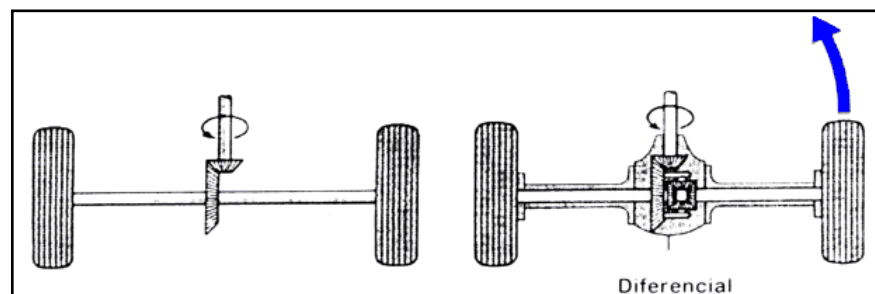


Fig. 3.1. Engranaje Diferencial

Si las ruedas de ambos lados giran a la misma velocidad, el vehículo no se desplazará alrededor de la curva.

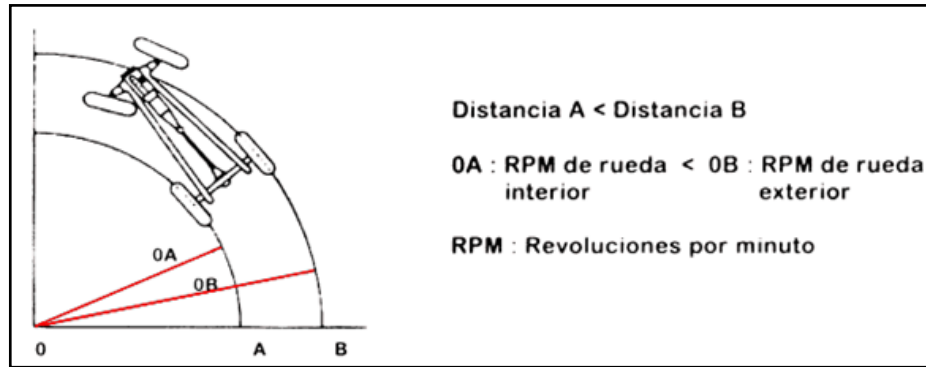


Fig. 3.1. Engranaje Diferencial

3.2.3. ÁRBOLES DE TRANSMISIÓN

La función de un árbol de transmisión es transmitir el movimiento desde la caja de velocidades al diferencial (Fig. 3.2).

Están sometidos en su funcionamiento a esfuerzos constantes de torsión que son contrarrestados por la elasticidad del material. Por este motivo están diseñados para que aguanten el máximo de revoluciones sin deformarse. Se fabrican en tubo de acero elástico, con su sección longitudinal en forma de uso (más grueso en el medio que en los extremos) y perfectamente equilibrados para no favorecer los esfuerzos en ningún punto determinado.

Además del esfuerzo de torsión, el árbol de transmisión está sometido a otro de oscilación alrededor de su centro fijo de rotación. Debido a este movimiento de oscilación se modifican continuamente las longitudes de las uniones, dando como resultado un movimiento axial del árbol de transmisión.

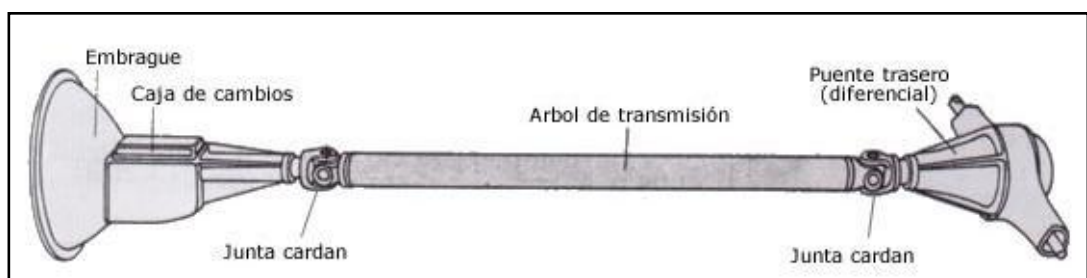


Fig. 3.2. Árboles de Transmisión

3.2.4. JUNTAS DEL ÁRBOL DE TRANSMISIÓN

Se encargan de transmitir un gran par motor y permite desplazamientos angulares de hasta 15° en las de construcción normal, llegando hasta los 25° en las de construcción especial. Tienen el inconveniente de que cuando los ejes giran desalineados quedan sometidos a variaciones de velocidad angular y, por tanto, a esfuerzos alternos que aumentan la fatiga de los materiales de los que están contruidos (Fig. 3.3)

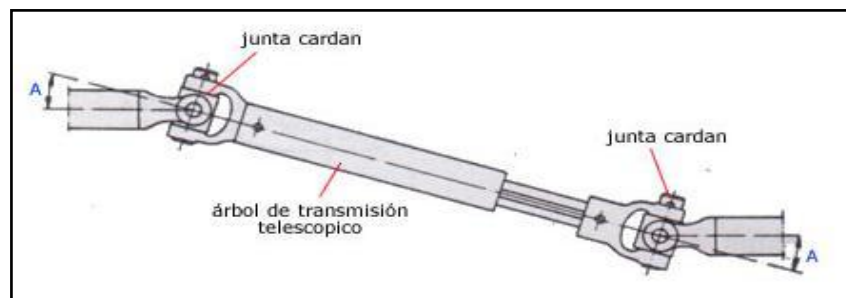
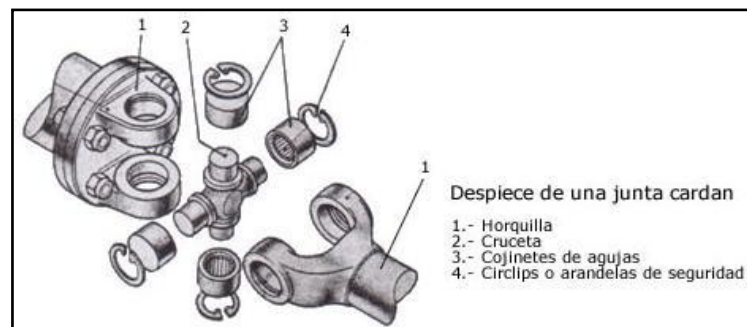


Fig. 3.3. Juntas de Árboles De Transmisión

3.2.5. ÁRBOLES CON JUNTAS UNIVERSALES ELÁSTICAS

Estos árboles se emplean cuando el puente trasero va fijo a la carrocería o para secciones intermedias de transmisión; por tanto, no necesitan transmitir el giro con grandes variaciones angulares. Como juntas se emplean discos de tejido o articulaciones de goma interpuesta entre dos bridas sujetas con pernos de unión (Fig. 3.4)

Las juntas de disco, permiten un ángulo de desviación de 3 a 5° y están constituidas por uno o dos discos elásticos (tejido de tela engomada),

interpuestos entre la brida del puente o caja de cambios y la brida de transmisión.

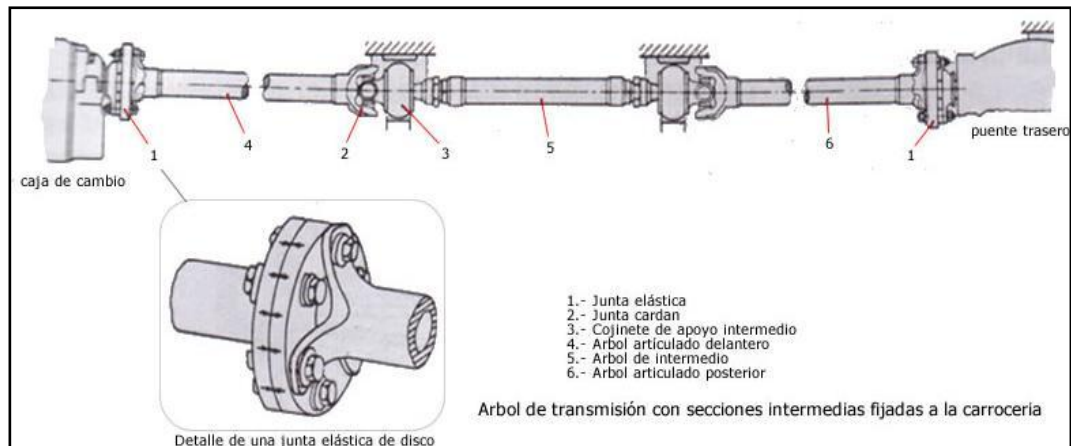


Fig. 3.4. Juntas Universales

3.2.6. SEMIEJES DE TRANSMISIÓN O PALIERS

Los semiejes o paliers pueden ser rígidos o articulados (para suspensiones independiente) tienen la misión de transmitir el movimiento desde el diferencial a las ruedas. Están constituidos por un eje de acero forjado, uno de sus extremos se acopla al planetario del diferencial y, el otro extremo se acopla al cubo de la rueda (Fig. 3.5)

En vehículos con motor delantero y propulsión trasera dotada de puente trasero flotante (sin suspensión independiente) se emplean para el montaje de estos semiejes, varios sistemas:



Fig. 3.5. Semieje

Montaje semiflotante:

En este sistema el palier se apoya por un extremo en el planetario del diferencial y, por el otro lado, lo hace en la trompeta del puente, a través de un cojinete. Con este montaje, el peso del vehículo descansa en (P) y queda totalmente soportado por el palier que, además, transmite el giro a la rueda; queda, por tanto, sometido a esfuerzos de flexión y torsión; por esta razón, estos palieres tiene que ser de construcción más robustos (Fig. 3.6)

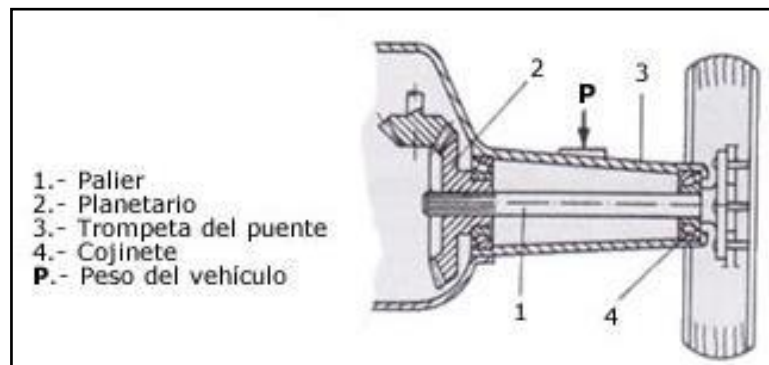


Fig. 3.6. Eje Semiflotante

Montaje tres cuartos flotante:

En este montaje el palier se une al cubo de la rueda, siendo este el que se une al mangón a través de un cojinete. En este caso, el peso del vehículo se transmite desde la trompeta del puente al cubo de la rueda y el palier queda libre de este esfuerzo, teniendo únicamente que mantener el cubo alineado y transmitir el giro (Fig. 3.7).

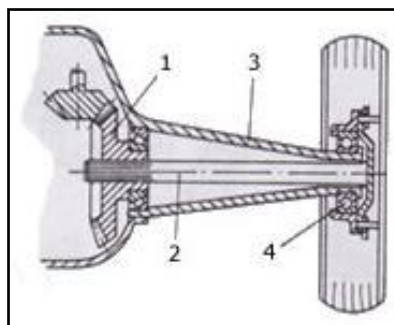


Fig. 3.7. Eje tres Cuartos Flotante

Montaje flotante:

En este montaje (el más utilizado en los camiones) el cubo de la rueda se apoya en el mangón del puente a través de dos cojinetes, quedando así alineada la rueda que soporta el peso del vehículo. El palier queda liberado de todo esfuerzo, ya que solamente tiene que transmitir el giro de las ruedas (Fig. 3.8).

En los montajes semiflotante y tres cuartos flotante, el palier no puede ser extraído del puente sin haber antes liberado a la rueda del peso del vehículo, cosa que no ocurre con este último sistema en el que, como puede verse, el palier queda totalmente libre

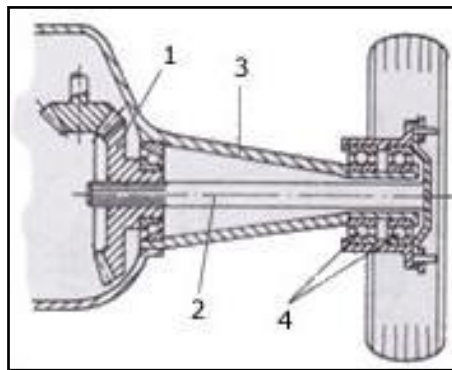


Fig. 3.8. Eje Flotante

3.3. PARTES

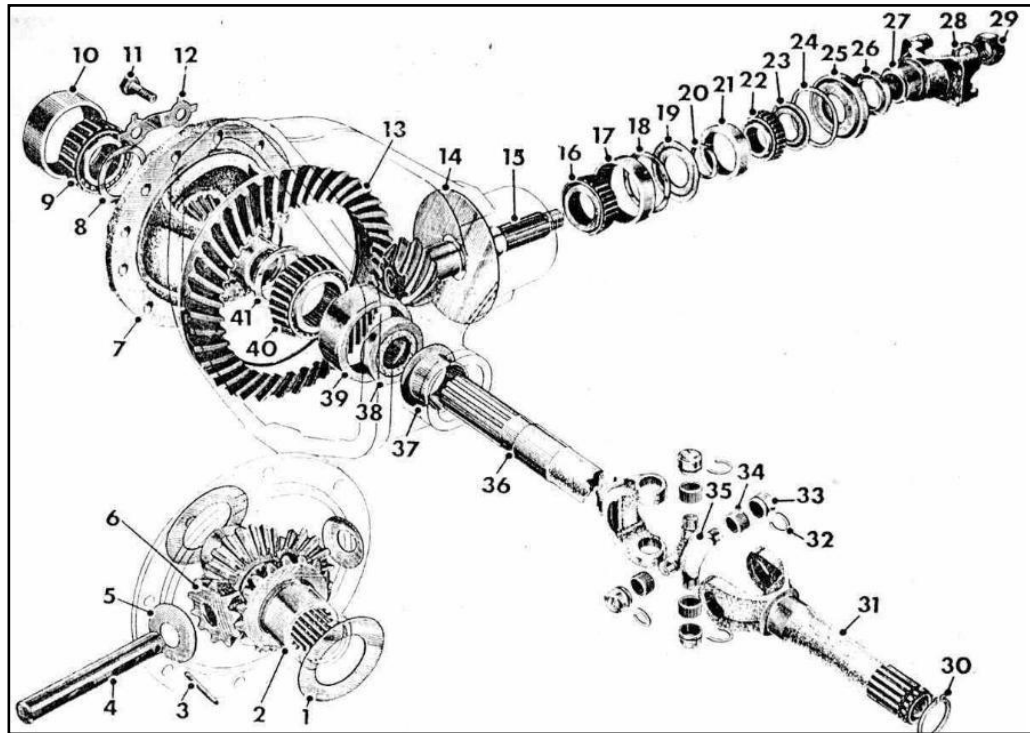


Fig. 3.9. Partes Diferencial

1. Arandela de empuje de los engranajes del diferencial
2. Engranaje del diferencial (planetario)
3. Perno de traba del eje de piñones del diferencial
4. Eje de piñones del diferencial
5. Arandela de empuje de los piñones del diferencial
6. Piñón del diferencial (satélite)
7. Caja del diferencial
8. Espesores de ajuste de los cojinetes del diferencial
9. Cono del cojinete del diferencial
10. Cubeta del cojinete del diferencial
11. Bulón
12. Traba de seguridad
13. Corona
14. Deflector plano de aceite
15. Piñón de mando

16. Cono del cojinete (delantero) del piñón de mando
17. Cubeta del cojinete (delantero) del piñón de mando
18. Espesores de ajuste (para la distancia de montaje del piñón)
19. Deflector de aceite (delantero)
20. Espesores de ajuste (para la precarga de los cojinetes del piñón)
21. Cubeta del cojinete (trasero) del piñón de mando
22. Cono del cojinete (trasero) del piñón de mando
23. Deflector de aceite (trasero)
24. Junta
25. Reten de aceite
26. Guardapolvo
27. Brida de acoplamiento de la junta universal
28. Arandela
29. Tuerca
30. Aro reten
31. Extremo exterior de semiejes
32. Aro reten de cubeta del cojinete de cruceta
33. Cubeta del cojinete de cruceta
34. Rodillos del cojinete de cruceta
35. Cruceta
36. Extremo interior de semieje
37. Gula de los semiejes delanteros
38. Reten interior de aceite
39. Cubeta del cojinete del diferencial
40. Cono del cojinete del diferencial
41. Espesores de ajuste de los cojinetes del diferencial.

3.4. LUBRICANTES.

Los aceites minerales son propicios para el uso en diferenciales ya que proceden del Petróleo, y son elaborados del mismo después de múltiples procesos en sus plantas de producción, en las Refinarías. El petróleo bruto tiene diferentes componentes que lo hace indicado para distintos tipos de producto final, siendo el más adecuado para obtener Aceites el Crudo Paranífnico.

Los aceites HD son lubricantes con características de extrema presión especialmente desarrollados para la lubricación de los engranes de los diferenciales y transmisiones de automóviles, camiones de carga y pasajeros y de equipo agrícola que trabajan bajo condiciones severas de operación además están formulados con aceites minerales de un alto grado de refinación y con aditivos que protegen a los engranes contra el desgaste, la herrumbre y corrosión.

Viscosidad: 80W-90, 85W-140.

3.4.1. CLASIFICACIÓN API PARA ACEITES DEL DIFERENCIAL

API GL-1	Especifica el tipo de servicio característico de ejes, automotrices, sinfín, cónico espiral y algunas transmisiones manuales.
API GL-2	Especifica el tipo característico de ejes que operan bajo condiciones de carga.
API GL-3	Especifica el tipo de servicio característico de transmisiones manuales y ejes que opera bajo condiciones moderadamente severas de velocidad.
API GL-4	Especifica el tipo de servicio característico de engranajes hipoidales en automóviles y otros equipos bajo condiciones de alta velocidad.
API GL- 5	Especifica el tipo de servicio característico de engranajes hipoidales en automóviles y otros equipos bajo condiciones de alta velocidad.

Tabla 3.1. Clasificación de aceites

3.5. ESTRUCTURA



Fig. 3.10. Simulador Didáctico Diferencial

Nuestra maqueta didáctica para un buen entendimiento contará con los siguientes instrumentos y elementos:

- Base metálica estructurada de tubo cuadrático de 1 1/2 plg. AISI 1008, con recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de suelda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Lámina de acero de 1 1/2 x 1/8 de grosor y uniones de suelda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Ruedas de base giratoria de 3 plg. Para su movilidad y traslado.
- Diferencial de Mazda 616.
- Manivela
- Aceite 80W90.
- Placa con nombre del banco de pruebas.

3.5.1. PLANOS

ANEXO 2

3.6. GUÍAS DE PRÁCTICA

VOLUMEN II

CAPÍTULO IV

SISTEMA DE FRENO

4.1. INTRODUCCIÓN

Uno de los sistemas fundamentales de todo vehículo automóvil es el que le confiere la capacidad a reducir su velocidad incluso llegando a detenerlo si así lo decide el conductor. Dicho sistema es el sistema de freno.

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento de un sistema de frenado es la reducción de la energía cinética o potencial para transformarla en energía calorífica. Con esta transformación de energía se consigue la reducción de la velocidad del vehículo (Fig.4.1).

Considerando a los vehículos como cuerpos rígidos, no dotados de suspensiones, y considerando que el movimiento se produce en línea recta y sin acciones laterales, el análisis de los esfuerzos y movimientos se llevan a cabo bajo esta condición.

El reparto de cargas sobre el eje en un vehículo moderno en parado, es aproximadamente de un solo 55% del peso total en el eje delantero, y del 45% sobre el eje trasero. Evidentemente, este reparto estático de cargas se modifica según las condiciones dinámicas según las aceleraciones o deceleraciones a que se ve sometido el vehículo.

Las principales fuerzas en juego en el proceso de frenado del vehículo son las que se representan en la Fig.4.1.:

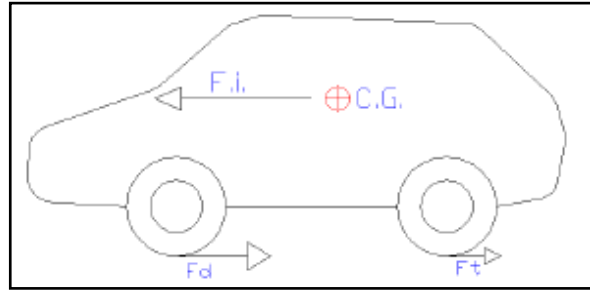


Fig.4.1. Fuerzas en el proceso de frenado

Como se puede observar en el diagrama, la inercia del vehículo al frenar genera una fuerza (F_i) que actúa sobre el centro de gravedad del vehículo y que normalmente, al estar este punto situado a mayor altura que el eje de las ruedas, genera un par de cabeceo en el vehículo que modifica el reparto de cargas sobre los ejes. Aunque dicho reparto de cargas dinámicas durante la frenada depende de otros factores tales como el reparto de cargas estáticas, alturas del centro de gravedad y otros, se puede estimar que en un vehículo tipo dicho reparto de masas en una situación dinámica es el 75 % sobre el delantero y un 25 % sobre el eje trasero.

Esta situación supone que tanto el dimensionamiento de los frenos delanteros y trasero así, como las características del material de fricción de las pastillas o zapatas, han de tener distintas dimensiones y coeficientes para evitar el bloqueo de las ruedas traseras.

De producirse el bloqueo del eje trasero, la estabilidad direccional del vehículo quedaría enormemente comprometida y en dicha situación el coche tendería a girar sobre su eje.

4.2.1.1. Fuerzas y momentos que actúan en el proceso de frenado.

A continuación se muestran los diferentes esfuerzos que intervienen durante el proceso de frenado, algunos de ellos pueden parecer irrelevantes, pero veremos que son de vital importancia dependiendo del tipo de conducción que realicemos.

Las principales fuerzas retardadoras del vehículo en el proceso de frenado son las que se desarrollan en la superficie de las ruedas como consecuencia de su contacto con la calzada, al serles aplicados pares que se oponen a su movimiento, es decir, las fuerzas de frenado.

La resistencia a la rodadura así como la resistencia aerodinámica del vehículo intervienen como fuerzas retardadoras en el proceso de frenado. Aunque su influencia es pequeña frente a la fuerza de frenado, pero aún así ayudan durante el proceso de deceleración. La resistencia a la rodadura, fundamentalmente está compuesta por la fricción neumático – suelo y pérdidas mecánicas en el sistema de transmisiones. Su valor es generalmente pequeño en comparación con las otras fuerzas en juego. El valor de la resistencia a la rodadura crece casi proporcionalmente a la velocidad.

Las fuerzas aerodinámicas al avance solo tienen interés como fuerzas retardadoras a altas velocidades. A velocidades moderadas o bajas pueden despreciarse frente al valor de la fuerza de frenado.

Velocidad (Km/h)	Resistencia Aerodinámica (Kg)	Resistencia a la Rodadura (Kg)	Resistencia Total (Kg)	Potencia necesaria (CV)
40	5,3	10,0	15,3	2,3
80	21,6	14,0	35,6	10,7
120	48,6	19,0	67,6	30,6
160	86,4	26,0	112,4	67,9
200	135,0	32,0	167,0	126,2

Tabla 4.1. Fuerzas aerodinámicas y de rodadura en el frenado

La resistencia que ofrece el motor constituye, en muchos casos, un factor importante en el proceso de frenado. La potencia, como el par resistente, que ofrece el motor en procesos de frenado en los que permanece conectado a las ruedas a través de la transmisión, es importante cuando gira a un gran número de revoluciones y disminuye con la velocidad, hasta hacerse pequeño en el último intervalo de un proceso de frenado.

En bajadas prolongadas, especialmente si se trata de vehículos pesados, la retención efectuada por el motor es de suma importancia para preservar los elementos de fricción de los frenos del calentamiento y consiguientes desgastes elevados.

Fricción es la resistencia al movimiento que existe cuando un objeto sólido se mueve tangencialmente con respecto a la superficie de otro sólido con el que está en movimiento (Fig.4.2).

La fricción se expresa en términos relativos de fuerza, como el coeficiente entre la fuerza de fricción y la carga nominal a las superficies de contacto, suele representarse por μ , que es un coeficiente adimensional, es decir, carece de unidades ya que las dos fuerzas se miden en las mismas unidades.

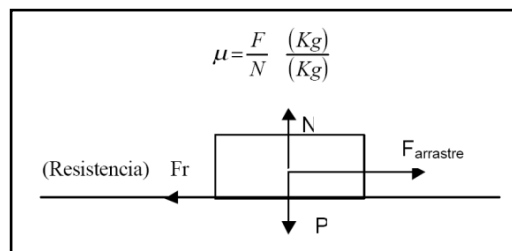


Fig.4.2. Fuerzas de fricción.

Hay que distinguir entre dos situaciones:

1. FUERZA DE FRICCIÓN ESTÁTICA: La necesaria para iniciar el movimiento. Si la fuerza tangencial aplicada es menor a este valor, no existe movimiento y la fuerza de fricción es igual o mayor a la tangencial aplicada.
2. FUERZA DE FRICCIÓN CINÉTICA O DINÁMICA: La necesaria para mantener el movimiento. De valor menor a la anterior.

Las leyes fundamentales de la fricción son:

- La fuerza de fricción es proporcional a la fuerza normal.

$$F = m \times N$$

Ecuación 4.1. Fuerza de fricción

- La fuerza de fricción es independiente del área aparente de contacto (Aa). Por esta razón objetos grandes y pequeños del mismo par de materiales, presentan el mismo coeficiente de fricción.
- La fuerza de fricción teóricamente es independiente de la velocidad de deslizamiento (aunque no es así en la práctica debido a la sensibilidad de los materiales de fricción: presión, velocidad y temperatura).

Los coeficientes de fricción típicos que presenta el acero cuando se desliza sobre otros materiales son los que aparecen en la siguiente tabla.

Material 1 Vs. Material 2		μ
Acero	Acero	0,62
Bronce	Acero	0,24
Grafito	Acero	0,10

Tabla 4.2. Coeficientes de fricción del acero

El sistema de frenos de un vehículo moderno está compuesto por los siguientes elementos (Fig.4.3):

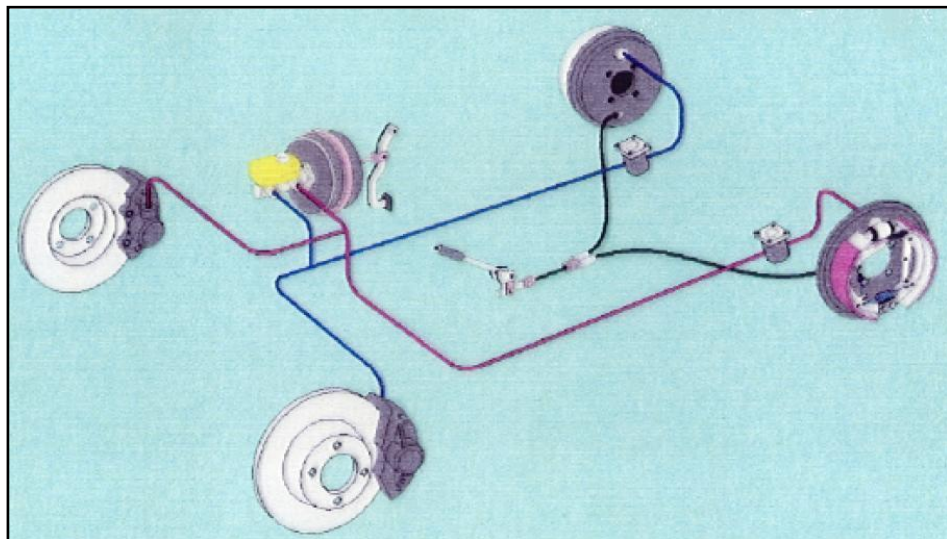


Fig.4.3. Elementos del sistema de frenado.

4.2.2. PARTES

Servofreno

El servofreno es el sistema por el cual la fuerza que hay que ejercer sobre el pedal, para presurizar el circuito a una misma presión, se reduce. Es decir, es un elemento que reduce el esfuerzo que necesita el conductor para presurizar el circuito pisando el pedal.

Las ventajas del servofreno no son exclusivamente las de poder realizar una presión mayor sobre el circuito hidráulico, y por consiguiente, sobre los pistones de las pinzas con un mayor descanso del pie. Si no que lo que se consigue es una mejor dosificación de la frenada.

Los servofrenos actuales más corrientes son aquellos que actúan por vacío. Estos aparatos aprovechan la depresión creada en el colector de admisión cuando se retira el pie del acelerador para aumentar la fuerza que el pie proporciona al pedal del freno. (Tabla 4.3.)

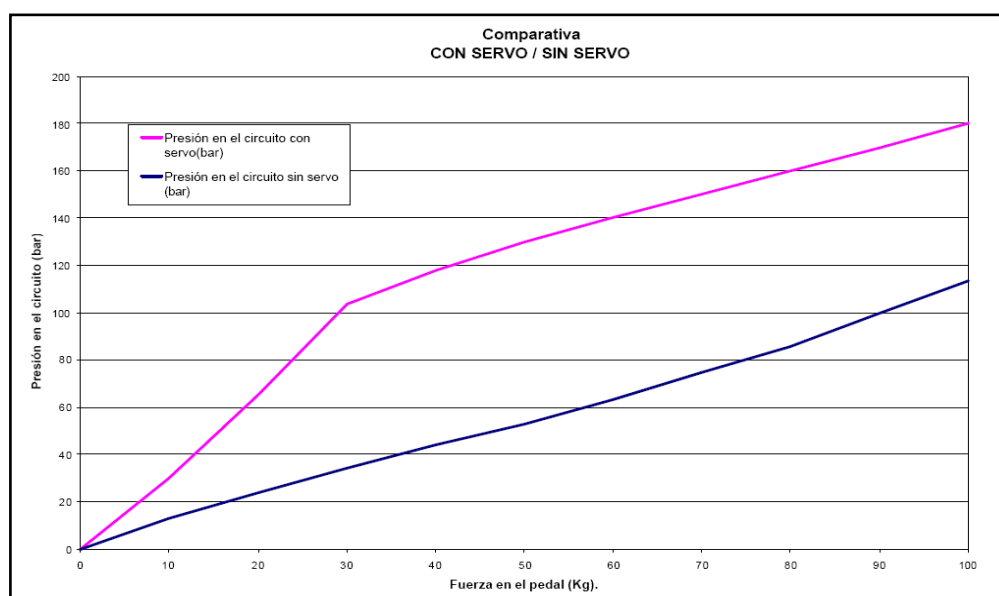


Tabla 4.3. Comparación servo / sin servo.

Los valores típicos de esfuerzo pedal / servo para el sistema tipo representado anteriormente, están en la tabla 4.4.:

Fuerza sobre el pedal (Kg)	Presión en el circuito con servo (bar)	Presión en el circuito sin servo (bar)
0	0	0
10	30	13
20	65	24
30	104	34
40	118	44
50	130	53
60	140	63
70	150	75
80	160	86
90	170	100
100	180	113

Tabla 4.4. Esfuerzo pedal / servo.

Bomba de freno

La bomba de freno o cilindro principal, es el encargado de presurizar el líquido por todo el circuito hidráulico. Esto obliga a los fabricantes de vehículos a que estos vayan provistos de doble circuito de freno, las bombas de freno son de tipo tándem (Fig. 4.4).



Fig. 4.4. Bomba tipo tándem

El sistema tándem significa que la bomba dispone de dos pistones, colocados uno a continuación del otro, con los cuales se atiende al suministro del líquido a una presión igual para cada uno de los dos circuitos independientes normalmente distribuciones según una "X". Es decir, un circuito actúa sobre la rueda delantera izquierda y también sobre la trasera derecha mientras que el otro actúa sobre la rueda delantera derecha y la trasera izquierda como elemento de seguridad en el caso de problemas de pérdida de eficacia en uno de los dos circuitos.

En el circuito también se encuentran elementos como el corrector de frenada (Fig. 4.5) y las pinzas de freno (Fig. 4.6).



Fig. 4.5. Corrector de frenada.

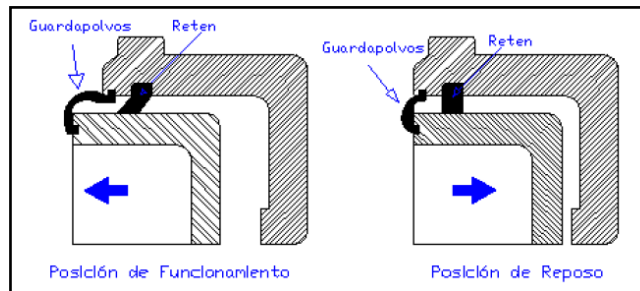


Fig. 4.6. Pinza de freno.

Tambor de freno

El tambor de freno es el elemento encargado de cerrar el sistema y, junto a las zapatas de freno, producir la transformación de la energía cinética en energía calorífica. La energía calorífica es absorbida por el mismo y transmitida al exterior. Toda su superficie interior constituye una pista de rozamiento para las zapatas (Fig. 4.7).



Fig. 4.7. Tambor de freno.

Zapatas de freno

Son los elementos que incorporan los forros de freno. Los forros pueden ir remachados, pegados e incluso atornillados en la zapata. En este último caso, los forros llevan un rebaje para impedir que el tornillo roce con el tambor de freno. La finalidad de las zapatas es bascular, cuando son movidas por el bombín de freno, y apoyar el forro contra el tambor. Las zapatas de freno se dividen en zapatas primarias o comprimida y en zapatas secundarias o tensadas. Las zapatas primarias son las que la fuerza de rozamiento tiende a desplazarlas hacia el interior del tambor. Las zapatas secundarias son las que la fuerza de rozamiento tiende a desplazarlas hacia el exterior del tambor (Fig. 4.8).



Fig. 4.8. Zapatas de freno.

El líquido de freno

El líquido de freno es el elemento que al ser presurizado por la bomba empuja los cilindros de las pinzas contra las pastillas, produciéndose así la acción de frenado. Para los usuarios de los automóviles es el eterno

olvidado, es decir, muy pocos conductores dan la importancia que dicho elemento tiene. Sus características son las que aseguran una correcta frenada, pero es un elemento que con el uso y el paso del tiempo se degrada y debe de ser sustituido.

Las características fundamentales del líquido de freno son las siguientes:

- Es incompresible (como todos los fluidos).
- Su punto de ebullición mínimo debe ser superior a los 230°C. Así conseguirá permanecer en estado líquido, sin entrar en ebullición, cuando las sollicitaciones de frenada sean muy exigentes.
- Debe de tener baja viscosidad para desplazarse rápidamente por el circuito.
- Debe de ser lubricante para que los elementos móviles del sistema de freno con los que se encuentra en contacto no se agarroten.
- Debe de ser estable químicamente, para no corroer los elementos del sistema de freno con los que se encuentran en contacto.

En la actualidad, la mayoría de los líquidos de freno cumplen con todos los requisitos que le son demandados, pero como contrapartida y debido a la composición de elementos que tiene, posee una propiedad que obliga a que su sustitución sea necesaria cada 2 años o 70000 km. Esta propiedad es la propiedad higroscópica, es decir, tiene una gran capacidad de absorber agua.

En ambientes húmedos, bien pudiera ser necesario el proceder a su cambio antes de los plazos anteriormente indicados.

Tuberías o cañerías

Las tuberías y los latiguillos son los encargados de conducir el líquido de frenos, soportando la presión interna del líquido, además deben de resistir

la agresión medioambiental y otros agentes agresivos del entorno (Fig. 4.9).

Las tuberías de freno normalmente son tubos de acero y muchas veces están recubiertas con polímero para resistir la corrosión; usualmente tienen un ánima nominal de 2,5 mm. y un diámetro externo de 4,5 mm. Cada extremo de la tubería está carenado con carena individual o doble para que coincida con el componente en el que se coloca, y tiene montada una tuerca de tuberías macho o hembra según sea necesario.

Los tubos flexibles están contruidos en capas, de los que el revestimiento, ha de ser resistente al aceite mineral, y el externo a partículas duras y daños producido por piedras, agua, sal y demás contaminantes que puedan existir en la carretera. El producto que se utiliza es un polímero de mezcla de etileno propileno dieno (EPDM).

Se emplea tela de rayón de capas múltiples para las dos capas de refuerzo, que resisten la presión del tubo flexible. Los tubos flexibles de frenos están diseñados para funcionar a una presión de 100 bares, su presión de rotura es unas 5 veces mayor.

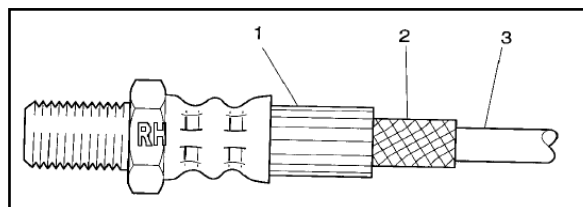


Fig. 4.9. Tubería de freno.

La membrana interior del tubo flexible ha de ser resistente al líquido de frenos (3). El material empleado es EPDM ya que es muy poco permeable. El material de la capa interior es de rayón por presentar unas muy buenas cualidades de resistencia de presión interna (2). Algunos tubos flexibles tienen fundas de plástico o acero inoxidable enrollados alrededor de los mismos para dar protección adicional contra el doblado del tubo en otros componentes (1).

4.2.3. TIPOS DE SISTEMAS DE FRENO

4.2.3.1. Frenos de disco

Un freno de disco es un dispositivo cuya función es detener o reducir la velocidad de rotación de una rueda. Hecho normalmente de acero, está unido a la rueda o al eje. Para detener la rueda dispone de unas pastillas que son presionadas mecánica o hidráulicamente contra los laterales de los discos. La fricción entre el disco y las pastillas hace que la rueda se frene. Los frenos de disco son utilizados en automóviles, motocicletas y, cada vez más (Fig. 4.10).



Fig. 4.10. Frenos de disco.

4.2.3.1.1. Tipos de frenos de disco

Pinzas De Pistón Opuesto

El freno de disco de pinzas de pistón opuesto se fija en la brida de montaje mediante dos pernos y las pinzas están montadas por encima del disco que gira con el cubo de la rueda (Fig. 4.11).

Los cilindros a ambos lados de las pinzas fijas están equipados cada uno con una junta que se mantiene en una ranura angular en alojamiento del cilindro.

Los cilindros y pistones están protegidos contra la suciedad y agua con una cubierta anti-polvo. Los conjuntos de pastillas están montados entre el pistón y el disco en la ranura de las pinzas y se mantienen en posición con pasadores.

Las pinzas para las ruedas traseras pueden llevar incorporados orificios de fijación para unir un freno de mano de tipo pinzas accionado mecánicamente que sirva como freno de estacionamiento.

Su principio de funcionamiento es simple, es decir, cuando se pisa el pedal el cilindro principal presuriza el líquido de frenos que empuja por igual a cada uno de los pistones de la pinza, que a su vez empujan a las pastillas contra el disco.

La ventaja de este sistema es que ambas pastillas se empujan con la misma fuerza contra el disco. El esfuerzo de pedal aplicado está siempre directamente relacionado con la fuerza de pistón (según una relación determinada por las dimensiones de los componentes), y por lo tanto con el grado de frenado.

Cuando se suelta el pedal, la presión hidráulica que hay en el sistema de frenos disminuye, lo que hace que los pistones vuelvan a su posición original ayudado por la junta que existe entre los pistones y el cuerpo de la pinza (también responsable de la estanqueidad del conjunto). Al desgastarse el material de la pastilla, los pistones se deslizan más a través de la junta al frenar, con lo que compensa automáticamente el desgaste.



Fig. 4.11. Pinzas de pistón opuesto

Pinzas deslizantes (fig. 4.12)

Los frenos de disco de pinzas deslizantes se han diseñado para recuperar el espacio perdido por la instalación de las suspensiones tipo McPherson, que han restringido considerablemente el espacio

disponible, ya que modifican el ángulo de caída de las ruedas. Este nuevo tipo de pinza está sustituyendo a la pinza de doble pistón por sus mejores ventajas como pueden ser: que el líquido de frenos se encuentra separado de la zona de disipación de calor, gran área y volumen de pastilla de freno con lo que se consigue mayor superficie de fricción para el frenado y al ser más anchas tienen mayor vida útil, peso menor, fuerza constante en las dos pastillas y par residual reducido debido a la retracción controlada de las pastillas. El cuerpo del freno, que no está expuesto a fuerzas centrífugas, se puede fabricar tanto en versión de aluminio de una sola pieza y en versión de dos piezas con el cuerpo de aluminio y un puente de hierro fundido dúctil. Para disipar mejor el calor la pieza de aluminio puede estar provisto de aletas de disipación, es decir, se aumenta la superficie de contacto entre el medio y la propia pinza.

El principio de funcionamiento es sencillo, al pisar el pedal del freno se actúa sobre el cilindro principal (que puede ir dotado de servo o no) aumentando la presión de todo el sistema. Esta presión al ser aplicada sobre el pistón empuja la pastilla de freno interior contra el disco. Debido que la presión aplicada y el líquido encerrado actúan uniformemente en todas las direcciones, se ejerce simultáneamente una fuerza reactiva en el cuerpo. Esta fuerza desliza el cuerpo sobre los pernos de guía y tira de la pastilla exterior contra el disco. El esfuerzo de frenado por lo tanto es igual a ambos lados. El ajuste de la separación de la pastilla con el disco después de completar el proceso de frenado se consigue de manera similar al de las pinzas fijas, por medio de la deformación controlada de la junta del pistón.

En este tipo de cáliper, además de las comprobaciones rutinarias del pistón y sus elementos de estanqueidad, es muy importante verificar el buen deslizamiento de las guías del cáliper para garantizar el reparto igual de esfuerzos sobre las dos pastillas de freno del cáliper.



Fig. 4.12. Pinzas deslizante.

El freno de tambor es un tipo de freno en el que la fricción se causa por un par de zapatas o pastillas que presionan contra la superficie interior de un tambor giratorio, el cual está conectado al eje o la rueda.

Características básicas de las pastillas de freno (fig. 4.13).

Los requerimientos básicos del material de fricción son los que establece la propia aplicación del producto. Los más relevantes son:

Presentar un coeficiente de fricción adecuado y estable a cualquier rango de temperatura y presión.

Mantener un equilibrio entre abrasión y resistencia al desgaste.

Una cierta compresibilidad, tanto en frío como en caliente, que haga que el material absorba vibraciones e irregularidades de la otra superficie con la que entra en contacto.

Una buena resistencia al choque y al cizallamiento.

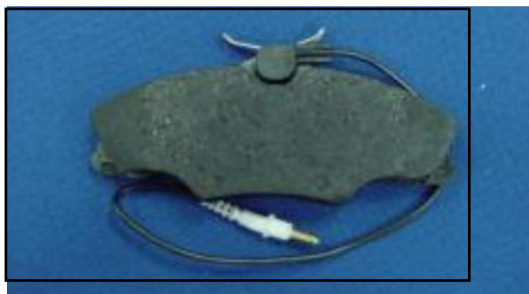


Fig. 4.13. Pastillas de freno.

Para conseguir satisfacer todos estos requerimientos, cada fabricante implementa sus propias formulaciones, las cuales ensaya una y otra

vez hasta conseguir los resultados que le aportan la calidad que buscan.

A continuación vamos a ver los diferentes componentes que pueden llevar consigo las pastillas de freno.

Subcapa (Underlayer): El underlayer es una capa de material cuya función es la de fijar el material de fricción en el soporte además de reducir la temperatura que llega al caliper. Esta capa de material tiene su propia formulación, ya que no tiene los requerimientos que del material de fricción se esperan sino que sus funciones son las de unir la capa de material de fricción al soporte además de variar la conductividad térmica del material de fricción para que el calor no pase a través de ella y no se caliente el líquido de frenos en el caso de materiales de fricción con una alta conductividad térmica (Fig. 4.14).

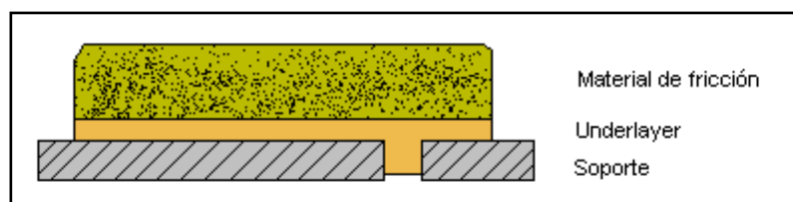


Fig. 4.14. Subcapa de pastillas

En definitiva, es un elemento añadido que puede implicar riesgos adicionales por lo que si puede ser evitado en el proceso, es conveniente evitar el tener que usar este elemento.

Soporte: (Fig. 4.15)



Fig. 4.15. Soporte de pastillas de freno.

El soporte es el elemento metálico cuya función es la de mantener el material de fricción en el porta pastillas de las pinzas. La característica principal es que debe de ser lo más plano posible para evitar que durante en proceso de prensado en caliente y posterior curado de las pastillas surjan fisuras entre el soporte y el material de fricción.

Los soportes se fabrican por estampación a partir de un fleje del espesor requerido.

Dependiendo de la complejidad del soporte se fabrican en varios pasos, aunque es uno de los procesos más automatizados de la fabricación de las pastillas.

Los soportes son pintados con un barniz de alta resistencia para prevenir la corrosión con el paso del tiempo. La impregnación del soporte metálico con una resina de gran adherencia es una fase crítica del proceso de fabricación, ya que se debe de garantizar una correcta adherencia del material de fricción al soporte.

Anti-Ruidos.

Las láminas anti-ruido (Fig. 4.16, Fig. 4.17) son accesorios cuya función principal es la de absorber las vibraciones que se producen en el contacto entre la pastilla y el disco, evitando la aparición de ruido. Existen diferentes materiales, como son láminas de fibra de vidrio, láminas metálicas... cada aplicación lleva definida un tipo de lámina diferente dependiendo del tipo de vehículo en el cual va montada la pastilla.



Fig. 4.16. Anti-ruidos



Fig.4.17. Anti-ruídos

La forma de fijarlas al soporte suele variar dependiendo del tipo de material de la lámina anti-ruído. Existen láminas que van pegadas por medio de una resina fenólica las cuales tienen que ser comprimidas contra el soporte sometido el conjunto a una temperatura de unos 150°C. Otras láminas van remachadas a los tetones del soporte. Existe otra posibilidad de que la lámina vaya fijada al soporte por medio de patillas y embutida en dos tetones del soporte, para impedir su movimiento.

Dichas láminas permiten aumentar la compresibilidad de la pastilla de freno en frío con el consiguiente efecto positivo sobre los chirridos sin aumentar sensiblemente la compresibilidad de la pastilla de freno en caliente que pudiera dar lugar a carreras del pedal excesivas.

Conjunto pinza – pastilla.

En el conjunto que presentamos a continuación veremos más claramente todos los elementos que componen el conjunto pinza – pastillas (Fig. 4.18).

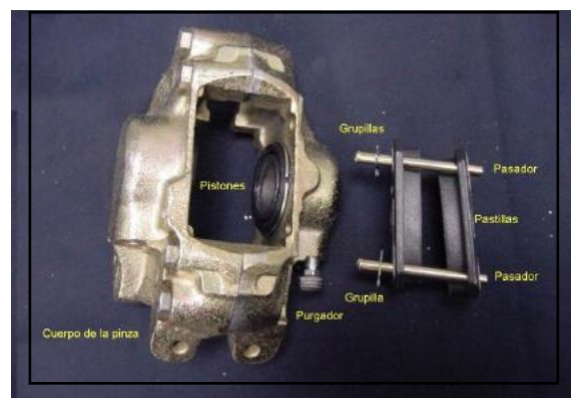


Fig. 4.18. Conjunto pinza – pastilla

1. *Cuerpo de la pinza. Da rigidez y soporta las pastillas.*
2. *Pistones. Empujan las pastillas contra el disco.*
3. *Purgador. Abre el sistema para permitir la salida del aire del circuito.*
4. *Grupillas. Retienen e impiden que se salgan los pasadores.*
5. *Pasadores. Mantienen las pastillas y les sirven de guías.*

4.2.3.2. Frenos de tambor

Los frenos de tambor (Fig. 4.19) modernos se inventaron en 1902 por Louis Renault, aunque un tipo de freno similar pero menos sofisticado ya se había usado por Wilhelm Maybach un año antes. En los primeros diseños las zapatas eran dirigidas mecánicamente; a mediados de los años '30 se introdujo un sistema hidráulico por medio de aceite, si bien el sistema clásico se siguió utilizando durante décadas en algunos modelos.

Las zapatas eran un elemento que había que ajustar regularmente hasta que en los años 50's se introdujo un sistema de auto-adaptación que hacía innecesario el ajuste manual. En los años 60 y 70 se empezaron a dejar de fabricar coches con frenos de tambor en el eje delantero. En su lugar se fue introduciendo el freno de disco y actualmente todos los vehículos de gama media y alta los incorporan. Esto es debido a que los frenos de tambor con zapatas internas tienen poca capacidad de disipar el calor generado por la fricción, lo que hace que se sobrecalienten fácilmente. En esos casos el tambor se dilata lo que hace necesario presionar con más fuerza para obtener una frenada aceptable.

Los frenos de tambor presentan la ventaja de proteger el sistema contra proyecciones de agua, barro, etc, haciéndoles más idóneos para condiciones climatológicas de nieve o lluvia en caminos o carreteras secundarias.

Actualmente los frenos de tambor se siguen utilizando en los vehículos de gama baja, sobre todo en las ruedas traseras, debido a su menor coste sobre los frenos de disco.



Fig. 4.19. Freno de tambor.

4.2.3.2.1 Tipos De Frenos De Tambor

El sistema simplex

Se caracteriza por que las zapatas disponen de un punto de apoyo fijo sobre el que pivotan al ser accionadas. Normalmente, este sistema va provisto de un bombín de freno de doble efecto (Fig. 4.20).

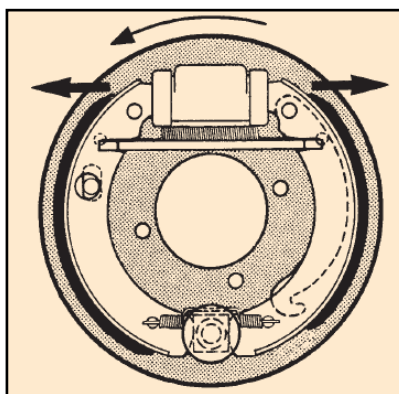


Fig. 4.20. Sistema de freno Simplex

El sistema duplex

Se caracteriza por que las zapatas están montadas en serie, de forma que ambas zapatas son primarias. Siguen teniendo un punto de apoyo sobre el que pivotan al ser accionadas, pero disponen de dos bombines de freno simples, de forma que el bombín de freno de una zapata sirve de punto de apoyo para la otra (Fig. 4.21).

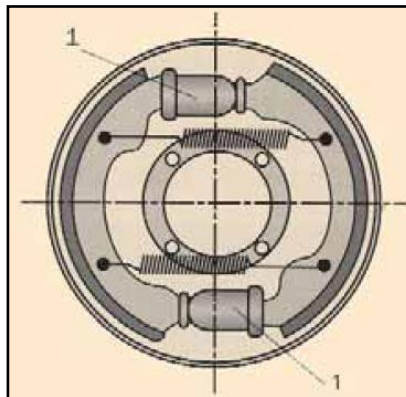


Fig. 4.21. Sistema de freno Duplex

El sistema twinplex

Es muy similar al duplex, salvo que los puntos de apoyo de las zapatas en lugar de ir montados fijos van montados en posición flotante. Gracias a este montaje de las zapatas se obtiene un mejor reparto de la presión ejercida sobre el tambor de freno, debido a que el efecto cuña que sufren las zapatas queda paliado (Fig. 4.22).

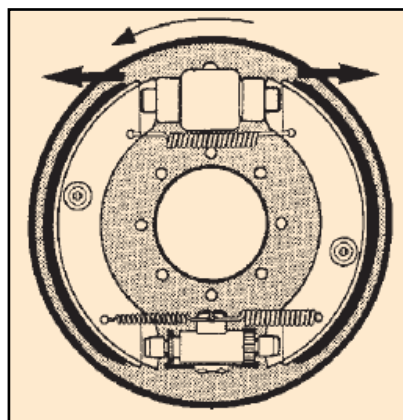


Fig. 4.22. Sistema de freno twinplex

El sistema duo-servo

Se caracterizan porque el punto de apoyo consiste en una biela de acoplamiento. Las dos zapatas son también primarias. (Fig. 4.23).

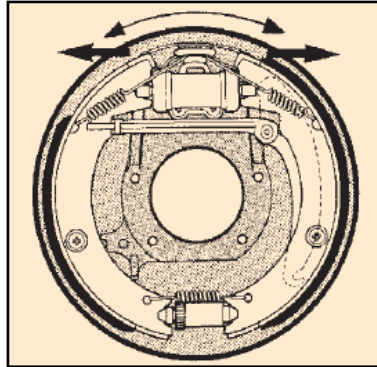


Fig. 4.23. Sistema de freno duo – servo

4.2.4. FUNCIONAMIENTO

4.2.4.1. Sistema Bénédix.

Al frenar, cuando el juego entre zapatas y tambor es superior al juego (J): las zapatas se separan, la zapata secundaria mueve la bieleta, y mueve también la palanca (después de recorrer el juego J). La palanca se desplaza y pasa un número de dientes sobre el gatillo correspondientes al juego a aproximar.

Al des-frenar, la palanca no puede regresar por el gatillo dentado. El muelle hace que las zapatas hagan contacto sobre la bieleta por acción de la palanca y de la palanca del freno de mano. El juego determina entonces el juego ideal entre zapatas y tambor (Fig. 4.24).



Fig. 4.24. Sistema Bendix

4.2.4.2. Sistema Lucas Girling (Fig. 4.25).

Al frenar, las zapatas se separan y liberan así la bieleta. La palanca pivota sobre su eje bajo la acción del muelle y hace girar la rueda del empujador con el diente: la bieleta se alarga. Si la aproximación es buena (separación pequeña), el esfuerzo ejercido por el resorte es insuficiente para mover la rueda y la longitud de la biela no cambia ya.

Al desfrenar, las zapatas retornan, la palanca vuelve a su posición inicial, su diente pasa hacia delante de los dientes de la rueda sin moverla.

El alargamiento de la biela ha permitido reducir el juego entre zapatas y tambor.



Fig. 4.25. Sistema Lucas Girling

4.2.4.3. Sistema Teves (Fig. 4.26).

Al frenar, las zapatas se separan y liberan la leva dentada y la varilla de empuje. Al liberar la varilla de empuje la leva, bajo la acción del muelle de tracción de la misma, se interpone entre la zapata primaria y la varilla de empuje. En función del desgaste de las zapatas la leva se va interponiendo entre la misma y la varilla de empuje.

Al des-frenar, las zapatas retornan a su posición inicial, quedando suplido el juego de desgaste por el grosor de la cuña que queda entre la zapata y la varilla de empuje.

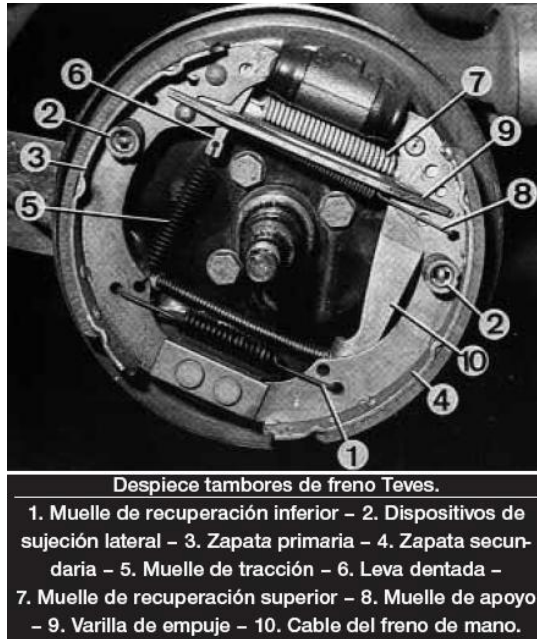


Fig. 4.26. Sistema Teves

4.2.4.4. Freno de estacionamiento o freno de servicio.

Los frenos de estacionamiento, o también llamados “Freno de mano” (Fig. 4.27), ha de asumir una serie de funciones. Para cumplir éstas el sistema se compone de unos elementos básicos; el accionamiento (pedal o palanca del freno de mano), cables, tensor del cable y la palanca de accionamiento de las zapatas de freno.

También, se compone de las zapatas aunque en éstas existen dos variantes: las zapatas de los frenos traseros y las del tambor, específico para el freno de mano, para algunos vehículos con freno trasero de disco.

Funcionamiento

Al accionar la palanca, (o el pedal) del freno de mano, hacemos que el cable transmita la fuerza ejercida, por el conductor, a la palanca de accionamiento de la zapata primaria, desplazándola hacia el tambor de freno, y accionando mediante la bieleta del sistema de ajuste automático de desgaste la zapata secundaria.

En los vehículos con frenos traseros de disco los tambores del freno de mano, también, llevan sistema de ajuste automático de desgaste debido aunque el desgaste de las zapatas es insignificante.

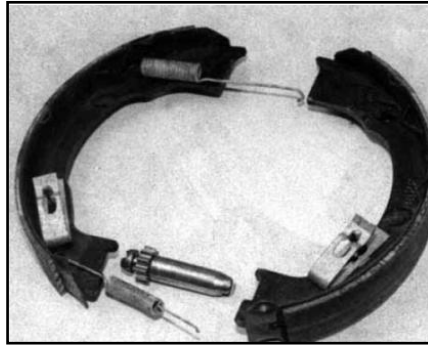


Fig. 4.27. Sistema de freno de estacionamiento.

4.2.5. MATERIALES

Los discos de freno.

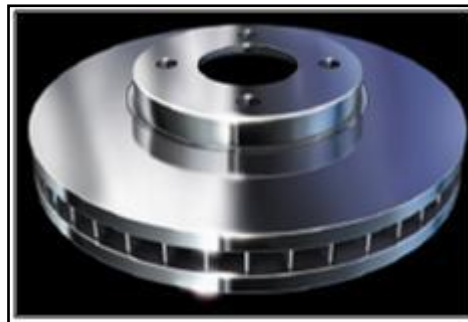


Fig. 4.28. Disco de freno

Los discos de freno (Fig. 4.28) son la superficie contra la cual interactúan las pastillas para frenar el vehículo, debido a que el disco gira solidario con las ruedas. Ese rozamiento entre discos y pastillas produce la transformación de energía cinética en energía calorífica, provocando una reducción de la velocidad.

Los discos de freno no solo deben producir la transformación de energía sino que además deben de conseguir que el calor producido sea transmitido a la atmósfera lo más rápidamente posible, ya que sino, las temperaturas a las que operaría el sistema serían muy elevadas llegando incluso al colapso del sistema.

El material escogido para fabricar los discos de freno es la fundición gris nodular de grafito laminar, ya que garantiza una estabilidad de las prestaciones durante el periodo de vida de los discos. Existen también, discos de materiales compuestos en matriz de carbono, usados en la alta competición y en los frenos de los aviones, aunque debido al alto coste que tienen son inviables para los vehículos comunes. En la actualidad se están desarrollando discos de freno en aluminio con una base de carburo de silicio, ya que su menor peso los hace muy atractivos, pero la mala disipación de calor que tienen los hacen inviables de momento, ya que necesitan un sobredimensionamiento importante que hacen que pierdan las ventajas del reducido peso.

Las características básicas de la fundición de los discos la podemos ver la siguiente tabla:

Propiedades físicas	Valores
Resistencia a tracción	240 N / mm ²
Dureza	170 – 250 HB

Tabla 4.5. Propiedades de materiales de discos de freno.

La composición básica del material de los discos es una fundición gris nodular de grafito laminar, que contiene entre un 92% y un 93% de hierro. Además del hierro otros componentes básicos tales como el silicio, manganeso y otros garantizan la calidad de un elemento crítico en el frenado como es el disco. En el gráfico siguiente podemos ver el porcentaje de los diferentes materiales que junto con el hierro, que supone el 93% del total, el resto de materiales suponen entre el 7% y el 8% que resta de la composición total del disco (Tabla. 4.3).

Carbono	56%
Silicio	25%
Manganeso	11%
Otros	8%

Tabla. 4.6. Composición básica de los disco de freno

Pastillas y zapatas de freno

Durante los años 90 hace su aparición una nueva tendencia en los programas de desarrollo de los principales fabricantes de vehículos y materiales de fricción con el fin de sustituir los contenidos de metales pesados del material de fricción (trisulfuro de antimonio, sulfuro de plomo o galena, disulfuro de molibdeno, fibras de cobre y componentes del cobre lo mismo que fibras de silicio) por compuestos no tóxicos, a fin de evitar el impacto negativo de dichos materiales sobre el medio ambiente y los seres humanos. Se trabaja en un material orgánico que no se desintegre a altas temperaturas de frenado y mantenga sus características de fricción en un ancho rango de temperaturas. Un material que admita el desgaste sin dañar las otras superficies. Estamos ante la aparición de una nueva generación de materiales de fricción de superiores prestaciones y más respetuosos con el medio ambiente, así como con las personas que cada día están en contacto con estos materiales.

No obstante, todavía quedan en el mercado productos de fricción que contienen amianto, y se recomienda, dadas sus propiedades cancerígenas, su manipulación siguiendo las normas estrictas de seguridad que están claramente definidas en todos los países para la manipulación de productos tóxicos y peligrosos.

La obligatoriedad de eliminar el amianto supuso un cambio importante dentro de las formulaciones. El amianto era una fibra que constituía la base de cualquier formulación ya que era capaz de aportar las cualidades requeridas a cualquier material de fricción.

No obstante, aunque los primeros materiales “sin amianto” que aparecieron en el mercado eran de prestaciones y duración inferiores a los de “con amianto”, hoy en día los productos “sin amianto” han superados a aquellos en todos los requisitos exigibles a un material de fricción.

En la actualidad la mayoría de los fabricantes de fricción emplea en mayor o menor medida la base que a continuación se ofrece.

Las Fibras: Las fibras son los elementos encargados de aglutinar y ligar el resto de los elementos. Es decir, las fibras son el “armazón” de las pastillas de freno, a través de sus múltiples ramificaciones van uniendo el resto de los elementos. Existen dos tipos principales de fibras las sintéticas y las minerales. Las más usuales en el campo de la fricción son: fibras de vidrio, fibras de aramida, lana de roca (Fig. 4.29).

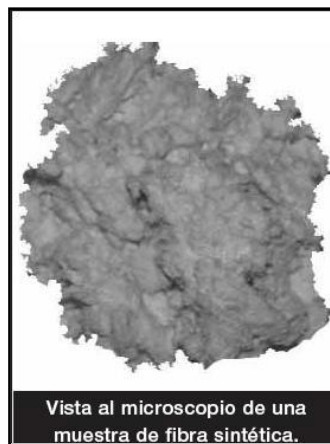


Fig. 4.29. Fibra de pastillas de freno

Las Cargas Minerales: Las cargas minerales son las encargadas de dar consistencia mecánica al conjunto, es decir, le aportan resistencia a la abrasión, resistencia a cortadura. Están encargadas también, de aportar resistencia a las altas temperaturas. Las más usuales son: barita, magnesita, talco, mica, carbonato, feldespato y otros.

Componentes Metálicos: Se añaden en forma de polvo o viruta para conseguir homogeneizar el coeficiente de fricción así como la transferencia de calor de la pastilla al caliper. Los más usuales son, latón, cobre, bronce entre otros.

No obstante una gran parte de los componentes metálicos usados en los materiales de fricción, tienen efectos nocivos sobre la salud por lo que se

recomienda seguir estrictamente la legislación referente a los productos que contengan tales metales pesados.

Los Lubricantes O Modificadores De Coeficiente: Son los encargados de hacer variar el coeficiente de fricción normalmente a la baja, dependiendo del rango de temperatura de funcionamiento. Son empleados en forma de polvo suelen ser grafitos, cokes, sulfuros, antracitas, etc.

Los Materiales Orgánicos: Son los encargados de aglomerar el resto de los materiales. Cuando alcanzan una determinada temperatura fluyen y ligan el resto de componentes, hasta que se polimerizan. Las más importantes son las resinas fenólicas termo-endurecibles, aunque también son empleados diferentes tipos de cauchos, ceras, aceites...

Los Abrasivos: Cumplen principalmente la misión de incrementar el coeficiente de fricción y también renuevan y limpian la superficie del disco permitiendo la formación de la capa intermedia o también conocida como tercera capa.

Componentes	Porcentaje
Cargas minerales	27%
Lubricantes	20%
Ligantes orgánicos	20%
Metales	15%
Fibras	10%
Abrasivos	8%

Tabla 4.7. Composición de pastillas de freno

La fabricación de material de fricción es un proceso bastante estandarizado.

Las variables del proceso son las que cada fabricante define en función del tipo de materiales que emplea, es decir, de la composición que defina. A grandes rasgos los pasos fundamentales que se deben de seguir a la hora de fabricar son:

El Proceso De Mezclado: Es uno de los principales pasos dentro del proceso de fabricación, ya que su misión es la de mezclar todos los componentes de forma homogénea. Para conseguir una buena homogeneización de la mezcla, el mezclador está provisto de un eje central que hace girar los componentes en forma de ochos y en otro eje dos cuchillas batidoras que son las que van homogeneizando la mezcla.

En este proceso, uno de los factores críticos es el tiempo que los diferentes materiales pasen en el mezclador, ya que este periodo debe estar definido dependiendo del tipo de fibras que se vayan a mezclar.

Cada fibra tiene un tiempo de apertura, es decir, un periodo en el cual su longitud es la mayor posible, a partir de ahí lo que sucede es que las fibras se van acortando con lo cual no realizaran la función anteriormente descrita.

Prensado En Caliente: La misión del prensado en caliente es la de aglutinar los diferentes componentes. Por una parte, con la presión que se realiza se consiguen una reducción del volumen, pero a su vez con la temperatura lo que se hace es fundir las resinas para que estas fluyan por todo el material ligando los diferentes elementos. Este proceso lleva asociado unos ciclos de prensado, es decir, que la prensa actuará sobre las pastillas durante un determinado tiempo, para a continuación permitir la salida de los gases. En esta etapa es en la que los soportes son pegados al material de fricción. Esto se produce por dos motivos principales, uno de ellos es que el soporte lleva impregnado una resina que consigue la adhesión del material y por otro lado, existen unos huecos pasantes en los soportes cuya función es la de alojar el material de fricción que fluye para conseguir una completa fijación del material de fricción al soporte. El tiempo típico de prensado varía de 10 a 12 minutos según la fórmula empleada para permitir el curado en prensa de las resinas.

Curado: El proceso de curado se realiza en hornos, su misión principal es la completa polimerización de las resinas, para conseguir una perfecta

compactación del material además de ir perdiendo el contenido todavía existente de volátiles. Este proceso también es función del tiempo y de la temperatura que se va alcanzando en las diferentes etapas. Esto significa que las pastillas van sufriendo un ciclo de diferentes temperaturas, en las cuales van pasando durante un periodo determinado.

Scorchado: En esta última fase, el material de fricción se sube a temperaturas de 500°C o superiores bajo la acción de una placa caliente o bajo el efecto de una llama. En este último proceso se elimina una gran parte de materiales orgánicos aún existentes, el polímero (resina) se grafitiza y la pastilla de freno adquiere sus características definitivas.

Este es un proceso caro y delicado por lo que muy pocos fabricantes lo incorporan a sus procesos de fabricación.

Operaciones De Mecanizado: En esta etapa las pastillas sufren diferentes procesos de mecanización para adaptarlas a las características dimensionales requeridas por cada aplicación. Es decir, por un lado se rectifican para conseguir el espesor de material de fricción necesario.

Otro de los procesos que pueden sufrir es la realización de catas o ranuras, al igual que los chaflanes.

Puesta De Accesorios: Durante esta etapa se le añaden a las pastillas todos los elementos complementarios tales como los muelles, resortes, avisadores.

Marcado Y Estuchado: Las pastillas están finalizadas solo queda marcarlas y estucharlas para poderlas servir a los diferentes clientes.

4.2.6. FALLAS

4.2.6.1. Fallas en frenos de disco

Apriete Incorrecto

El apriete excesivo de los discos crea grietas en la superficie de la campana que apoya sobre el buje. Estas grietas puede no ser visibles, o ser simplemente un principio de deformación que con el paso del tiempo y los continuos cambios de temperatura, producen, en casos extremos, que se acabe desprendiendo la campana de la banda frenante. Este problema también se produce por no respetar ni el orden de apriete ni las presiones de apriete, para los neumáticos.

Esta deformación es perceptible desde el principio del montaje y se detecta por vibraciones tanto en el pedal como en el volante con independencia de la velocidad, de la presión o de la temperatura del sistema de freno, con lo que resulta fácil atribuir este problema a un apriete incorrecto del disco o al montaje de un disco de freno defectuoso o mal mecanizado.

Montaje incorrecto de la pinza (fig. 4.30).



Fig. 4.30. Disco – Falla 1

Si la pinza no ha sido colocada correctamente en su posición apreciaremos un desgaste irregular de las pastillas en forma cónica y anti-simétrica.

Se puede apreciar el defecto desde el principio del montaje ya que escucharemos ruidos muy fuertes al frenar, así como el golpeo de las pastillas y una fuerte reducción de la eficacia del sistema de freno.

Excesiva holgura de los rodamientos del buje (fig. 4.31).



Fig. 4.31. Disco – Falla 2

Una excesiva holgura de los rodamientos del buje provoca un desgaste irregular de las bandas frenante de los discos. Se observa un recalentamiento del disco localizado en la zona donde rozaban las pastillas al girar el disco, debido a la holgura en los rodamientos del buje.

Además se aprecia un desgaste excesivo en la zona en la que el contacto era permanente. Se notaran vibraciones frecuentes desde el principio que cada vez se irán haciendo más graves.

Limpieza incorrecta del buje

Cuando durante el montaje de un disco nuevo no se limpia correctamente la superficie de apoyo del disco en el buje, se puede producir un asentamiento inestable del disco en el buje. Esto provoca que al girar el disco se produzca una oscilación del mismo, y en cada giro, roce contra las pastillas provocando no solo el desgaste excesivo de las pastillas sino el deterioro del disco.

Esto provoca vibraciones que irán creciendo con el paso de tiempo. Además aparecerá un desgaste irregular debido a las vibraciones que

se provocan en el disco. Para prevenir este efecto es fundamental limpiar perfectamente la superficie del buje. Siempre, para evitar este problema, medir con el comparador que las desviaciones máximas están dentro de las permitidas.

Temperatura excesiva (fig. 4.32).

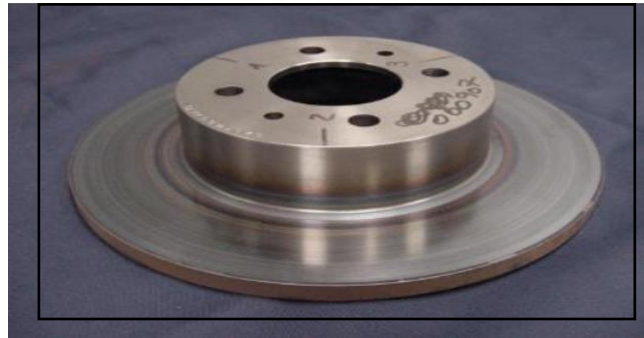


Fig. 4.32. Disco – Falla 3

Los discos presentan vivos colores en la gama de los azules, que principalmente son visibles en la zona del filtro térmico donde se une las pistas frenantes con la campana. Esta zona cambia de color al sufrir un calentamiento brusco que transforma la estructura del material.

El aumento de la temperatura hace variar la estructura del material de los discos que incluso puede formar zonas de cementita (Fe_3C), cuya estructura es nefasta para el sistema de frenos. Ya que la cementita es una estructura del hierro muy dura que provoca la aparición de vibraciones en el sistema de freno y un comportamiento del material de fricción diferente cuando entra en contacto con esa parte del disco. En comparación con el resto de la superficie del disco, en la zona donde se ha formado cementita, el coeficiente de fricción (μ) es diferente, lo tiene como resultado la diferencia de comportamiento del material de fricción en afectada por la transformación de la estructura. Además en esta zona se acumulan tensiones térmicas que favorecen la aparición y propagación de grietas.

Para que este problema no aparezca es necesario el rodar las pastillas y los discos nuevos durante unos 250 o 300 km. Periodo durante el

cual las frenadas deben de ser suaves y progresivas. Y luego durante la vida de los discos evitar el calentamiento excesivo de los mismos.

Dicho calentamiento excesivo, suele tener los orígenes claramente diferenciados: una conducción en condiciones límite, o la costumbre de algunos conductores de mantener el pie sobre el pedal, ejerciendo poca presión, en descensos prolongados para retener el vehículo.

Este problema provoca vibraciones en los discos debido a las transformaciones estructurales del disco sufridas por los excesos de temperatura.

Además estas vibraciones se harán cada vez más pronunciadas con el paso de los kilómetros.

Desgaste por encima del límite máximo (fig. 4.33).



Fig. 4.33. Disco – Falla 4

Cuando el disco ha sido usado más allá de su vida útil, es decir, cuando se han sobrepasado el espesor mínimo expresado por el fabricante, aparece un escalón en las pistas del disco que provoca una reducción de la masa del disco. Esto produce la mala disipación del calor debida a la pérdida de masa comentada anteriormente. Lo que llevará a un calentamiento excesivo, provocando la aparición de grietas, así como manchas de color más oscuro debido al sobrecalentamiento de dichas zonas.

Es importante recordar que la pérdida de masa del disco provoca que disminuya la conductividad térmica del mismo con lo cual se produce un aumento de la temperatura mucho mayor y más rápida. Debido a ese exceso de temperatura los discos se deforman con la consiguiente aparición de ruido y vibraciones.

Es recomendable la verificación periódica del espesor del disco, así como sustituir los discos cada dos juegos de pastillas. Es imprescindible siempre que se sustituyan los discos, sustituir las pastillas.

Discos agrietados (fig. 4.34).



Fig. 4.34. Disco – Falla 5

Los discos han sido sometidos a temperaturas de funcionamiento muy altas. En la parte exterior del disco se ven claros síntomas de sobrecalentamiento. Las altas temperaturas favorecen la aparición de las grietas, las cuales se forman al existir pequeños poros en el material, los cuales debido a las altas temperaturas, crecerán hasta formar la grieta. Las grietas hacen que el disco sea frágil, lo cual en definitiva, favorece el crecimiento de la grieta hasta romper en las partes del disco.

Las grietas se producen debido a las deformaciones a las que son sometidos los discos y los impactos que las pastillas producen sobre los mismos. Se provocan vibraciones y existe la posibilidad de que una

de las grietas crezca tanto que rompa el disco, con el consiguiente riesgo que ello conlleva.

Antes de llegar a la rotura del disco, las características friccionales del conjunto pastilla / disco se ven fuertemente alteradas como consecuencias de la ruptura de la tercera capa. Con resultados imprevisibles sobre el frenado del vehículo y en cualquier caso mostrando un desgaste prematuro de las pastillas de freno. En la imagen vemos como el desgaste prematuro de las pastillas ha hecho muescas en el disco. Se aprecia claramente el surco que el soporte de la pastilla ha dejado sobre el borde exterior del disco.

Desgaste excesivo de los discos debido al desgaste total de las pastillas (fig. 4.35).

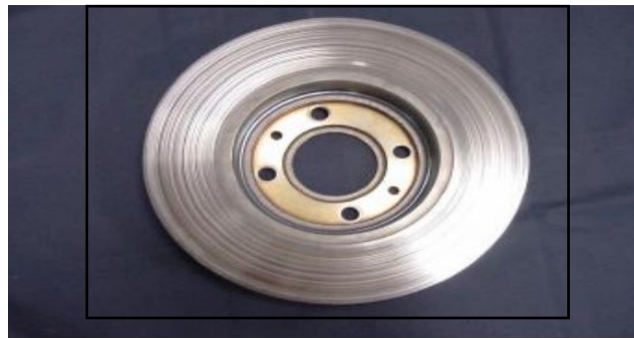


Fig. 4.35. Disco – Falla 6

Si las pastillas se han desgastado tanto que ha llegado haber un contacto metal-metal entre el disco y el soporte de la pastilla, se aprecia un desgaste muy abrasivo que deja unos surcos muy pronunciados, también se observa transformación de material entre el disco ya que aparecen zonas oscuras.

Se puede reconocer este problema por la disminución de la eficacia del freno así como por el ruido que produce al frenar, con el consiguiente incremento de la temperatura que se produce en el contacto metal-metal. Para evitarlo se debe de verificar el desgaste de las pastillas cada 10.000 km. así como debe de verificarse el estado del circuito

eléctrico del testigo del desgaste para que un fallo de este no produzca el problema descrito.

Disco dañado por el material de fricción vitrificado (fig. 4.36)

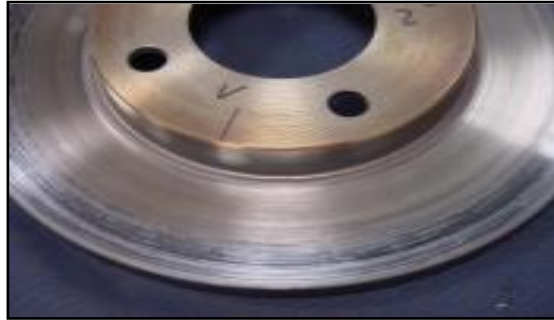


Fig. 4.36. Disco – Falla 7

Este problema está causado por materiales de fricción de baja calidad en vehículos muy exigentes con el freno; debido a sus altas prestaciones, a ser vehículos dedicados al reparto u otras condiciones extremas impuestas por el conductor.

Los principales síntomas de este problema son frenados muy largos, ya que hay una pérdida importante de propiedades de frenado. El pedal además de sentirse muy duro, se pierde toda la sensación de frenado.

Este problema es frecuente cuando se emplean pastillas de freno con un alto contenido de resinas para facilitar su producción o cuando las pastillas no “scorchadas” no han sido suficientemente curadas en prensa o en el horno. Normalmente este problema va asociado también a un alto nivel de chirridos.

Es importante destacar que las pastillas de freno no se recuperan después de haber sufrido este problema. Con lo cual, deben ser sustituidas por unas nuevas pastillas de freno de calidad contrastada.

Surcos y rayas profundas (fig. 4.37).



Fig. 4.37. Disco – Falla 8

La formación de rayas o surcos profundos pueden haber sido causados por la interposición de diferentes materiales extraños entre la pastilla y el disco. Estos materiales se pueden haber introducido entre la pastilla y el disco durante la conducción. También puede estar provocado por una acumulación del material duro de la pastilla al tener un mal proceso de mezclado o elementos extraños durante el proceso de fabricación.

Los síntomas que podemos detectar son la aparición de ruidos muy desagradables tanto durante el proceso de frenado, como sin frenar. Se aprecia una reducción de la eficacia de frenado debido a la reducción de la superficie útil de contacto entre el disco y la pastilla.

Depósitos de material de fricción en los discos (fig. 4.38)



Fig. 4.38. Disco – Falla 9

Se forman depósitos del material de fricción sobre el disco que se han quedado adheridos sobre el mismo debido a una alta temperatura.

Se aprecian vibraciones muy leves en un principio y dependiendo de la presión de frenado, pero al ir transcurriendo el tiempo las vibraciones se hacen mayores así como aparecen ruidos.

4.2.6.2. Fallas en frenos de tambor

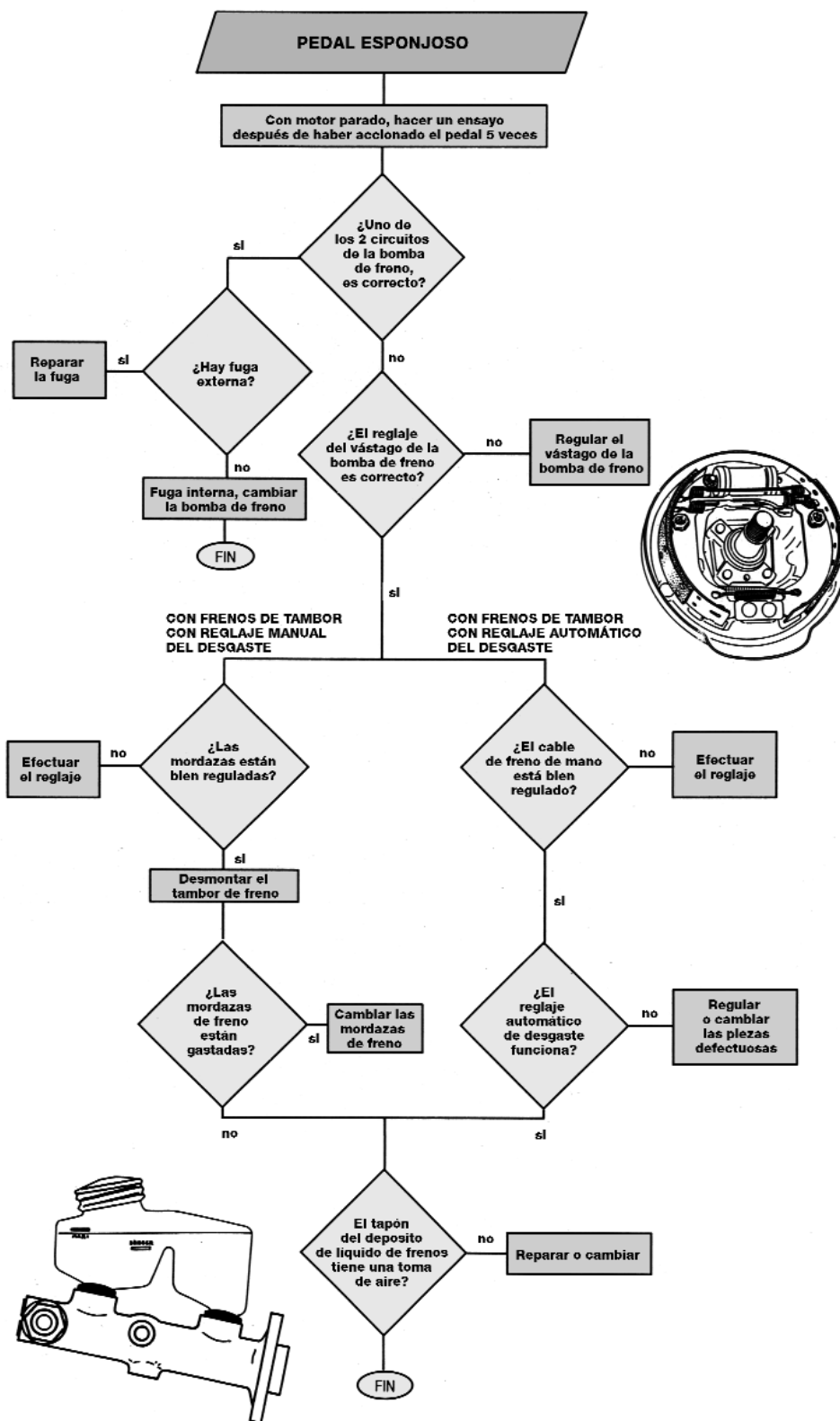


Fig. 4.39. Tambor – Falla 1.

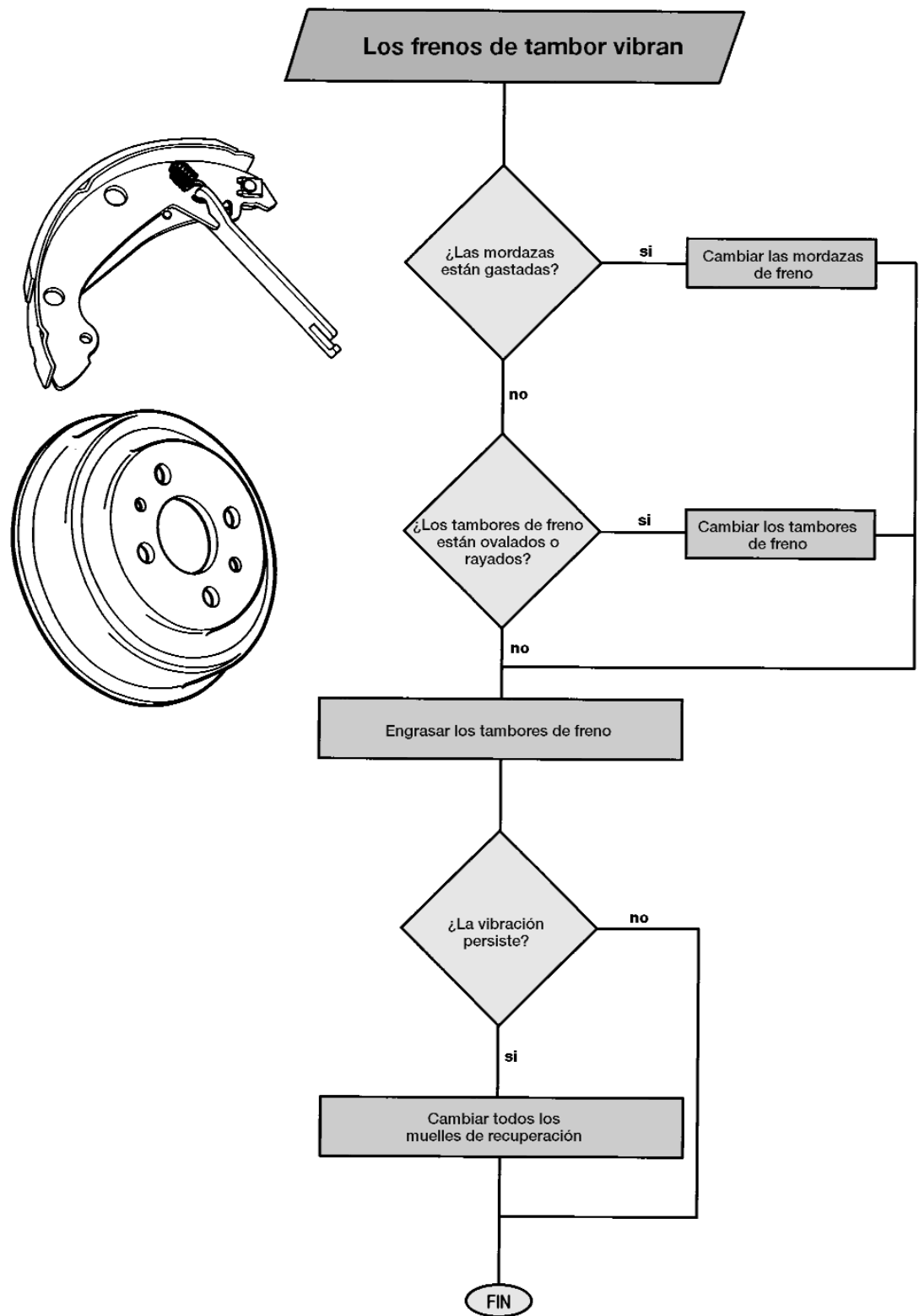


Fig. 4.40. Tambor – Falla 2.

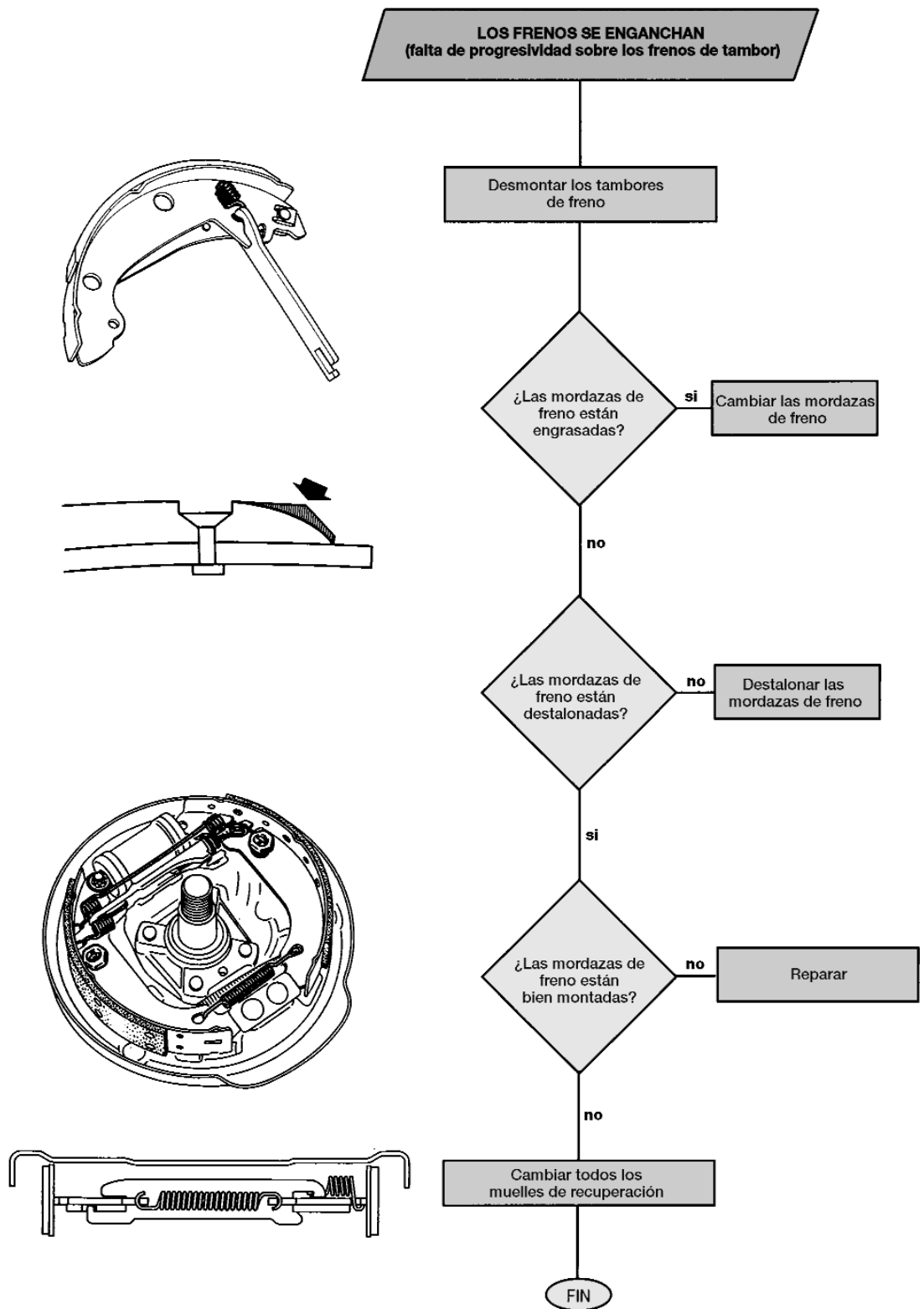


Fig. 4.41. Tambor – Falla 3.

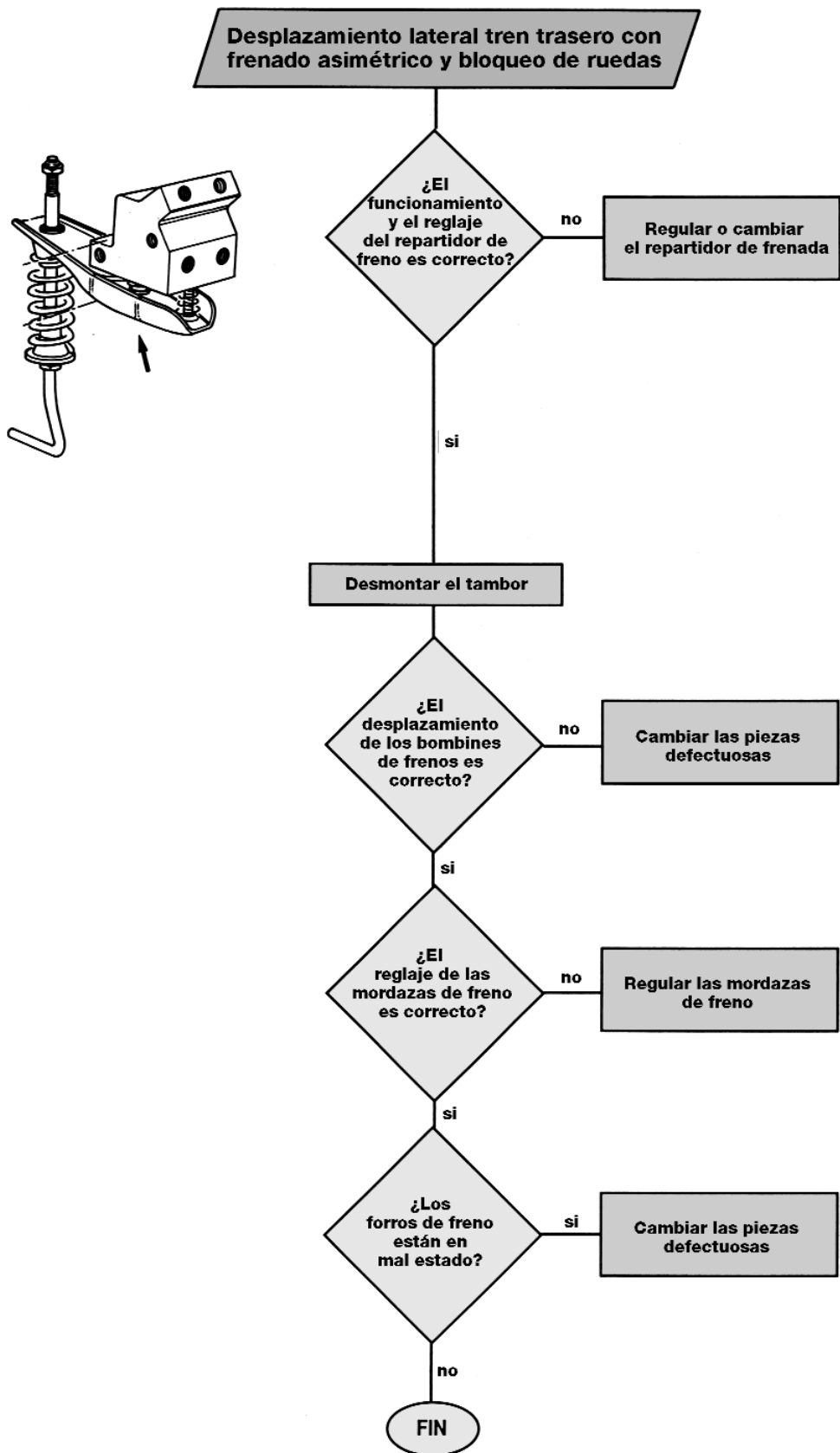


Fig. 4.42. Tambor – Falla 4.

4.3. MANTENIMIENTO

Limpieza del conjunto.

Generalmente se utilizan sprays, aunque también existen líquidos de limpieza. No obstante, tanto los sprays como los líquidos de limpieza de los elementos de frenado deben tener dos propiedades básicas:

- No contener sustancias grasosas
- No ser perjudicial para los elastómeros que constituyen los forros de las zapatas.

Mantenimiento de los discos de Freno.

Una gran mayoría de los conductores, piensan que los discos de freno no se deben de sustituir nunca, ya que son piezas metálicas lo suficientemente duras como para no requerir su sustitución o una revisión. Lógicamente es una equivocación, el mantenimiento de todo el sistema de frenos de un vehículo es fundamental (Fig. 4.43).

En primer lugar hay que tener presente que los discos de freno no son infinitamente rígidos sino que como cualquier pieza de un vehículo se deforma.

Para evitar lo máximo posible esta deformación, hay que tener en cuenta muchos parámetros, ya que incluso el valor de apriete de las ruedas es uno de los factores que afectan a la deformación del disco. Es necesario que en el montaje de los neumáticos se lleve a cabo bajo el par de apriete que recomienda el fabricante.

Usando una llave dinamométrica tarada a 10 kg· m si la llanta es de chapa y a unos 11 kg· m si la llanta es de aleación. Procediendo al apriete de forma equidistante. Las llaves de apriete neumáticas pueden deformar los discos, dando lugar a problemas de vibraciones, ruidos, e incluso roturas de la propia llanta, principalmente si esta es de aleación.



Fig. 4.43. Mantenimiento de freno

Para un buen mantenimiento de los discos de freno conviene revisarlos cada 20000 km. como norma general. Este control no debe de ser solo visual, ya que existe una cota mínima tras la cual el disco debe de ser sustituido. Esta medida llamada MINIMUM THICKNESS (mínimo espesor) viene grabada en los cantos de los discos.

Los controles que se deben realizar, no son solo la medida del espesor con ayuda de un micrómetro de exteriores, sino que además debe de comprobar el alabeo del disco con ayuda de una base magnética y un reloj comparador unido a ella. El proceso de verificación del alabeo se lleva a cabo, pegando la base magnética en la mangueta del vehículo y la punta del reloj comparador debe estar en contacto con la pista frenante del disco. En esta posición se debe poner a cero el reloj. Una vez colocado todo el sistema debemos de hacer girar el disco fijándonos en la desviación que el reloj comparador nos va a ir dando. Si esta variación es mayor a 0,125 mm. debe de ser sustituido el disco por estar alabeado. Esto se hará patente en el freno ya que al frenar nos producirá vibraciones en el volante, incluso si el alabeo es muy grave se producirán pulsaciones en el pedal. La planitud del disco es una característica crítica para una frenada progresiva y libre de vibraciones no solo en frío sino en caliente. Si esta planitud no se encuentra dentro de los valores requeridos, pueden aparecer puntos calientes “judder” que producen vibraciones muy desagradables al frenar. Como se verá más adelante el “judder” puede aparecer como vibraciones acústicas, vibraciones estructurales en la dirección del vehículo o como pulsaciones en el pedal del freno.

Resolver este tipo de problemas es complejo y desde luego, pasa por la instalación de discos de freno de primerísima calidad y pastillas de freno con la compresibilidad y el coeficiente de fricción adecuado.

En algunos casos, también podemos observar óxido en las pistas frenantes de los discos, formado al estar el vehículo en un entorno muy húmedo. Esto no implica un problema serio ya que en unas cuantas frenadas ese oxido debe ser eliminado por el contacto entre las pastillas y el disco. Si una vez realizadas estas frenadas existe alguna zona donde ese oxido no se haya eliminado, significa que puede existir algún problema en la pinza, debido a que la pastilla no hace un perfecto contacto en el disco.

Si se observan rayas circulares profundas o grietas radiales numerosas deberán de cambiar los discos obligatoriamente.

Desmontaje del tambor de freno.

Para desmontar el tambor de freno es necesario desmontar las ruedas traseras. Una vez desmontadas, las ruedas, hay que tener en cuenta varias operaciones de desmontaje:

- Destensar el cable del freno de mano, actuando sobre su tuerca de reglaje. Esta tuerca se encuentra en la mayoría de los vehículos en la propia palanca del freno de mano e incluso se puede encontrar en la parte inferior del piso, del mismo.
- Desmontar las sujeciones del tambor de freno. Las sujeciones varían en función del tipo de tambor. Si el tambor es del tipo con buje incorporado, aflojar la tuerca de sujeción del buje. Si el tambor es del tipo que no tiene el buje incorporado, normalmente van sujetos con los tornillos de rueda y/o con un tornillo de fijación.

Una vez aflojadas las sujeciones se procederá a la extracción del tambor. Si al extraerlo notamos que sale con dificultad o incluso se encuentra trabado habrá que actuar sobre el sistema de ajuste automático de

desgaste. Para ello, tendremos que actuar sobre la tuerca de reglaje, a través de los registros efectuados para tal efecto en el tambor, hasta conseguir des-tensarlo y hacer pivotar las zapatas hacia su posición de reposo.

Si aún así no conseguimos desmontar el tambor de freno tendremos que utilizar un útil especial para su extracción (extractor).

Desmontar las zapatas de freno.

Una vez tenemos el tambor de freno desmontado, procederemos a desmontar las copelas y los pasadores de sujeción y centrado de las zapatas de freno. Después procederemos, con ayuda de unos alicates especiales, a desmontar los muelles de recuperación, superior e inferior, de las zapatas.

Por último, desmontaremos las zapatas en conjunto con el sistema de ajuste automático de desgaste y los separaremos una vez tengamos el conjunto sobre el banco de trabajo.

Desmontar los Bombines de freno.

Durante la realización de este procedimiento es recomendable no accionar el pedal de freno, ya que podríamos hacer saltar el tapón obturador del latiguillo de freno y perderíamos todo el líquido de frenos.

Para desmontar los bombines de freno, lo primero a realizar es el desmontaje del latiguillo de freno. Una vez desmontado tendremos que colocar un tapón obturador para evitar que salga el líquido de frenos.

Seguidamente aflojaremos los tornillos de sujeción del bombín al plato de freno. Por último, tendremos que extraer el bombín de freno.

Engrase del conjunto.

En el conjunto de frenos de tambor, sólo se engrasan los puntos de rozamiento de las zapatas con el plato de freno. A estos puntos, fácilmente

localizables por tener síntomas de rozamiento, se les aplica una cantidad de grasa, especial para frenos, reducida. La grasa ha de ser especial para frenos ya que, de no ser así, ésta podría licuarse por efectos de la temperatura y se producirían daños graves en el conjunto del tambor de freno.

Montar el bombín de freno.

Al sustituir los bombines de freno hay que tener en cuenta:

- Cambiar los bombines de freno, siempre, de las dos ruedas traseras, al mismo tiempo.
- Prestar atención al tipo de bombín de freno ya que existen bombines que tienen rosca a izquierdas o a derechas. Estos son fácilmente distinguibles ya que están marcados con una flecha en el sentido de la marcha del vehículo.

Una vez presentado el bombín sobre el plato de freno, procederemos al montaje y apriete de los tornillos de sujeción del mismo. Por último, montaremos el latiguillo de freno y apretaremos su tuerca de fijación.

Importante: antes de montar el latiguillo de freno recordar desmontar el tapón obturador del mismo.

Montar las zapatas de freno.

Para poder colocar las zapatas, sin complicaciones, sobre el plato de freno es necesario montar el sistema de ajuste automático de desgaste sobre las zapatas en el banco de trabajo.

Una vez realizado este “pre-montaje” se presenta el conjunto sobre el plato de freno y se procede al montaje de las copelas y pasadores de sujeción y centrado de las mismas.

Después se montan los muelles de recuperación, superior e inferior, con ayuda de unos alicates especiales. Por último, se coloca el cable del freno de mano sobre la palanca del mismo, en la zapata y se actúa sobre el

sistema de ajuste automático de desgaste hasta conseguir que el diámetro exterior de las zapatas sea el correcto.

Importante: antes de montar el conjunto zapata-sistema de ajuste automático, recordar desmontar el muelle o tapón especial de bloqueo de los émbolos del bombín de freno.

Montar el tambor de freno.

Antes de colocar el tambor hay que verificar que los valores de verificación están dentro de tolerancia. Para ello, tendremos que tomar la medida, mediante un pie de rey, del diámetro interior del tambor y comprobar que está dentro de tolerancia. Por otro lado, tendremos que medir la rugosidad del tambor de freno. Si la rugosidad del mismo es superior, y su diámetro interior no supera el máximo admisible, se procederá al rectificado del mismo, o a su sustitución.

Si tuviéramos que reutilizar el mismo tambor de freno procederíamos al descontaminado de la superficie de contacto, del tambor, con ayuda de una lija.

Por último, en los tambores de freno del tipo con buje incorporado, comprobar que el buje no tiene ninguna pérdida.

Si todas estas comprobaciones son correctas, se procederá al montaje del tambor de freno y, posteriormente, al montaje de las ruedas.

4.4. ESTRUCTURA

Para nuestro propósito de equipar al laboratorio con equipos didácticos que permitan una enseñanza clara y de manera práctica se ha optado por realizar una maqueta didáctica que permita la visualización de las partes y el funcionamiento del sistema de frenos en el automóvil, ya sea en funcionamiento o en estado estático, lo cual se lo ha realizado con la ayuda de un banco de soporte para discos y tambores de freno que sea de fácil acceso a más de ser totalmente desmontable para un aprendizaje óptimo.



Fig. 4.44. Simulador didáctico de freno

Nuestra maqueta didáctica para un buen entendimiento contará con los siguientes instrumentos y elementos:

- Base metálica estructurada de tubo cuadrático de 1 plg. AISI 1008, con recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de solda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Base de ángulo de 1 plg. AISI 1008 recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de solda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Tubo redondo de 3/8 plg. Con varilla para base de fijación del pedal de freno.
- Ruedas de base giratoria de 2 plg. Para su movilidad y traslado.
- Caja de cambios manual de 5 velocidades Datsun con transmisión trasera.
- Deposito plástico para liquido de freno
- Liquido de freno amarillo DOT 4.
- Cañería para fluido de freno.
- Disco de freno rectificado de Datsun 1200.
- Mordaza de freno de disco, con pastillas de fricción para frenado.

- Pedal metálico con recubrimiento de goma para accionamiento del sistema de frenado.
- Placa con nombre del banco de pruebas.

4.4.1. PLANOS

ANEXO 2

4.5. GUÍAS DE PRÁCTICA

VOLUMEN II

CAPÍTULO V

SISTEMAS DE SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN

5.1. PARTES Y FUNCIONAMIENTO - SISTEMA DE SUSPENSIÓN

SISTEMA DE SUSPENSIÓN

El sistema de suspensión de un automóvil se encarga de hacer más cómoda la marcha a los pasajeros, evitando que las oscilaciones del terreno se transmitan a la carrocería, también soporta la carrocería, resortes y vibraciones suaves e impactos desde la superficie de la pista. Esta también ayuda a absorber el balanceo de la carrocería por medio de los amortiguadores y asegura un apropiado nivel de comodidad del viaje. Además, contribuye a la estabilidad del vehículo, manteniendo en contacto las ruedas con el terreno, mejorando la adherencia y la respuesta de la dirección (Fig. 5.1).

La suspensión deberá tener dos propiedades importantes: **elasticidad**, que evita que las desigualdades del terreno se transmitan al vehículo en forma de golpes secos; y **amortiguación**, que impide un balanceo excesivo de la carrocería y mantiene los neumáticos en contacto con el terreno.

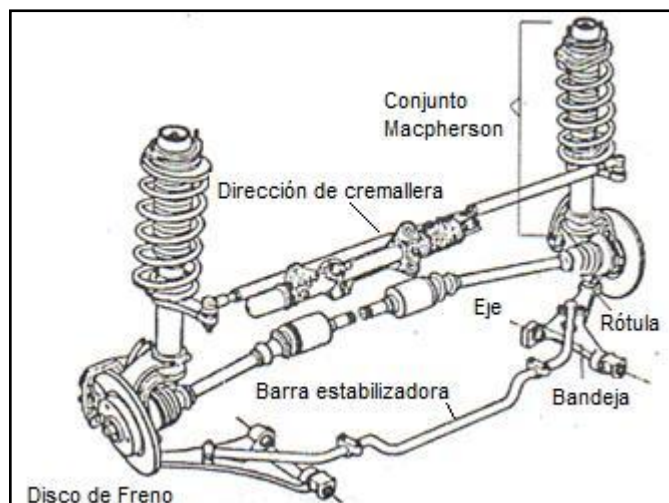


Fig. 5.1. Sistema de Suspensión

5.2. TIPOS DE SUSPENSIÓN

Sistema de suspensión independiente

Con una suspensión independiente, los neumáticos izquierdo y derecho son soportados por brazos separados y la carrocería es montada en estos brazos vía resortes. Puesto que los neumáticos izquierdo y derecho se mueven hacia arriba y abajo separadamente, allí prácticamente no hay influencia de un lado al otro lado. Esto reduce el balanceo de la carrocería y es posible lograr un excelente y cómodo viaje (Fig. 5.2)

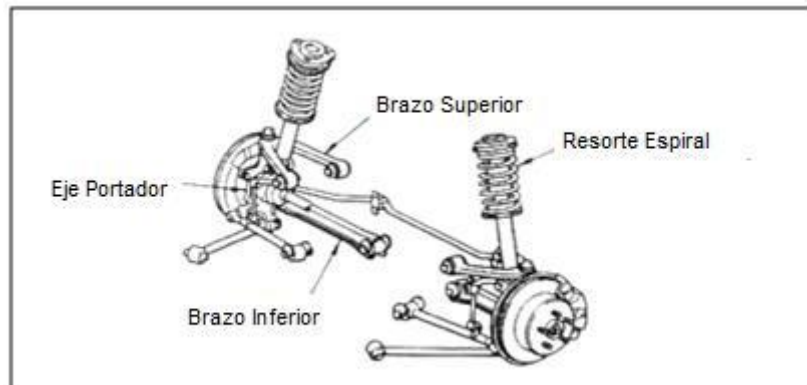


Fig. 5.2. Suspensión Independiente

Suspensión Rígida

Con este tipo de suspensión, las ruedas izquierda y derecha son unidas por un simple eje, sobre el cual la carrocería está montada vía resortes. Este tipo de suspensión es usado a menudo por autobuses, tractores y las ruedas posteriores de carros de pasajeros.

Elementos elásticos de la suspensión

En la actualidad, se utilizan tres tipos de elementos elásticos:

- a) Ballestas.
- b) Muelles helicoidales.
- c) Barras de torsión.

Estos elementos impiden que las oscilaciones del terreno se transmitan a la carrocería en forma de golpes, mejorando el confort. Además, mantienen las ruedas en contacto con el terreno, mejorando la estabilidad y la capacidad para dirigir el vehículo.

Ballestas

Las ballestas están constituidas por un conjunto de hojas o láminas de acero especial para muelles, unidas mediante unas abrazaderas, que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman por el peso que soportan. La hoja superior, llamada hoja maestra o principal, va curvada en sus extremos, formando unos ojos en los que se montan unos casquillos para su acoplamiento al soporte del bastidor, por medio de pernos o bulones. El número de hojas y su espesor está en función de la carga que han de soportar. Todas las hojas se unen en el centro mediante un tornillo pasante con tuerca, llamado capuchino (Fig. 5.3).

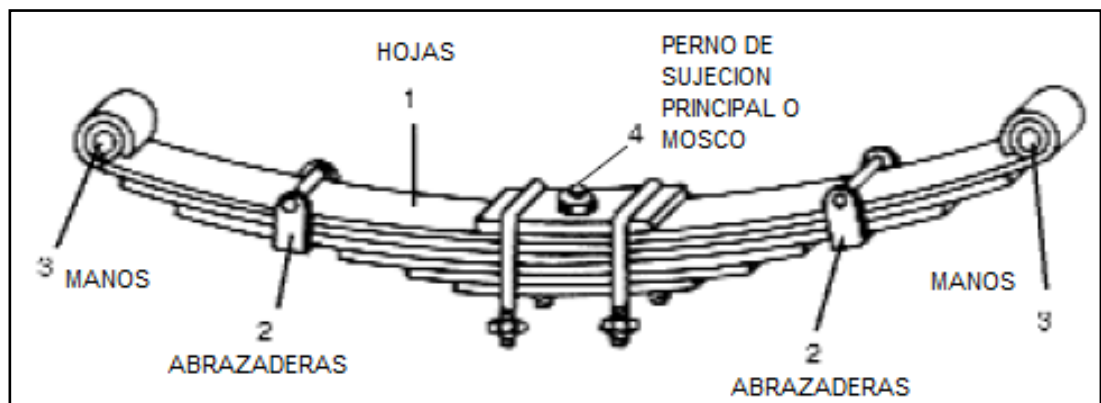


Fig. 5.3. Suspensión De Ballestas

La suspensión por ballestas suele emplearse en vehículos dotados de puentes delantero y trasero rígidos.

La ballesta, que presenta cierta curvatura, tiende a ponerse recta al subir la rueda con las desigualdades del terreno, aumentando con ello su longitud. Por este motivo, su unión al chasis deberá disponer de un sistema que permita su alargamiento.

Generalmente, este dispositivo se coloca en la parte trasera de la ballesta y consiste en la adopción de una gemela que realizan la unión al chasis por medio de un tornillo pasante.

Además, en el ojo de la ballesta, se coloca un casquillo elástico, llamado silentblock, formado por dos manguitos de acero unidos entre sí por un casquillo de caucho, que se interpone a presión entre ambos. De esta manera, el silentblock actúa como articulación para movimientos pequeños, como los de la ballesta en este lugar, sin que se produzcan ruidos ni requiera engrase.

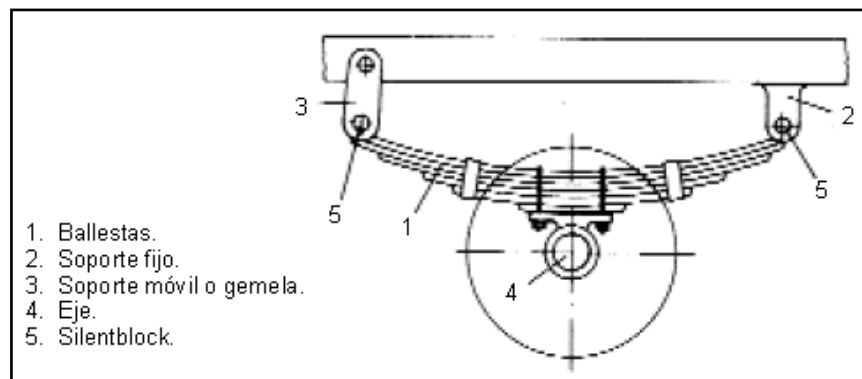
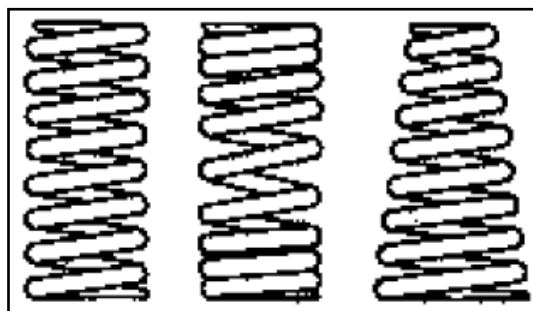


Fig. 5.4. Silentblock

Muelles helicoidales

Están contruidos por una varilla de acero de diámetro comprendido, generalmente, entre 10 y 15 mm, enrollado en forma de hélice. Sus espiras extremas se hacen planas para obtener un buen asiento, tanto en la zona superior como en la inferior. El diámetro del muelle varía en función de la carga que ha de soportar (Fig. 5.5).



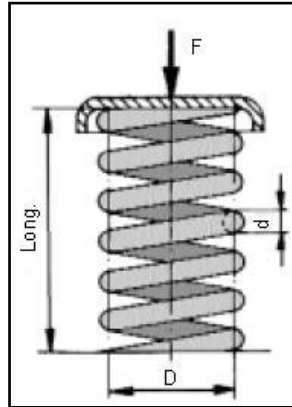


Fig. 5.5. Tipos de Muelles Helicoidales

La flexibilidad del muelle está en función del diámetro de la varilla utilizada, del número de espiras, del ángulo de inclinación de las mismas, del diámetro del muelle y de la calidad del acero empleado para su construcción.

Barras de torsión

La introducción de nuevos materiales ha permitido sustituir las ballestas y los muelles helicoidales por las barras de torsión (Fig. 5.6).

Su funcionamiento está basado en el principio de que, si a una varilla de acero elástico, sujeta por uno de sus extremos, se le aplica por el otro un esfuerzo de torsión, la varilla tenderá a retorcerse, volviendo a su forma primitiva, por su elasticidad, cuando cese el esfuerzo de torsión.

El montaje de estas barras sobre el vehículo se realiza fijando uno de sus extremos al chasis o a la carrocería, de forma que no pueda girar en su soporte; en el otro extremo, se coloca una palanca solidaria a la barra, unida en su extremo libre al eje de la rueda. Cuando ésta suba o baje por efecto de las desigualdades del terreno, se producirá en la barra un esfuerzo de torsión, cuya deformación elástica permite el movimiento de la rueda.

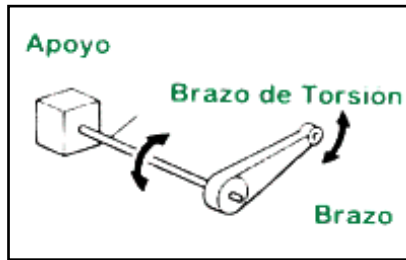


Fig. 5.6. Barra de Torsión

BARRA DE TORSIÓN LONGITUDINAL (Fig. 5.7).

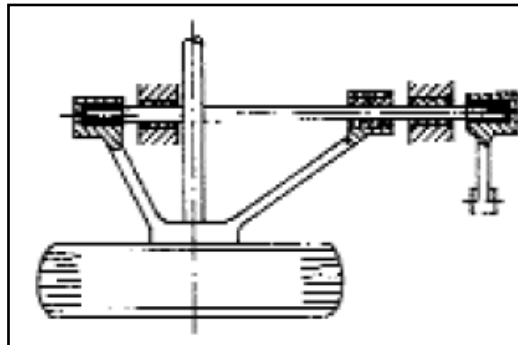


Fig. 5.7. Barra de Torsión Longitudinal

BARRA DE TORSIÓN TRANSVERSAL (Fig. 5.8).

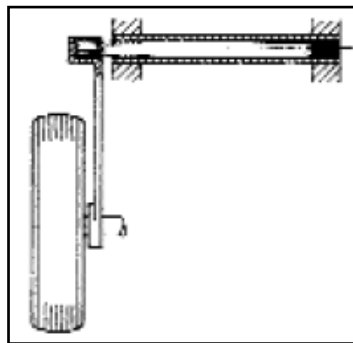


Fig. 5.8. Barra de Torsión Transversal

Elementos de amortiguación de la suspensión

Estos elementos se encargan de absorber las oscilaciones de los muelles, evitando que se transmitan a la carrocería, convirtiendo en calor la energía recogida de la masa oscilante.

Amortiguadores

Los amortiguadores se pueden clasificar en diferentes tipos:

a) Según su sentido de trabajo:

1. Amortiguadores de simple efecto: sólo amortiguan en un sentido.
2. Amortiguadores de doble efecto: amortiguan en extensión y compresión.

b) Según el fluido de amortiguación:

1. Amortiguadores de gas.
2. Amortiguadores hidráulicos.

Los amortiguadores de doble efecto, hidráulicos y telescópicos, actualmente los más utilizados, se componen de dos tubos concéntricos, sellados por el extremo superior con el retén, a través del cual pasa el vástago, determinado en el extremo de fuerza por el anillo, que se une al bastidor, y que lleva un tercer tubo abierto, denominado cubre barras.

AMORTIGUADOR TELESCÓPICO (Fig. 5.9).

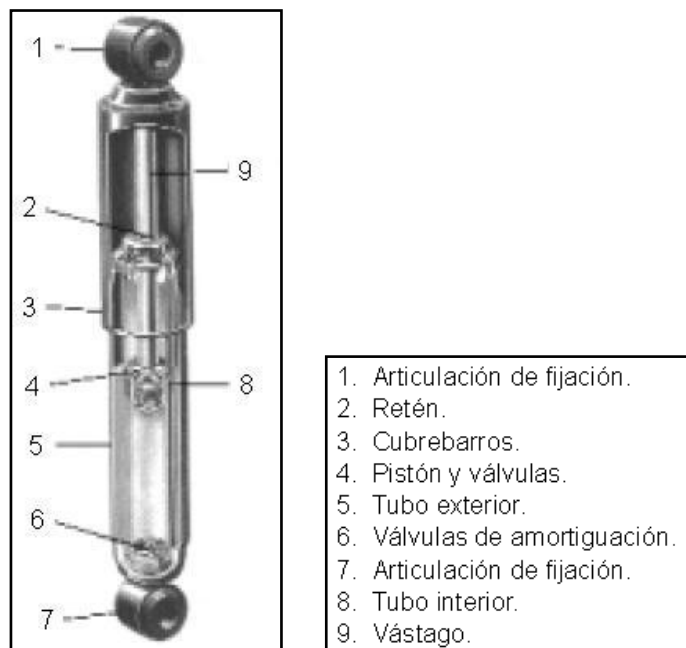


Fig. 5.9. Amortiguador Telescópico

AMORTIGUADOR DE DOBLE EFECTO (Fig. 5.10).

Su funcionamiento es el siguiente: cuando el amortiguador se comprime, parte del aceite que se encuentra en la cámara intermedia (6) pasa a la cámara superior (1), a través de las válvulas (5) situadas en el pistón. El resto del aceite pasa a la cámara inferior (4), a través de las válvulas (7), que limitan el paso de aceite, amortiguando la compresión.

Cuando se produce el efecto de expansión, el aceite pasa de la cámara superior y de la cámara inferior a la cámara intermedia, a través de las válvulas (5) y (7). El paso por las válvulas (5) provoca el efecto de amortiguación en expansión.

La diferencia que existe con respecto a los amortiguadores de simple efecto consiste en que estos últimos sólo amortiguan en un sentido; es decir, cuando se produce el efecto de expansión o compresión (depende del sentido de amortiguación), el aceite situado en las cámaras no circula a través de los pasos calibrados; por tanto, no amortiguan en uno de los sentidos.

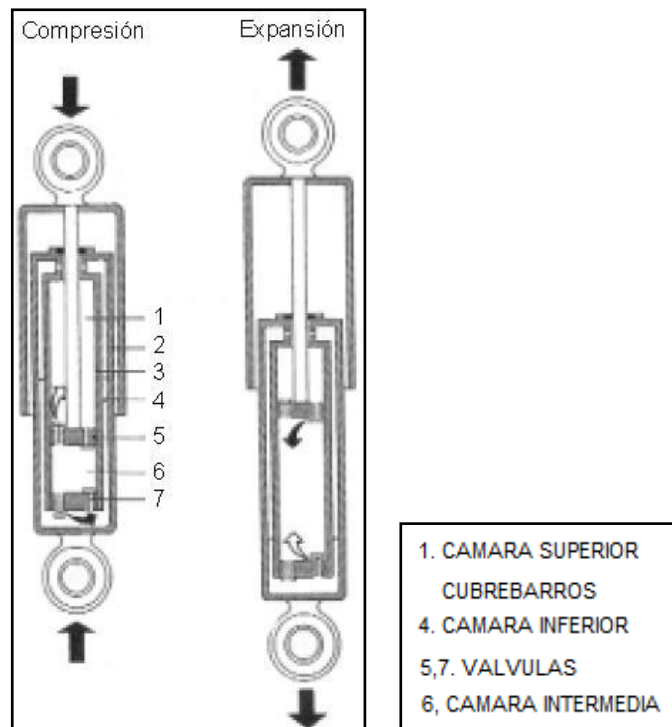


Fig. 5.10. Amortiguador De Doble Efecto

AMORTIGUADOR DE GAS (Fig. 5.11).

Cuando el pistón (2) desplaza el aceite (3) durante la compresión, este aceite comprime un poco más el nitrógeno (5). El gas se ve, por tanto, sometido a variaciones de volumen, actuando como un muelle.

La presión continua ejercida por el gas sobre el aceite, por medio del pistón flotante (4), asegura una respuesta instantánea y un funcionamiento más silencioso de las válvulas del pistón. Además, esta presión evita los fenómenos que provoca la aparición de espuma en el aceite, que pueden hacer, momentáneamente, ineficaz la amortiguación.

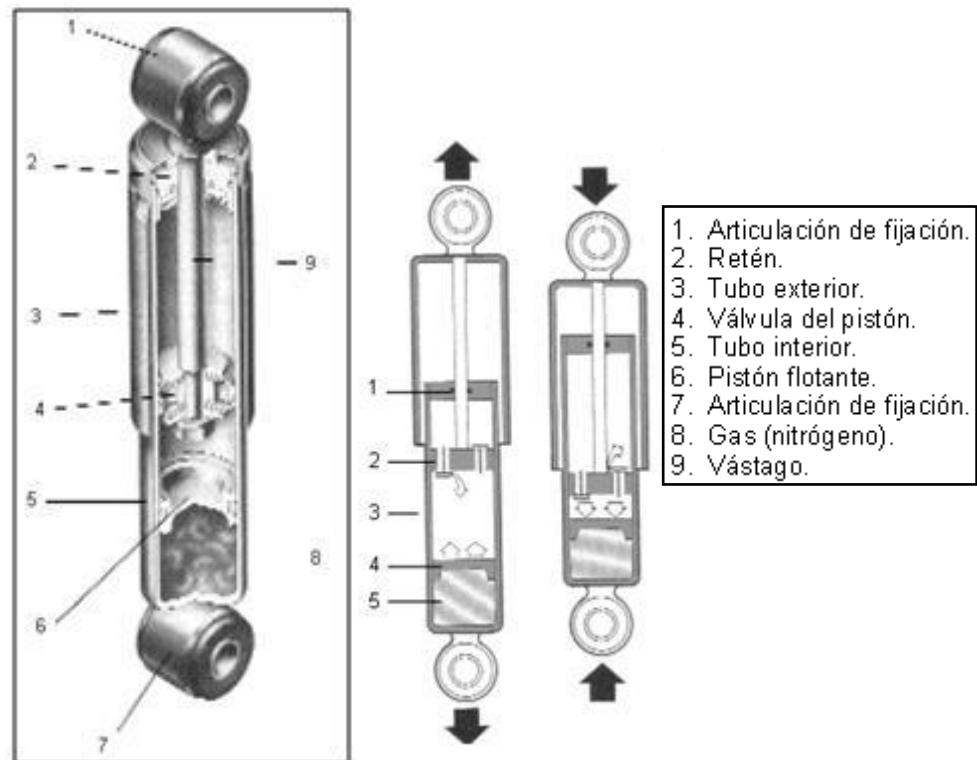


Fig. 5.11. Amortiguador De Gas

OTROS ELEMENTOS DE LA SUSPENSIÓN

Elementos que mejoran el comportamiento de la suspensión:

1. Barras estabilizadoras.
2. Tirantes de reacción.

Barra estabilizadora

Esta varilla de acero en forma de un cuadrante “C” es montada en la carrocería y suspensión. Cuando una rueda, de solamente un lado corre sobre una obstrucción en la pista o si la carrocería se inclina durante el giro de una esquina, la fuerza del resorte de este estabilizador ejerce una fuerza sobre la carrocería para causar este el retorno a su normal postura previniendo la inclinación de la carrocería (Fig. 5.12).

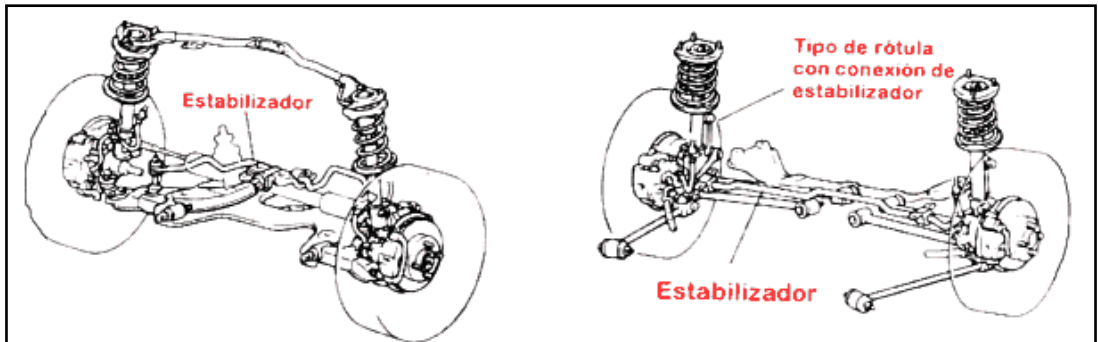


Fig. 5.12. Barra estabilizadora

Barra de tirante

Dos placas planas, llamadas brazos tirantes, son conectadas a la barra del eje con una sección en cruz abierta. Los brazos son montados en las direcciones izquierda y derecha, para un lado del eje de barra y, como con el sistema de conexión, las fuerzas de apoyo de los resortes solamente en las direcciones de arriba y abajo (Fig. 5.13).

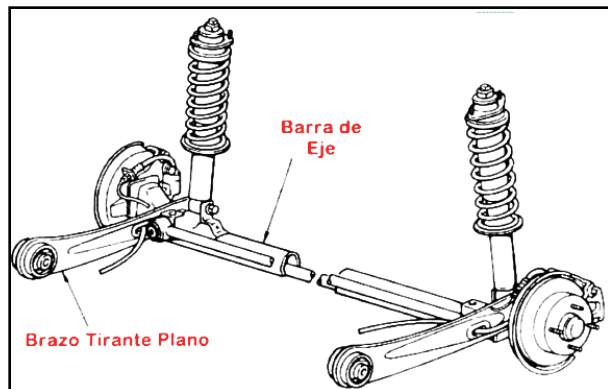


Fig. 5.13. Barra de tirante

5.3. PARTES Y FUNCIONAMIENTO - SISTEMA DE DIRECCIÓN

El conjunto de mecanismos que componen el sistema de dirección tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor (Fig. 5.14).

Para que el conductor no tenga que realizar esfuerzo en la orientación de las ruedas (a estas ruedas se las llama "directrices"), el vehículo dispone de un mecanismo desmultiplicador, en los casos simples (coches antiguos), o de servomecanismo de asistencia (en los vehículos actuales).

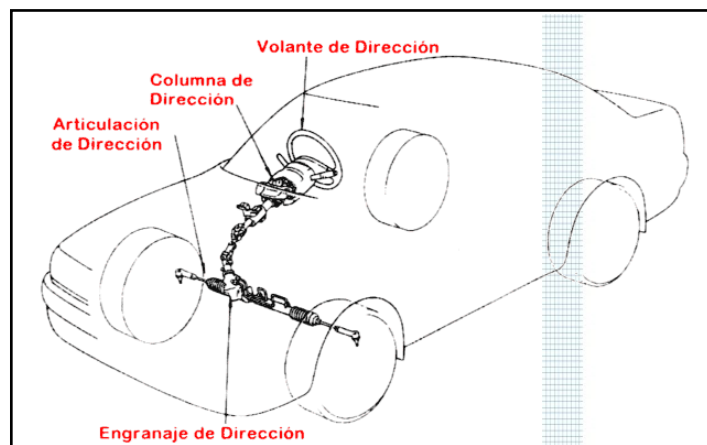


Fig. 5.14. Esquema del sistema de Dirección

El sistema de dirección cambia la dirección del vehículo como su trayectoria. El conductor por acción del volante de dirección, puede controlar el sentido de los neumáticos delanteros del vehículo. Un sistema de dirección se requiere para tener una apropiada fuerza de operación, características de agarre estable, suficiente esfuerzo y seguridad.

Condiciones de la Dirección

- Fuerza Apropiada de Dirección

La fuerza de dirección del volante de dirección debe tener paso estable cuando los vehículos están viajando en una línea recta y debe ser suficientemente liviana para permitir a la dirección cuando el vehículo esta marchando alrededor de una curva.

- *Dirección Estable*

Cuando el vehículo ha acabado de doblar una esquina, es necesario para el sistema de dirección recobrar su postura de línea recta para luego recobrar la fuerza delantera de los neumáticos, para lo cual el conductor sólo suelta ligeramente el agarre del volante de dirección. También, mientras maneje, el volante de dirección no tirará de las manos del conductor cuando las ruedas golpeen algo en las pistas o transmitan vibraciones las manos del conductor.

- *Seguridad*

En el caso que una colisión ocurra, el sistema de dirección tendrá una construcción la cual aminore la seriedad del daño tanto como sea posible, absorbiendo el impacto y amortiguándolo (Fig. 5.15).

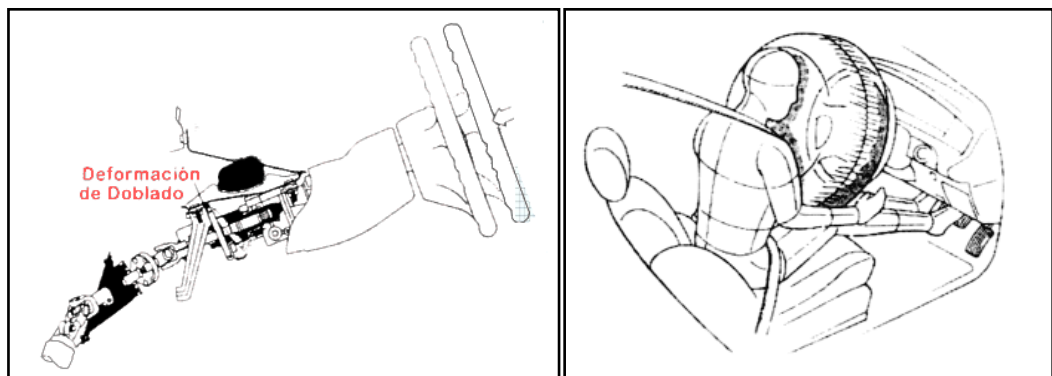


Fig. 5.15. Seguridad de la Dirección

Cotas de reglaje de la dirección (Fig. 5.16).

Para que el funcionamiento de la dirección resulte adecuado, es preciso que los elementos que lo forman cumplan unas determinadas condiciones, llamadas cotas de dirección o geometría de dirección, mediante las cuales, se logra que las ruedas obedezcan fácilmente al volante de la dirección y no se altere su orientación por las irregularidades del terreno o al efectuar una frenada, resultando así la dirección segura y de suave manejo.

También debe retornar a la línea recta y mantenerse en ella al soltar el volante después de realizar una curva.

Las cotas que determinan la geometría del sistema de dirección son:

- Ángulo de cámbel.
- Ángulo de caster.
- Convergencia de las ruedas.
- Divergencia de las ruedas.

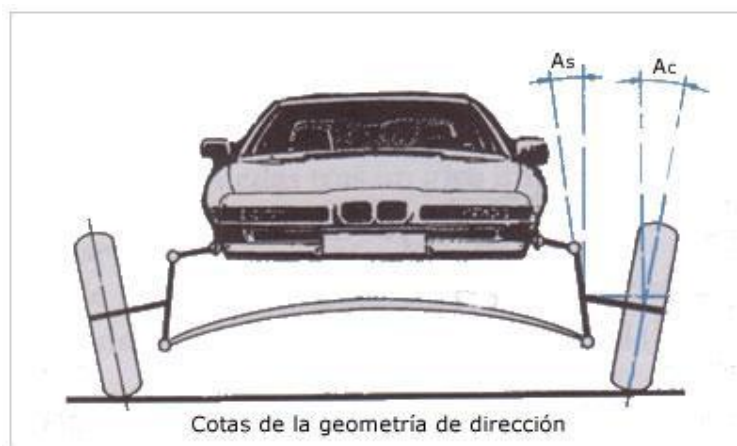


Fig. 5.16. Cotas de la dirección

Cámbel (Fig. 5.17).

Permite que la rueda adquiera una posición inclinada respecto al suelo como indica la figura inferior. Se dice que el ángulo es positivo cuando la rueda se inclina hacia fuera en su parte superior y negativo en el caso contrario. Con un valor adecuado de este ángulo se obtiene el apoyo correcto del neumático en el suelo determinando un desgaste simétrico. Sus valores los da el fabricante que por lo general tiende a cero grados.

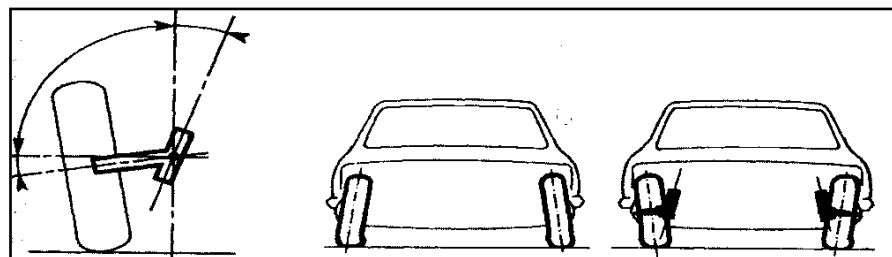


Fig. 5.17. Esquema – Camber

Cáster (Fig. 5.18).

Se denomina así a la inclinación dada al pivote para conseguir que su prolongación corte al suelo poco delante de la superficie de contacto entre el neumático y el mismo como lo indica la figura inferior. De ello depende que las ruedas sigan una trayectoria recta, además de que el vehículo pueda pasar obstáculos. Generalmente este ángulo es positivo.

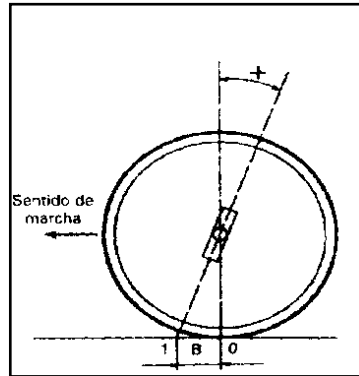


Fig. 5.18. Esquema – Cáster

Convergencia-Divergencia (Fig. 5.19).

Se llama así a la diferencia de la distancia medida entre la parte delantera y trasera de los neumáticos a la altura del centro de la rueda. Como lo indica la figura inferior.

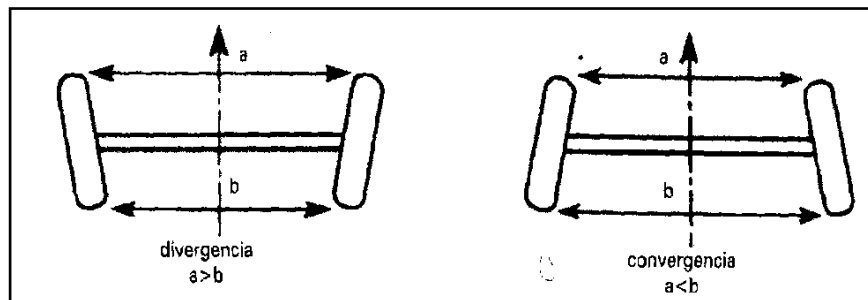


Fig. 5.19. Esquema – Convergencia y Divergencia

Una convergencia excesiva, al producir mayor tendencia en la orientación de las ruedas para seguir la trayectoria en línea recta, produce un desgaste irregular en los neumáticos que se manifiesta por el desgaste lateral que se produce en su banda de rodadura.

En los vehículos con propulsión trasera, la resistencia a la rodadura de las ruedas delanteras crea un par que tiende a abrir ambas ruedas, para compensar este efecto, se contrarresta con un ángulo de convergencia positivo.

En el caso de vehículos con tracción delantera, el problema es distinto, el esfuerzo de tracción de las ruedas produce un par que actúa en sentido contrario que en el caso anterior, es decir tendiendo a cerrar las ruedas en vez de abrirlas, por consiguiente para compensar esta tendencia será necesario dar a las ruedas un ángulo de convergencia negativo (divergencia).

Una excesiva convergencia respecto a la que nos da el fabricante, provoca un desgaste lateral en la zona exterior de los neumáticos. Una convergencia insuficiente provoca un desgaste lateral en el interior de los neumáticos.

PARTES (Fig. 5.20).

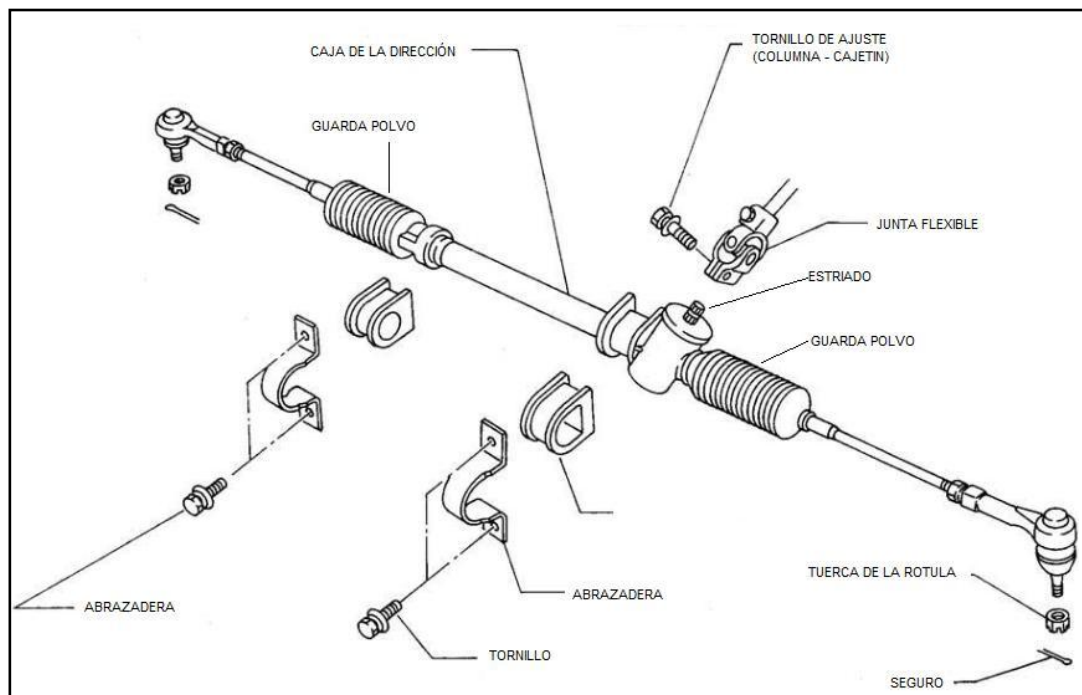


Fig. 5.20. Partes del Sistema de Dirección de Cremallera

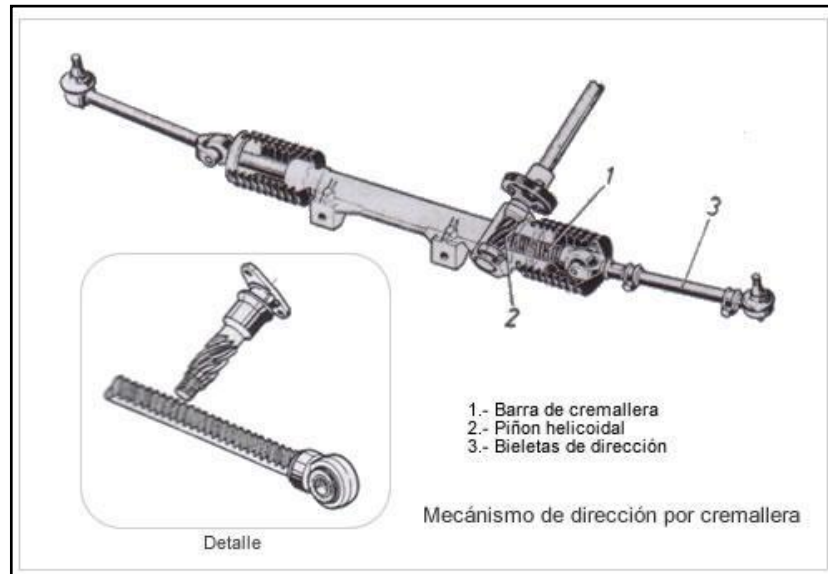


Fig. 5.21. Mecanismo de Dirección por Cremallera

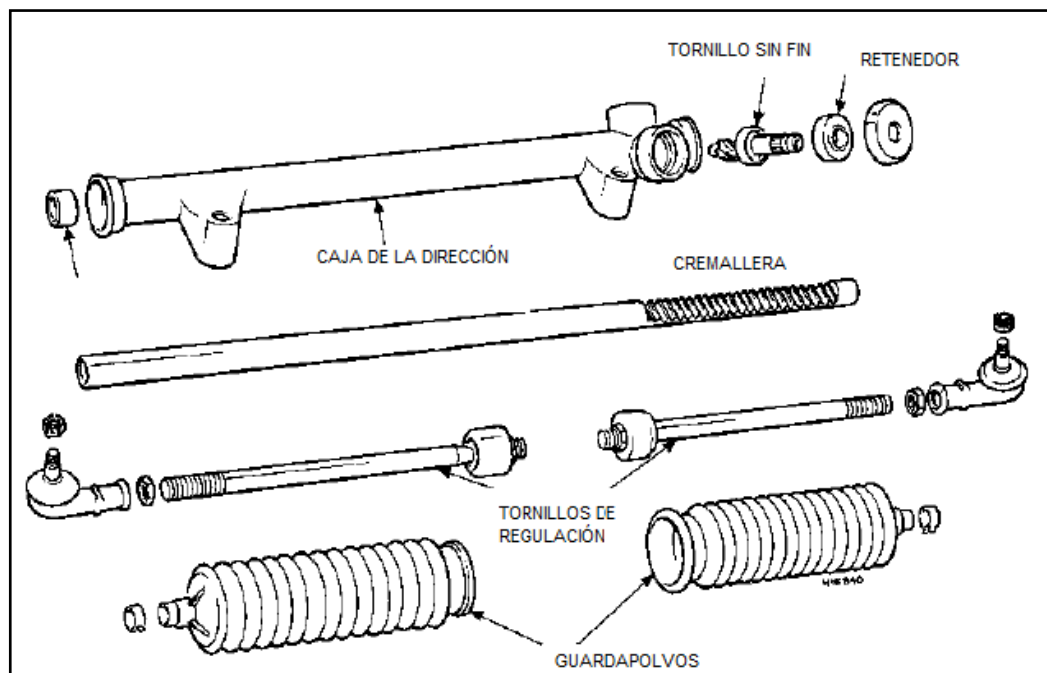


Fig. 5.22. Despiece del Sistema de Dirección por Cremallera

5.4. ESTRUCTURA



Fig. 5.23. Simulador Didáctico – Dirección

Nuestra maqueta didáctica para un buen entendimiento contará con los siguientes instrumentos y elementos:

- Base metálica estructurada de tubo cuadrático de 1 1/2 plg. AISI 1008, con recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de suelda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Lámina de acero de 1 1/2 x 1/8 de grosor y uniones de suelda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Ruedas de base giratoria de 3 plg. Para su movilidad y traslado.
- Dirección de cremallera.
- Aros
- Placa con nombre del banco de pruebas.
- Columna de Dirección.
- Volante.

5.4.1. PLANOS

ANEXO 2

5.5. GUÍAS DE PRÁCTICA

VOLUMEN II

CAPÍTULO VI

SISTEMA DE LUCES DEL AUTOMÓVIL

6.1. INTRODUCCIÓN

La seguridad en la conducción depende mucho del estado de las luces del automóvil, por lo tanto, se necesita tener un buen mantenimiento y una conexión correcta que permita tener este sistema funcionando de manera óptima.

6.2. MARCO TEÓRICO.

6.2.1. USO DE RELÉS.

El relé o relevador, del francés "*relais*", relevo, es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.(FIG.6.1)

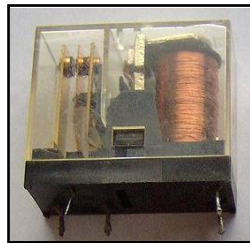


Fig. 6. 1. Relé

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores". De ahí "relé".

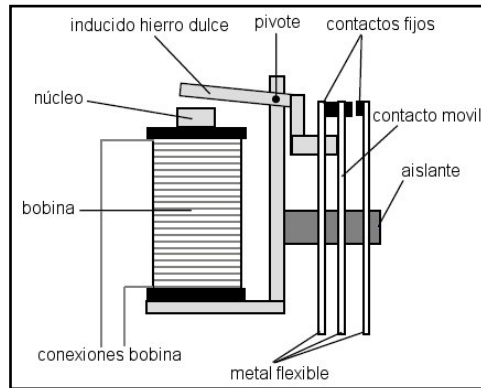


Fig. 6. 2. Partes del relé

En la FIG.6.2. se representa, de forma esquemática, la disposición de los distintos elementos que forman un relé de un único contacto de trabajo o circuito. En la FIG.6.3. se puede ver su funcionamiento y cómo conmuta al activarse y desactivarse su bobina.

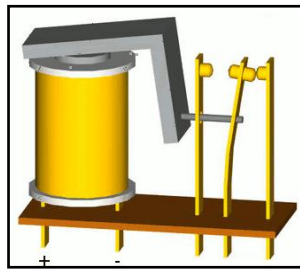


Fig. 6. 3. Composición del relé

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando la bobina del relé es alimentada y contactos de reposo a los cerrados en ausencia de alimentación de la misma. De este modo, los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos, NA o NO, Normally Open por sus siglas en inglés, normalmente cerrados, NC, Normally Closed, o de conmutación, la lámina central se denomina lámina inversora o de contactos inversores o de conmutación que son los contactos móviles que transmiten la corriente a los contactos fijos.

- Los contactos normalmente abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos es ideal para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.

- Los contactos normalmente cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se utilizan para aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado.

La operación de los faros delanteros de un automóvil requiere una corriente considerable alta. En un sistema típico de 12V, la corriente que circula a través de un circuito de faro delantero está en la gama de 8 a 10 Amp.

El uso de relés en circuitos eléctricos del automóvil permite controlar muchos elementos, usando elementos de control que consume baja corriente. De esta manera, puede reducirse el tamaño y costo de los elementos de control. Aun más, el uso de los relés elimina las fuentes potenciales de resistencia excesiva, como por ejemplo, un conmutador, que podría producir una gran caída de tensión en el circuito.

Además si no usamos relees entre los contactos internos crearía una chispa y esta, formaría carbón, se quemaría, o debido al alto amperaje podrían quedarse unidos los contactos.

Por ejemplo:

La potencia total de varios sistemas de lámparas sellados usados en la antigüedad está por sobre los 100 W en luces bajas (incluso más en altas), lo que significa que para hacerlos funcionar se necesitan más de 10 amperios de corriente.

Recordemos la fórmula:

$$P=IR^2$$

Ecuación 6. 1. Potencia

Entonces, si un interruptor de cierta antigüedad ofrece una resistencia al paso de la corriente de tan sólo 1 Ohm eso significa que el interruptor se calienta con 100 W de potencia.

Estos interruptores no disipan el calor muy bien, por lo que pueden llegar a calentarse bastante. De hecho, se puede soldar estaño con un soldador de tan solo 15 W de potencia

La función del relee en el circuito de faros delanteros es soportar el consumo principal, en este caso los faros, si este consumo lo pasáramos directamente por un interruptor, este tendría que ser bastante grande para no quemarse, por eso colocamos relees.

Como los interruptores que colocamos en el interior del automóvil deben ser pequeños y estéticos, por estos pasan una pequeña corriente. Esta corriente es enviada a la bobina del relé, de esta manera quien soporta la corriente alta es el relee y no el interruptor.

Los mejores relés para usar en un circuito de alumbrado tienen dos terminales 87. Esto nos permite usar un Terminal 87 para alimentar el filamento izquierdo y Otro Terminal 87 para hacer lo mismo en el lado derecho de cualquier circuito sea de luz alta, luz baja, faros antiniebla, etc. (FIG.6.4)

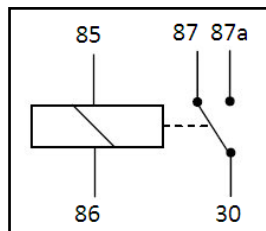


Fig. 6. 4. Terminales del Relé

6.2.2. LÁMPARAS UTILIZADAS EN EL AUTOMÓVIL

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

elementos de sujeción (tetones, rosca, hendiduras, etc.) por donde se sujeta al portalámparas.

Cuando por el filamento pasa la corriente eléctrica éste se pone incandescente a elevada temperatura (2000 a 3000°C) desprendiendo gran cantidad de Luz y calor por lo que se las conoce como “lámparas de incandescencia”, en el automóvil se emplean varios tipos aunque todos están normalizados y según el empleo reciben el nombre, pudiendo ser para: faros, pilotos, interiores y testigos. (FIG.6.5)

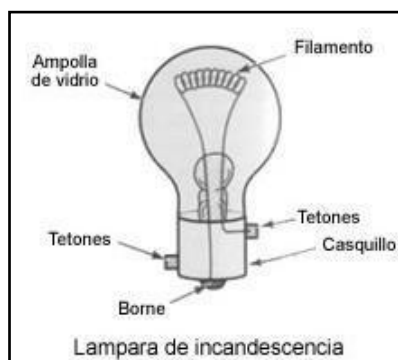


Fig. 6. 5. Partes de la lámpara automotriz

Las lámparas de alumbrado se clasifican de acuerdo con su casquillo, su potencia y la tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla (cristal) depende fundamentalmente de la potencia de la lámpara. (FIG.6.6). En los automóviles actuales, la tensión de funcionamiento de las lámparas es de 12 V prácticamente en exclusiva.

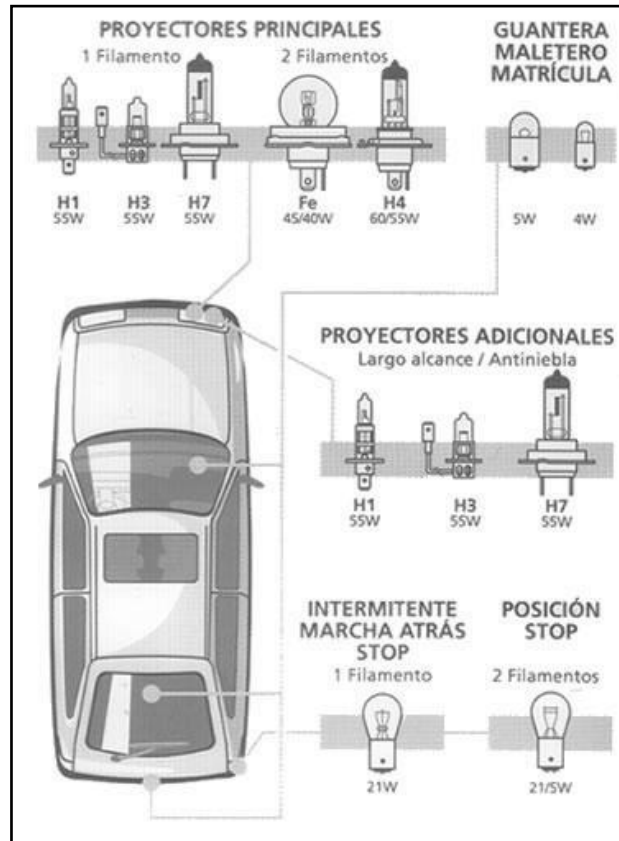


Fig. 6. 6. Lámparas del alumbrado automotriz

Tipos de lámparas (FIG.6.7):

Plafón (1): Su ampolla de vidrio es tubular y va provista de dos casquillos en ambos extremos en los que se conecta el filamento. Se utiliza fundamentalmente en luces de techo (interior), iluminación de guantera, maletero y algún piloto de matrícula. Se fabrican en diversos tamaños de ampolla para potencias de 3, 5, 10 y 15 W.

Pilotos (2): La forma esférica de la ampolla se alarga en su unión con el casquillo metálico, provisto de 2 tetones que encajan en un portalámparas de tipo bayoneta. Este modelo de lámpara se utiliza en luces de posición, iluminación, stop, marcha atrás, etc. Para aplicación a luces de posición se utilizan preferentemente la de ampolla esférica y filamento único, con potencias de 5 o 6 W. En luces de señalización, stop, etc., se emplean las de ampolla alargada con potencia de 15, 18 y 21 W. En otras aplicaciones

se usan este tipo de lámparas provistas de dos filamentos, en cuyo caso, los tetones de su casquillo están posicionados a distintas alturas.

Control (3): Disponen un casquillo con dos tetones simétricos y ampolla esférica o tubular. Se utilizan como luces testigo de funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6 W.

Lancia (4): Este tipo de lámpara es similar al anterior, pero su casquillo es más estrecho y los tetones se que está provisto son alargados en lugar de redondos. Se emplea fundamentalmente como señalización de cuadro de instrumentos, con potencias de 1 y 2 W.

Wedge (5): En este tipo de lámpara, la lámpara tubular se cierra por su inferior en forma de cuña, quedando plegados sobre ella los hilos de los extremos del filamento, para su conexión al portalámparas. En algunos casos este tipo de lámpara se suministra con el portalámparas. Cualquiera de las dos tiene su aplicación en el cuadro de instrumentos.

Foco europeo (6): Este modelo de lámpara dispone una ampolla esférica y dos filamentos especialmente dispuestos como se detallara más adelante. Los bornes de conexión están ubicados en el extremo del casquillo. Se utiliza en luces de carretera y cruce.

Halógena (7): Al igual que la anterior, se utiliza en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla.

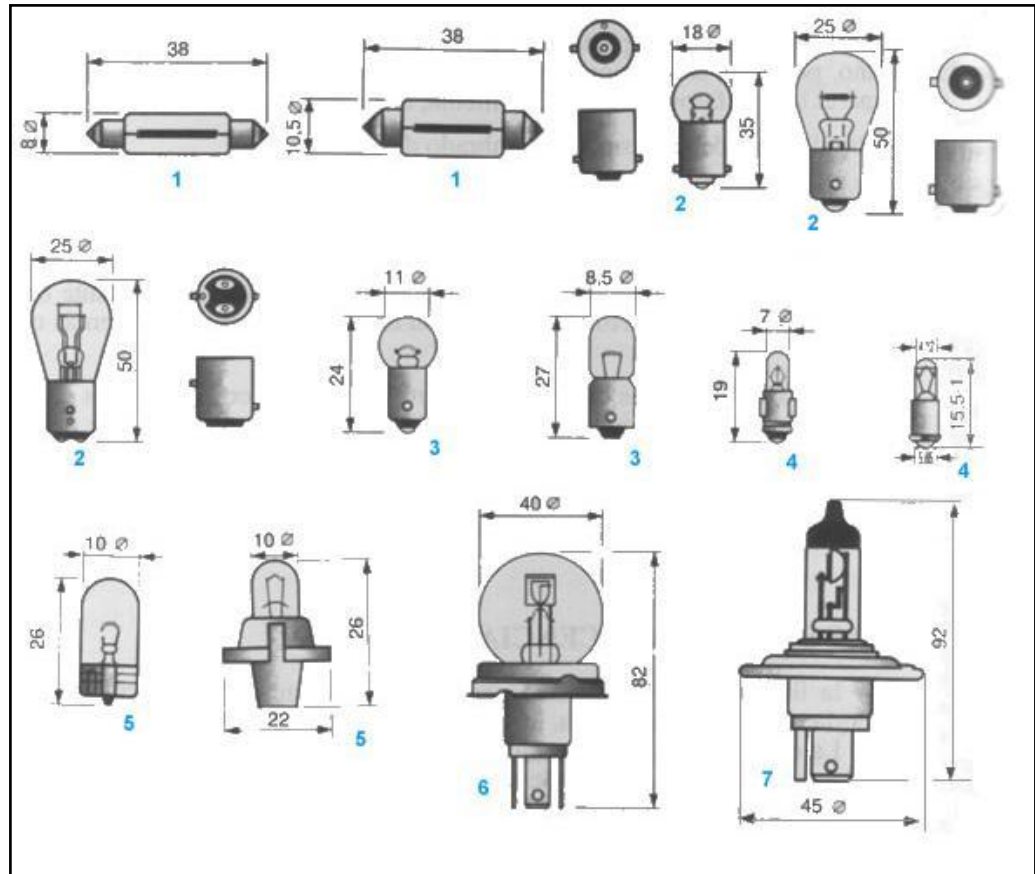


Fig. 6.7. Tipos de luces del vehículo.

6.2.3. FAROS DELANTEROS

El objetivo de las luces delanteras es conseguir la mejor iluminación posible de la superficie de la carretera brindando seguridad y comodidad para el conductor.

La seguridad de la conducción nocturna depende básicamente de la intensidad de la luz y del alineamiento del haz.

Otro punto importante en las luces delanteras a más de ser eficientes en la conducción nocturna es que estas deben cumplir con requisitos de diseño del cliente.

6.2.3.1. Requisitos de los faros delanteros

- Diseño, es decir la imagen que tienen durante el día y cuando iluminan por la noche.

- Rendimiento, es decir la luz que el faro emite, distribución de luz, duración y fiabilidad.
- Adecuación a la instalación: montaje, tamaño y peso. (FIG.6.8)



Fig. 6. 8. Faros delanteros

6.2.3.2. Breve reseña histórica

Los primeros tipos de faros (fuentes de luz) que se utilizaron desde los primeros automóviles hasta los de hoy en día son:

- En 1964 se usaron faros de largo alcance con bombillas tipo H1 (FIG.6.9)

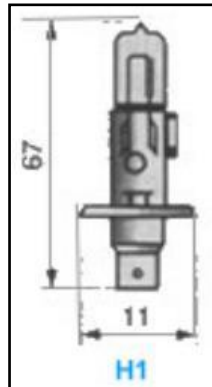


Fig. 6. 9. Bombilla H1

- En 1968 se utilizaban bombillas H3 que eran bombillas de filamentos transversales. (FIG.6.10)

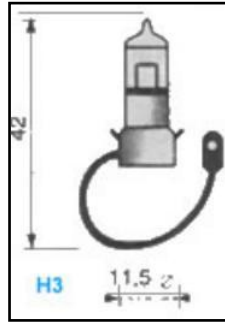


Fig. 6. 10. Bombilla H3

- En 1971 aparecieron los primeros faros delanteros tipo H4 de filamentos dobles. (FIG.6.11)

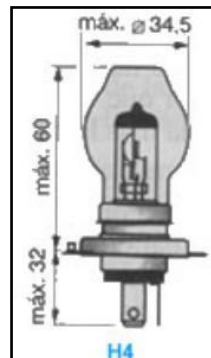


Fig. 6. 11. Bombilla H4

- Después de la aparición del H6 y H7 se dio la utilización de varios tipos nuevos los que se muestran en la TABLA 6.1.

Tipo	Ámbito de uso	Comentarios
H8	Faros antiniebla Haz corto	35W, 800 lm, filamento axial Baja emisión de calor, sobre todo para faros con dispersores de plástico
H9	Haz largo	65W, 2.100 lm, filamento axial
H10	Faros antiniebla	45W, 850 lm, filamento axial, montaje HB4
H11	Haz corto	50W, 1.350 lm, filamento axial

HIR1	Haz largo	65W, 2.500 lm, filamento axial, reflexión infrarroja para una mayor eficacia
HIR2	Haz corto Faros antiniebla	65W, 2.500 lm, filamento axial, reflexión infrarroja para una mayor eficacia 55W, 2.000 lm, filamento axial, para haz corto, bajo las normativas de la ECE sólo se permite con ajuste del rango automático y sistema de limpieza del faro delantero.

Tabla 6. 1. Tipos de faros delanteros.

6.2.3.3. Tecnología de los reflectores

Un factor decisivo del rendimiento de los faros delanteros es la tecnología de reflectores que lo acompaña.

6.2.3.4. Reflectores del vehículo

Las lámparas van dentro de los faros que proyectan su luz. Los faros a su vez deben de llevar a cabo dos tareas opuestas: una trata de conseguir una luz potente para realizar una conducción segura, con una cierta difusión cerca del vehículo, a fin de obtener una buena iluminación que permita ver bien el pavimento y la cuneta. Por otra parte, tiene que evitar que esta potente luz no deslumbrar a los conductores de los vehículos que vienen en sentido contrario, hace falta otra luz más baja o de cruce, que sin deslumbrar, permita una iluminación suficiente para mantener una velocidad razonable con la suficiente seguridad.

El alumbrado de carretera se consigue situando la lámpara en el interior de la parábola del faro, de manera que su filamento coincida con el foco geométrico de la misma. Así, los rayos de luz que emite el filamento son devueltos por el reflector de manera que en conjunto forman un haz luz paralelo. Si el filamento se coloca delante del foco geométrico de la

parábola, el haz de luz sale convergente, y si se coloca detrás, divergente. Estos efectos pueden verse en la FIG.6.12.

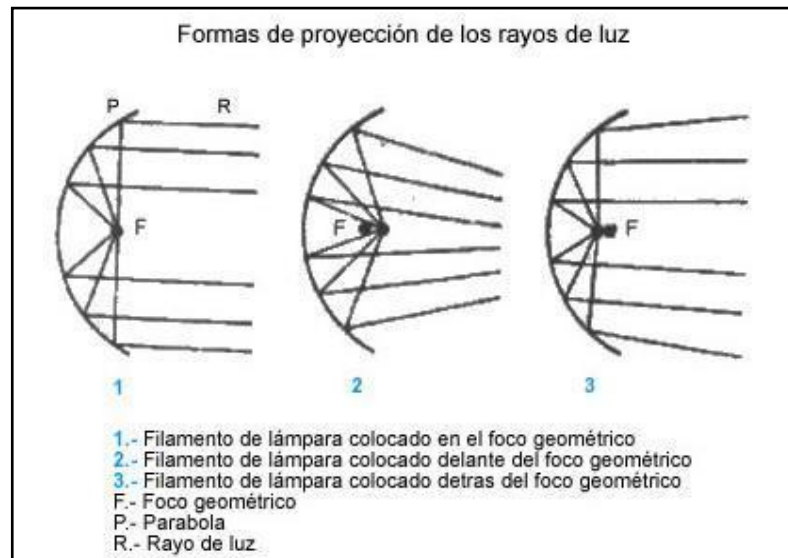


Fig. 6. 12. Proyección de rayos de luz

El foco geométrico de una parábola es por definición, el único punto para el que los rayos reflejados son paralelos. Para el alumbrado de carretera se obtiene, por consiguiente, una intensidad luminosa considerable por un haz de rayos paralelos de gran alcance. Pero esto no es lo que se busca para el alumbrado de carretera ya que se necesita una proyección de luz a gran distancia, pero que no se concentre en un punto sino que se extienda por toda la anchura de la carretera. Para lograr este objetivo el deflector o cristal que cubre el foco suele ir tallado formando prismas triangulares, de tal forma que se consiga una desviación hacia abajo del haz luminoso y una dispersión en el sentido horizontal. (FIG.6.13)

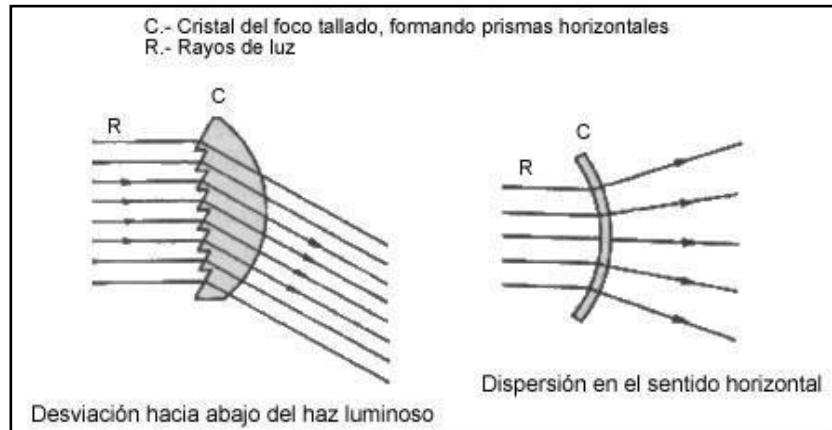


Fig. 6. 13. Desviación / dispersión de haz luminoso.

El alumbrado de carretera por su intensidad llega a deslumbrar a los conductores de los automóviles que circulan en sentido contrario. Para evitar esto se dispone del alumbrado de cruce, que se obtiene instalando un segundo filamento por delante del foco geométrico de la parábola, con lo que se consigue que los rayos de luz salen de forma convergentes. Este filamento tiene la peculiaridad de disponer una pequeña pantalla por debajo de él, que evita que los rayos de luz que despiden el filamento hacia abajo, sean reflejados por la parábola, con lo cual, solamente lo son los que salen hacia la mitad superior, que parten del reflector con una cierta inclinación hacia abajo, lo que supone un corte del haz de luz, que incide en el suelo a una menor distancia evitando el deslumbramiento.

Los filamentos de las lámparas de carretera y cruce se disponen generalmente en una sola lámpara que tiene tres terminales uno de masa, otro de cruce y el otro de carretera. La fijación de la lámpara al faro (FIG.6.14) se realiza por medio de un casquillo metálico (G), de manera que encaja en una posición única, en la cual, la pantalla (C) del filamento de cruce queda posicionada por debajo de él en el montaje. Para ello el casquillo va provisto de un resalte que encaja en el foco en una posición predeterminada.

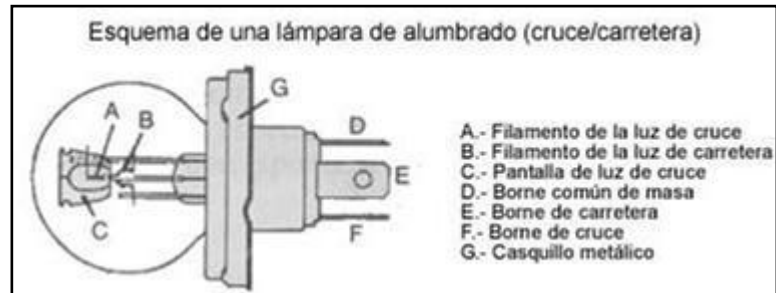


Fig. 6. 14. Lámpara de cruce / carretera

Para aprovechar al máximo la intensidad luminosa del alumbrado de cruce sin deslumbrar al conductor que viene en sentido contrario, se utiliza un sistema de alumbrado llamado de "haz asimétrico". Este efecto consigue dando una pequeña inclinación a la pantalla situada por debajo del filamento de luz de cruce, de forma que el corte de haz de luz se levante en un ángulo de 15° sobre la horizontal a partir del centro y hacia la derecha. Como se ve en la FIG.6.15 la parte derecha de la calzada queda mejor iluminada, permitiendo ver mejor el carril por donde vamos circulando sin deslumbrar a los conductores que vienen en sentido contrario.

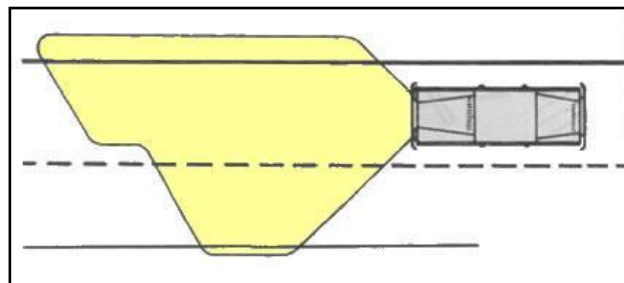


Fig. 6. 15. Luz de cruce

6.2.3.5. Lámparas halógenas

Aunque se les da este nombre, la forma real de llamarlas es Lámpara de Halógeno. Para aumentar la intensidad luminosa de una lámpara se puede aumentar la temperatura de funcionamiento de la misma, pero la forma constructiva de las lámparas incandescentes limita su temperatura de funcionamiento por lo que también se ve limitada su intensidad luminosa. Las lámparas halógenas presentan la ventaja de

que la intensidad luminosa es muy superior a la de una lámpara convencional, con un pequeño aumento del consumo de corriente y una vida más larga de funcionamiento. La ausencia casi total de ennegrecimiento de la ampolla, hace que su potencia luminosa sea sensiblemente igual durante toda la vida útil de la lámpara.

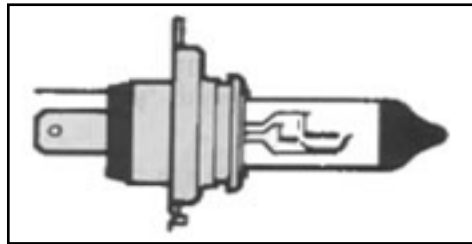


Fig. 6. 16. Lámpara halógena de doble filamento

En la FIG.6.16. puede verse la constitución de una lámpara de halógeno de doble filamento para carretera y cruce, donde se aprecia la disposición en línea de ellos y la situación de la pantalla en el de cruce. El extremo de la ampolla está recubierto con pintura negra especial. La zona recubierta con pintura tiene una influencia directa sobre la distribución de la temperatura en el interior de la ampolla durante el ciclo de halógeno.

Atendiendo a la forma de la ampolla, número de filamentos y posicionamiento de los mismos, existen básicamente las siguientes clases de lámparas halógenas (FIG.6.17):

- **Lámparas H1**, de ampolla tubular alargada en la que el único filamento está situado longitudinalmente y separado de la base de apoyo. En su casquillo se forma un platillo de 11 mm de diámetro. Se utiliza fundamentalmente en faros de largo alcance y antiniebla, con potencias de 55, 70 y 100 W.
- **Lámpara H2**, similar a la anterior en cuanto a filamento y ampolla, pero de menor longitud y no dispone de casquillo, sino unas placas de conexión. Es empleada básicamente en faros auxiliares, con potencias similares a la anterior.

- **Lámpara H3**, cuyo único filamento está situado transversalmente sobre la ampolla y no dispone de casquillo, acabando el filamento en un cable con terminal conector. Se utiliza principalmente en faros auxiliares antiniebla y largo alcance, con potencias similares a las anteriores.
- **Lámpara H4**, que es la más utilizada en luces de carretera y cruce. Sus dos filamentos van situados en línea alojados en una ampolla cilíndrica, que se fija a un casquillo con plataforma de disco para su acoplamiento a la óptica del faro. En algunos casos, la ampolla principal se cubre con otra auxiliar que puede ser coloreada para aplicación a países que utilizan alumbrado intensivo con luz amarilla. Generalmente se disponen los filamentos con potencias de 55/60 W (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 W.
- **Lámpara H5**, que es similar a la anterior, de la que se diferencia únicamente por el casquillo, como puede verse en la figura.

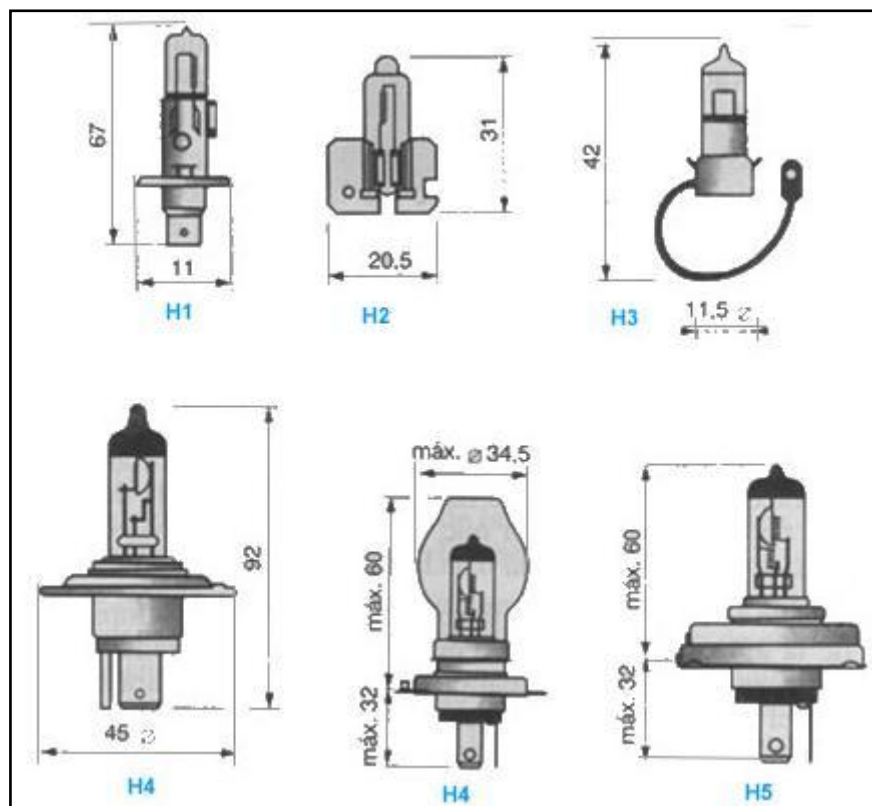


Fig. 6. 17. Tipos de lámparas halógenas.

El empleo de lámpara halógena en lugar de la convencional representa un fuerte aumento de la energía luminosa. Para la luz de carretera, 1200 lm (lúmenes) en lugar de los 700 lm de la lámpara convencional y en luz de cruce 750 lm frente a 450 lum. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho más intensa y el haz luminoso más ancho, lo que permite ver mejor los bordes de la calzada.

Dada la mayor temperatura de funcionamiento de la lámpara halógena y su potencia luminosa, se hace necesario emplear reflectores apropiados a ellas, cuya fabricación requiere unos niveles de calidad y precisión netamente superiores a los de un reflector convencional. En cuanto al cristal de la óptica se refiere, está mucho más cuidado el tallado de los prismas encargados de dirigir con precisión el haz luminoso, especialmente con el funcionamiento de la luz de cruce.

Con las lámparas halógenas debe tenerse la precaución de no tocar con los dedos el cristal de cuarzo, pues aparte de las quemaduras que puede provocar cuando está caliente, la grasilla depositada con el tacto, produce una alteración permanente en el cristal con las altas temperaturas. Por esta razón, cuando se haya tocado el cristal, debe limpiarse con alcohol antes de poner en servicio la lámpara.

Un tipo de lámpara halógena especial es aquella que utiliza gas xenón en el interior de la ampolla, con el cual se consigue una luz más blanca y, por tanto, mas semejante a la luz del día.

6.2.3.6. Lámparas de Xenón

Estas lámparas son un sistema de iluminación con alto rendimiento luminoso que aumenta la seguridad activa durante la conducción. Se instalan estas lámparas actualmente en los vehículos de alta gama, aunque también se empiezan a ver cada vez más en vehículos de gama media.

Este tipo de faro está conformado por una unidad de control y un bloque de encendido, normalmente están incorporados en el faro. No obstante, también existen modelos en los que la unidad de control está en una pletina sujeta cerca de las torres de amortiguación. Normalmente, los componentes del faro de descarga de gas pueden sustituirse por separado. (FIG.6.18)

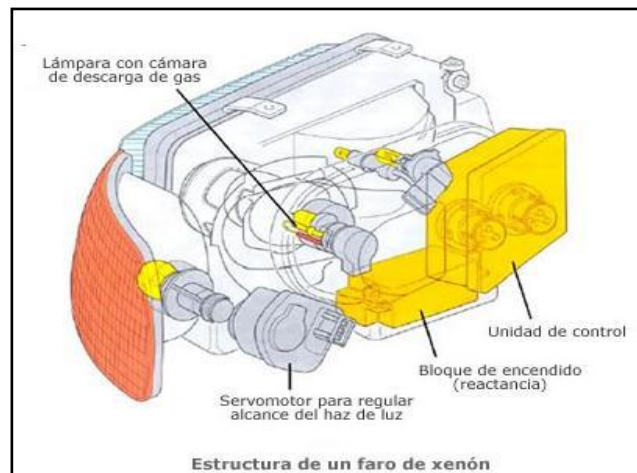


Fig. 6.18. Lámpara de Xenón

Funcionan por descarga de gas, en el interior de la ampolla hay gas xenón y halógenos metálicos; para el funcionamiento se requiere un dispositivo electrónico que debe llevarlo el vehículo que utilice estas lámparas, el dispositivo enciende la lámpara y controla el arco. Para el encendido el sistema electrónico eleva la tensión entre los electrodos del interior de la ampolla creándose un arco de luz gracias al gas xenón y a la gasificación de los halógenos metálicos. La luz es generada por medio de un arco voltaico de hasta 30.000 voltios, entre los dos electrodos de tungsteno situados en la cámara de vidrio.

El arco es generado por una reactancia o reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz. En el interior de la lámpara se alcanza una temperatura de aproximadamente 700 °C.

La temperatura de luz de estas lámparas es de 4100 a 4500°k frente a los 3200 de las halógenas, por los que es más blanca. (FIG.6.19)

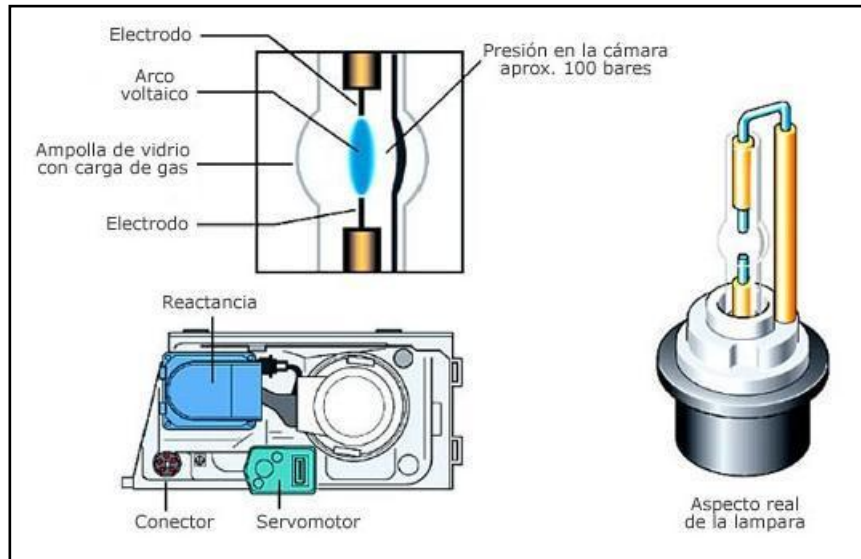


Fig. 6. 19. Funcionamiento de lámparas de Xenón.

Una vez efectuado el encendido, se hace funcionar la lámpara de descarga de gas aproximadamente durante 3 segundos, con una corriente de mayor intensidad. El objetivo es que la lámpara alcance su claridad máxima tras un retardo mínimo de 0,3 segundos. Debido a este ligero retardo no se utilizan lámparas de descarga de gas para la luz de carretera.

En virtud de la composición química del gas, en la ampolla o bulbo de la lámpara se genera una luz con un elevado porcentaje de luz verde y azul. Esa es la característica de identificación exterior de la técnica de luminiscencia por descarga de gas. (FIG.6.20–6.21)

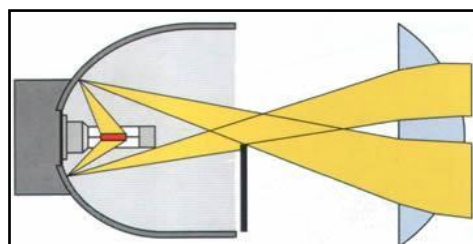


Fig. 6.20. Haz de luz de luces Xenón

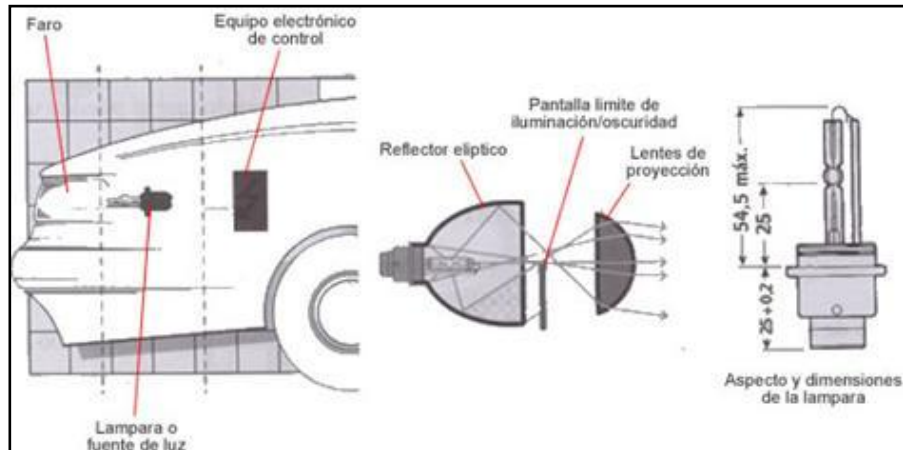


FIG. 6. 21. Ubicación aspecto de luces de Xenón.

Las ventajas de esta nueva generación de faros, en comparación con la tecnología de las lámparas convencionales son:

Ventajas

- El rendimiento luminoso es unas tres veces mayor. Para generar el doble de intensidad luminosa que una lámpara convencional de 55 W, se utiliza una descarga de gas de sólo 35 W. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25%.
- La energía eléctrica convertida en calor es mucho menor por lo que se pueden usar faros pequeños y de materiales plásticos.
- Banda de luz más amplia. Mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance superior y una zona de dispersión más ancha en la zona de proximidad. De esta forma se ilumina mejor el borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor.
- La vida útil es de unas 2.500 horas. Cinco veces más que una lámpara halógena.

Inconvenientes

- Tardan 60 segundos en dar luz máxima (3200lm) aunque al segundo dan 800lm (lúmenes).

- Necesitan equipo electrónico de encendido y control.
- Se permite el uso solo en combinación con sistemas automáticos de regulación de altura de la luz de los faros y de lavafaros (lo del lavafaros es para que siempre estén limpios, pues la suciedad es un aislante térmico y sin evacuaciones del calor se produce avería segura).
- Precio de lámparas e instalación requerida.

6.2.3.7. Faros con lámparas de gas Bi-Xenón

En los sistemas anteriores no era posible generar las luces de cruce y carretera con un sola lámpara de descarga de gas. No se podía modificar el límite claro-oscuro durante el funcionamiento. Ahora es posible utilizar la luz de xenón para cruce y carretera, haciendo intervenir un obturador mecánico “shutter”, cuya posición se conmuta por medio de un electroimán. (FIG.6.22)

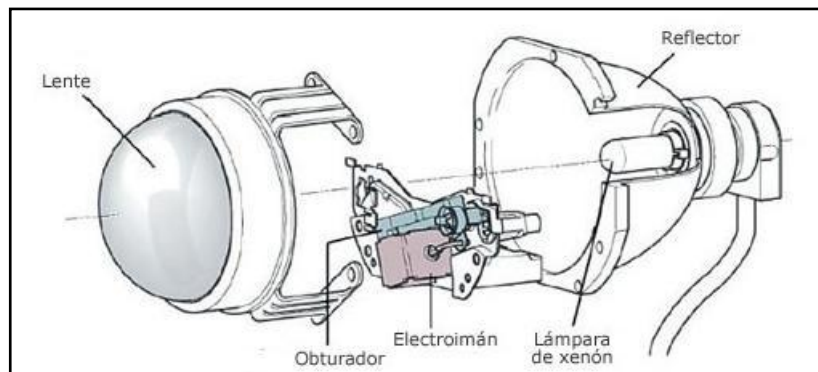


Fig. 6. 22. Elementos de luces Bi-Xenón

Con este mecanismo obturador se cubre una parte de la luz generada por la lámpara, para configurar así la luz de cruce. Al pasar el mecanismo a la posición de carretera se deja pasar la totalidad de la luz generada por la lámpara.

Se sigue manteniendo una lámpara H7 para la función de ráfagas, ya que la bombilla de xenón, debido a las características de inflamación del gas para la producción de luz, no puede trabajar en la función de apagado y encendido rápido (FIG.6.23)

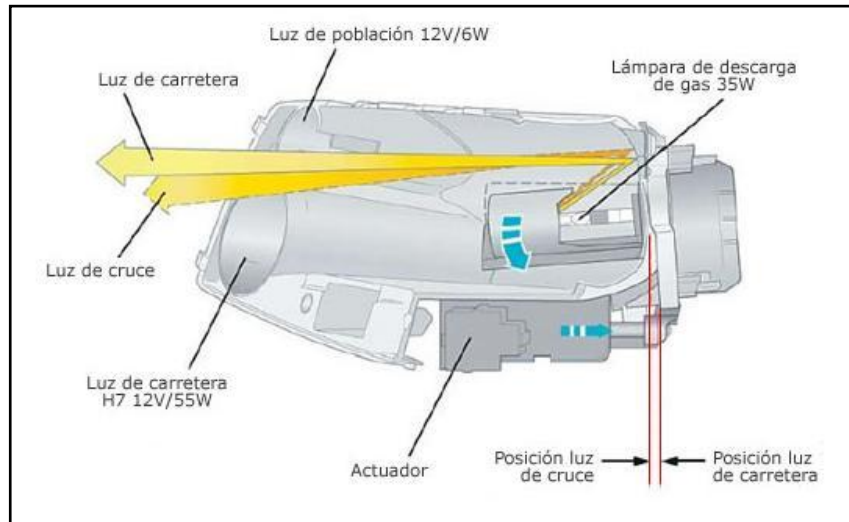


Fig. 6. 23. Obturador de luces Bi-Xenón.

En cuanto a la regulación del alcance luminoso para evitar la posibilidad de deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario, la legislación obliga a que los vehículos con faros de descarga de gas dispongan de un sistema regulador automático de alcance luminoso. El perfeccionamiento de este sistema dinámico de reglaje se debe a la presencia de sensores situados en los ejes delantero y trasero, los cuales transmiten la información sobre la situación de la suspensión del vehículo. Los datos recibidos son tratados electrónicamente y transmitidos a los accionadores situados detrás de los proyectores de Xenón.

Los tiempos de reacción se miden en milésimas de segundo y la posición del haz de luz es ajustada inmediatamente, emitiéndose un haz luminoso que no deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario. (FIG.6.24)

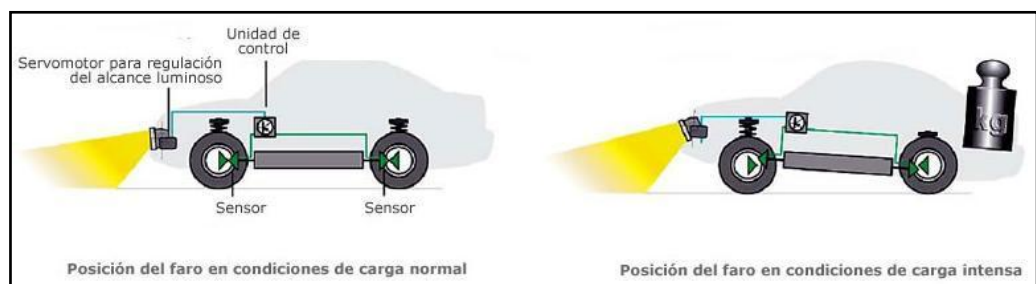


Fig. 6. 24. Funcionamiento / Regulación de luces Bi-Xenón.

Precauciones

- Debido a que la lámpara de descarga de gas recibe tensiones eléctricas de hasta 30.000 voltios, es imprescindible extremar las medidas de seguridad. El faro con cámara de descarga de gas y el bloque de encendido tienen rótulos de aviso a este respecto.
- Debido a la alta potencia luminosa de este tipo de lámparas, se debe evitar la observación directa y frontal del faro.
- Desconectar el borne negativo de la batería antes de proceder al desmontaje o instalación.
- Si el faro de xenón está encendido, no tocar la instalación, la bombilla o el enchufe sin protegerse las manos con guantes.
- No realizar tareas de mantenimiento en el faro de xenón con las manos húmedas.
- Para encender el faro de xenón, la lámpara debe estar instalada en su alojamiento (nunca encender el faro con la lámpara de xenón fuera de éste)
- Asegurarse de instalar la lámpara de forma adecuada, si se instala de forma incorrecta, pueden producirse fugas de alta tensión que deteriorarían la lámpara y el enchufe.

Comparación entre luz halógena y xenón / bi-xenón (FIG.6.25-6.26)

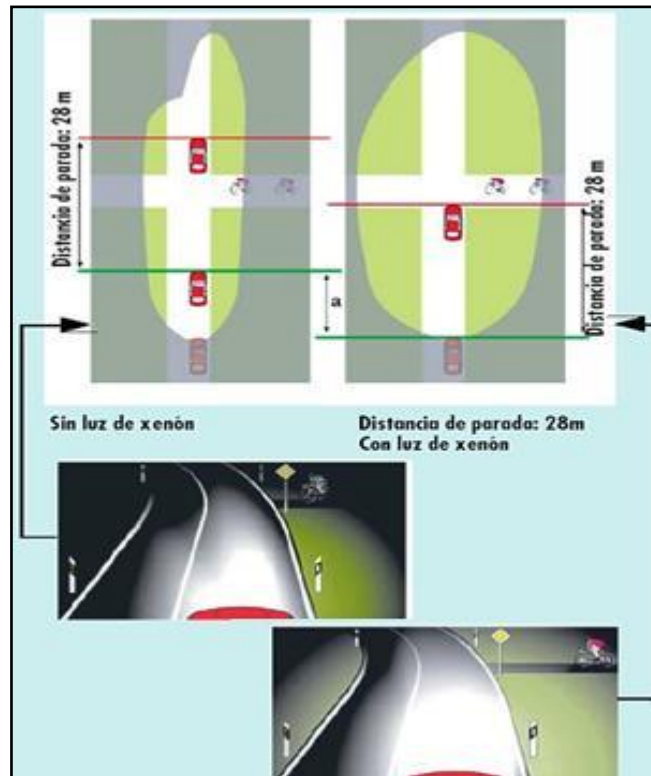


Fig. 6. 25. Comparación de luces halógenas y Xenón

Halógeno		VS	HID Xenon	
65 - 100W	CONSUMO DE ENERGIA		35W	
250 - 500	VIDA UTIL (Horas)		2500 - 4000	
500 - 700	LUMENS (Intencidad de Luz)		2300 - 2500	

Fig. 6. 26. Luces halógenas Vs. Luces de Xenón

6.2.3.8. Luces guías y de matrícula.

Este tipo de luces son aquellas destinadas a advertir de nuestra presencia en la carretera a otros vehículos que circulan por ella.

Normalmente los vehículos incorporan automáticamente un mecanismo por cual la luz de posición se activa cada vez que encendemos las luces de cruce o de carretera.

La luz de matrícula es también importante, ya que permite distinguir al vehículo durante la noche, por la numeración de la misma, esto es un requisito obligatorio para la circulación vehicular según la ley de tránsito.

El color de las luces guías en la parte delantera es blanco y en la parte posterior rojo, la luz de matrícula es blanca. (FIG.6.27)

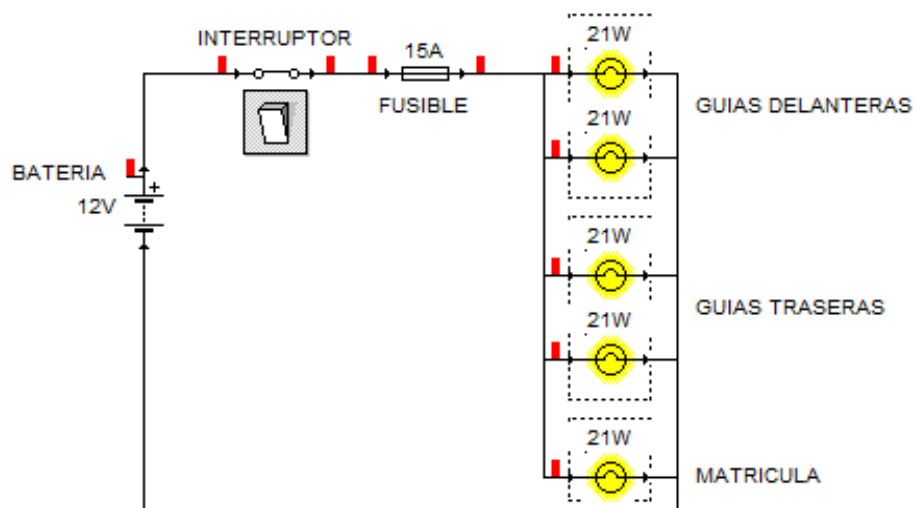


Fig. 6. 27. Conexión de luces guías y matrícula.

6.2.3.9. Luz de salón

Tienen la misión de iluminar zonas interiores del habitáculo del automóvil cuando sea necesario. Generalmente se combina el mando de esta luz para que se pueda efectuar con un interruptor situado en el tablero o en la misma lámpara, o con unos interruptores situados en las puertas, que se cierran al abrirse estas. Cada lámpara para alumbrado de salón tiene 5 W.

Una de estas instalaciones se muestra en la fisura, en la que se ven dos luces mandadas por cuatro interruptores, de de los cuales van en

las respectivas lámparas (o en el tablero) y los otros dos en las puertas. Las dos lámparas se encuentran conectadas en paralelo entre sí.

Hay varias formas de conexionado distintas a ésta, pero en lo esencial todas son iguales. (FIG.6.28)

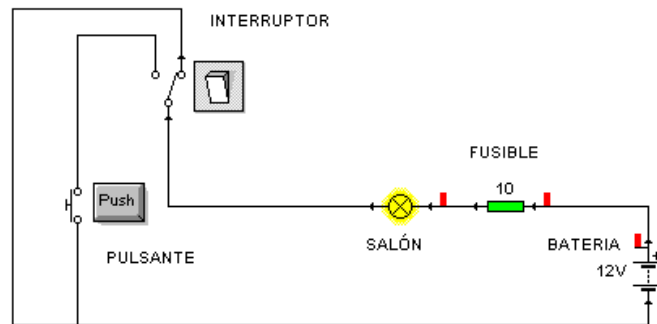


Fig. 6. 28. Conexión luz de salón.

6.2.4. Reglaje de los faros delanteros

Cuando se observen anomalías en el alumbrado debido a que los faros están mal posicionados, deber realizarse un reglaje en los faros, que consiste en posicionar los mismos de forma que el haz luminoso se proyecte adecuadamente por delante del vehículo. (FIG.6.29)

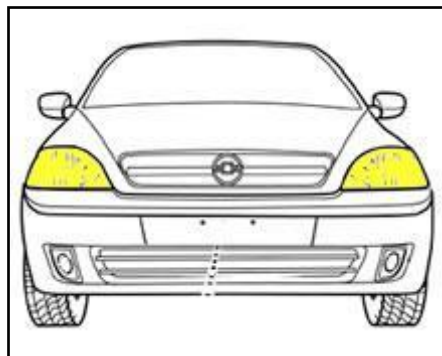


Fig. 6. 29. Reglaje de faros.

Un mal reglaje en los faros provoca los siguientes problemas:

- En luces de cruce:

Alta: deslumbramiento a los vehículos que vienen de frente y está penado por el código de circulación.

Baja: pérdida de visibilidad (parte del haz luminoso se proyecta sobre el suelo).

Lateral: Alumbrado indebido

- En luces de carretera:

Alta: pérdida de alumbramiento en carretera.

Baja: pérdida de distancia luminosa (parte del haz luminoso se proyecta sobre el suelo).

Lateral: alumbrado indebido

6.2.4.1. Reglaje manual

- El reglaje de los faros puede realizarse colocando el vehículo de frente de una pared, situándolo a una distancia de 5 o 7 metros, y con una persona sentada en el asiento trasero, para que los faros suban un poco y tengan su posición normal de funcionamiento. (FIG.6.30)

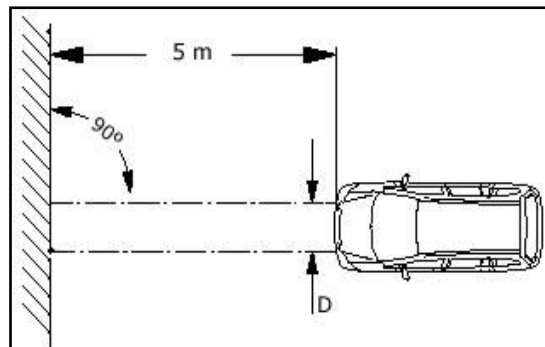


Fig. 6. 30. Posicion de reglaje de faros.

- Se dibujan en la pared las líneas de referencia indicadas en la figura inferior y se conectan las luces de cruce. (FIG.6.31)

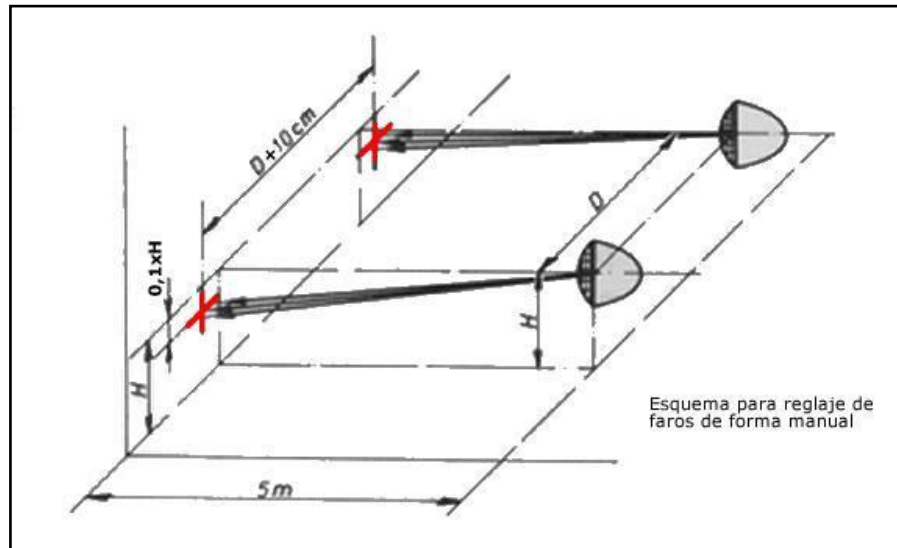


Fig. 6. 31. Esquema de reglaje manual de faros.

- El haz luminoso de estas debe coincidir con las cruces marcadas en la pared
- En caso contrario deberán corregirse las desviaciones de luz, actuándose sobre los tornillos de reglaje situados en los faros o bien si tiene un mando automático de reglaje, actuar sobre este para corregir la desviación del haz del luz. (FIG.6.32)

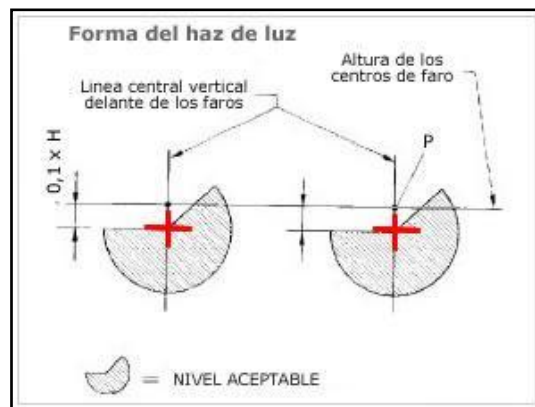


Fig. 6. 32. Forma del haz de luz.

6.2.4.2. Reglaje de luces con regloscopio

- Controlar si la presión en los neumáticos es la correcta.

- Tratar de nivelar correctamente el piso tanto para el regloscopio como para el automóvil.
- Colocar el regloscopio delante de un faro del automóvil a una distancia de 20 a 65 cm.
- Colocar la caja óptica a la altura correspondiente.
- Corregir las desviaciones del haz de luz en relación a las líneas de la carátula actuando sobre los tornillos de regulación.(FIG.6.33)



Fig. 6. 33. Regloscopio.

6.3. ESTRUCTURA

Para nuestro propósito de equipar al laboratorio con equipos didácticos que permitan una enseñanza clara y de manera práctica se ha optado por realizar un banco didáctico de luces (FIG.6.34) que permita realizar la conexión y visualización de las partes y el funcionamiento del sistema de alumbrado en el automóvil, lo cual se lo ha realizado con la ayuda de un banco de soporte para luces del automóvil que sea de fácil acceso a más de ser totalmente desmontable para un aprendizaje óptimo.



Fig. 6. 34. Simulador didáctico de Luces automotrices.

Adicionalmente a esto este banco didáctico nos permitirá:

- Conocer la importancia del sistema de alumbrado del automóvil.
- Identificar los diferentes tipos de sistemas de alumbrado que existen en los automóviles
- Realizar trabajos de mantenimiento, diagnóstico y conservación en los diferentes tipos de sistemas de luces del automóvil.
- Identificar los diferentes circuitos en el alumbrado del automóvil.
- Verificar los elementos constructivos físicos y eléctricos.
- Determinar y medir magnitudes eléctricas.
- Evaluación de valores de medición con base en fórmulas y tablas.

- Estudio de las influencias de posibles fallos en la función del sistema de alumbrado.
- Verificación y conservación en óptimas condiciones del sistema de luces en el automóvil.
- Distinguir los diferentes tipos de faros para el alumbrado y realizar la selección del más óptimo según nuestra utilidad.

Nuestra maqueta didáctica para un buen entendimiento contará con los siguientes instrumentos y elementos:

- Base metálica estructurada de tubo cuadrático de 3/4 plg. AISI 1008, con recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de solda eléctrica con material de aporte AWS 6011.
- Base de ángulo de 1 plg. AISI 1008 recubrimiento (pintura) anticorrosivo negro y uniones de solda eléctrica con material de aporte AWS 6011 para la base de la batería.
- Ruedas de base giratoria de 2 plg. Para su movilidad y traslado.
- Flasher térmico automotriz de 12 Voltios.
- Halógenos H4 60/75 Vatios para altas y bajas
- Faros halógenos amarillos para neblineros.
- Luces guías de 5 Vatios
- Conjunto porta faros trasero, para luces guías, freno y retro posteriores.
- Alambre de cobre flexible (cableado) 12 AWG.
- Relés y base para relés.
- Terminales tipo banana.

- Interruptores pulsadores varios.
- Caja de fusibles con fusibles tipo capsula.
- Batería de 12 Voltios.
- Bornes de batería con cable para la misma.
- Mica acrílica con espesor de 3 mm.
- Rotulación de terminales y principal del banco.
- Claxon.

6.3.1. PLANOS

ANEXO 2

6.4. GUÍAS DE PRÁCTICA

VOLUMEN II

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- El laboratorio consta de los distintos sistemas que conforman el automóvil:
 - Simulador didáctico de Motor de Combustión Interna.
 - Simulador didáctico de Caja de Cambios.
 - Simulador didáctico de Diferencial.
 - Simulador didáctico de Freno.
 - Simulador didáctico de Suspensión.
 - Simulador didáctico de Dirección.
 - Simulador didáctico de Luces.

Los cuales fueron diseñados y construidos con el objetivo de que los alumnos tengan una mejor apreciación al momento del estudio de cada sistema.

- Conocer la importancia de los sistemas automotrices que forman parte de un vehículo.
- Por medio de cálculos se dedujo que tipo de elementos se debe escoger para poder realizar la transmisión de movimiento en el simulador de motor de combustión interna y de la caja de cambios.
- Con la correcta utilización del Laboratorio resulta más fácil detectar fallas en el automóvil cuando se estudia a profundidad su funcionamiento y componentes.
- Con este proyecto de grado aplicamos uno de los principios de la educación ecuatoriana referente a la vinculación con entidades de servicio público.

RECOMENDACIONES

Finalizada la investigación dentro del proyecto, analizado los resultados y alcanzando los objetivos, permite establecer las siguientes recomendaciones:

- Seguir las indicaciones estipuladas en cada guía de práctica al momento de encender los equipos para así no tener consecuencias.
- Desconectar la alimentación eléctrica de los equipos al momento de realizar mantenimiento.
- Usar las herramientas adecuadas al momento de realizar un montaje o desmontaje de los componentes.
- Realizar ajustes periódicos a cada componente mecánico como uniones, poleas, tuercas, pernos porque a causa de las vibraciones tienden a aflojarse.
- Tener conocimientos del funcionamiento de cada simulador previo a su utilización.
- No quitar los protectores de los simuladores al momento que se encuentren en funcionamiento.
- En el momento del funcionamiento de cada simulador no insertar elementos ajenos al equipo ya que puede provocar daños.

BIBLIOGRAFÍA

- Diseño de elementos de maquinas/ Robert L. Mott – 2da ed. – México, D.F.:Prentice – Hall Hispanoamericana, 1995.
- Diseño de elementos de maquinas/ Virgil Moring Faires – México, D.F.:Uteha, 1982.
- Diseño en ingeniería mecánica/ Joseph Edward Shigley y Larry D. Mitchelle. – 4ta ed. – México, D.F.: Mc Graw – Hill, 1995.
- Frenos/ Jonh Remling. – México, D.F.: Limusa, 1991.
- Frenos/ M. Duchene y M. Charlotexox. – Barcelona: Marcombo, 1979.
- Tecnología del automóvil/ Hellmat Gerschler y [et. al] 2da ed. – Barcelona: Reverté, 1985.
- Motores de automóvil: construcción, funcionamiento, mantención/ Crouse, William H. – México, D.F.: Alfaomega, 1996.
- Transmisión y caja de cambios del automóvil, descripción, funcionamiento y construcción/ Crouse, William H. – Barcelona: Marcombo, 1982.
- Mecánica del automóvil/ José Manuel Alonso Pérez – 8va ed. – Madrid: Paraninfo, 1984.
- Técnicas del automóvil, motores/ José Manuel Alonso Pérez – 9na ed. – Madrid: Paraninfo, 1999.
- Practicas de motores de combustión/ Santiago Ruiz Rosales... [et. al] – México, D.F.: Alfaomega, 2005.
- Maquinas Eléctricas/ Stephen J. Chapman... - 4ta ed. – México, D.F.: McGraw Hill, 2005.
- Selección y Aplicación de Motores Eléctricos/ Orlando Silvio Lobosco y José Luís Pereira Da Costa Dias – Barcelona: Marcombo, 1989.

