



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE  
OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM)**

**Julio Enrique Torres Ordóñez**

Asesorado por el Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón

Guatemala, febrero 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE  
OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JULIO ENRIQUE TORRES ORDÓÑEZ**

ASESORADO POR EL ING. ÁLVARO ANTONIO ÁVILA PINZÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, FEBRERO 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

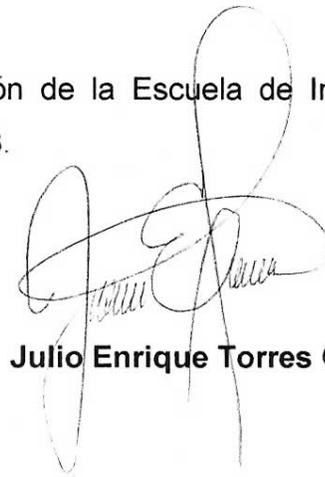
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Coronado Noj
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 09 de septiembre de 2008.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Julio Enrique Torres Ordóñez', written over a large, stylized circular scribble.

**Julio Enrique Torres Ordóñez**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Coordinador del Área de Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM), del estudiante Julio Enrique Torres Ordoñez, recomienda su aprobación.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Carlos Ambal Chicojay Coloma  
**Coordinador de Area**

Guatemala, agosto de 2009.

/behdei



Ref.E.I.Mecánica.30.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Materiales al Trabajo de Graduación titulado, SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM), del estudiante **Julio Enrique Torres Ordóñez**, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, febrero de 2014.

Guatemala 15 de Julio del 2009

Ing: Julio Cesar Campos Paiz  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica  
Presente:

Ingeniero Julio Campos

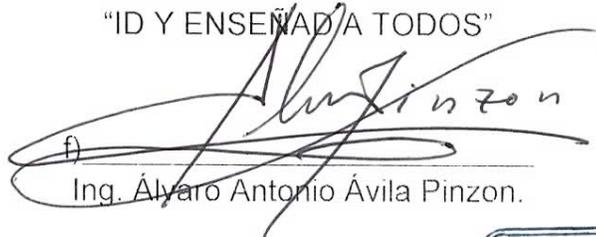
De esta manera atenta me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que se ha concluido con la asesoría del informe final del Trabajo de Graduación denominado: SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM), elaborado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica, Julio Enrique Torres Ordoñez.

El presente trabajo de investigación, cumple con los objetivos que dieron origen al mismo, por lo tanto me permito recomendar su aprobación.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted

Atentamente:

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"



Ing. Alvaro Antonio Ávila Pinzón.

Colegiado No. 2262





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA AUTOMOTRIZ, CON MODALIDAD DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA INCORPORADA CON MÓDULO ELECTRÓNICO (ECM)**, presentado por el estudiante universitario: **Julio Enrique Torres Ordoñez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, febrero de 2014

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por brindarme sabiduría, darme la fuerza para seguir adelante y no desmayar, aprender a confiar en Él, y saber que así, como Él me fue fiel, que estuvo conmigo y seguirá estando todos los días de mi vida. Y por eso te alabo y bendigo tu nombre ¡oh Dios! Por este triunfo que me permitiste llegar hasta el fin.

### **Mis padres**

Alfonso Torres y María del Socorro Ordóñez, por su esfuerzo, amor y optimismo para que culminara mis estudios

### **Mis hermanos**

Rita Isabel, Mirna María, Alfonso Antonio, Luis Rodolfo, Antonia Isabel, Cristel Mary, Torres Ordóñez, por su ejemplo de superación y apoyo para seguir adelante.

### **Mis sobrinos**

Lourdes Molina, Karla Torres, Erwin Torres, Elvis Torres, Débora Torres, Lilian Torres, Evelyn Torres, Sindy Torres, Enrique Torres, Alfonso Torres, Rocío Torres, Ana Elizabeth Torres (mi ahijada). Por su ánimo y cariño que me brindaron para seguir adelante.

**Mis cuñadas**

Ana Yoc y Dámaris Alfaro, por sus palabras de aliento y cariño.

**Mis amigos**

Por él apoyo incondicional que me brindaron para seguir adelante con mis estudios. En especial a Juan y Luis Batz, Edgar Herrera, Vitalino Zepeda, Antonio Ochoa, y Flor Valenzuela gracia.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN .....	XXXIII
OBJETIVOS .....	XXXV
INTRODUCCIÓN .....	XXXVII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Historia y desarrollo de las transmisiones automáticas .....	2
1.2. Formas de ubicación del tren de impulsión .....	13
1.3. Seguridad y organización de normas en el taller .....	17
2. PRINCIPIOS QUE INTERVIENEN EN LAS TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS .....	31
2.1. Elementos y materia .....	31
2.2. Principios mecánicos .....	32
2.3. Principios y simbología hidráulica .....	33
2.4. Sistema eléctrico .....	41
2.4.1. Información general .....	41
2.4.2. Componentes .....	42
2.4.3. Actuadores y sensores.....	49
2.4.4. Circuitos e interpretación de los mismos .....	55

3.	ACCIONAMIENTO Y MECANISMOS DE LA TRANSMISIÓN .....	71
3.1.	Engranajes .....	71
3.1.1.	Tipos y formas de engranajes.....	73
3.1.2.	Reducción y sobremarcha .....	83
3.2.	Ejes .....	84
3.3.	Cojinetes .....	86
3.3.1.	Cojinetes de deslizamiento .....	88
3.3.2.	Rodamientos de rodillo .....	90
3.3.3.	Rodamientos de bolas.....	92
3.4.	Sellos .....	93
3.4.1.	Sellos de labios .....	94
3.4.2.	Sellos de anillo .....	96
3.5.	Bandas y embragues .....	96
3.5.1.	Tipos de bandas.....	97
3.5.2.	Desgaste de las bandas .....	101
3.6.	Acoplamiento hidráulico .....	101
3.6.1.	Orígenes del acoplamiento .....	101
3.6.2.	Tipos de embrague .....	102
3.6.3.	Estructura y funcionamiento .....	109
3.6.4.	Convertidor de par.....	113
3.6.5.	Desgaste de los discos.....	120
3.7.	Flujo de potencia.....	120
4.	DISPOSITIVOS DE CONTROL .....	121
4.1.	Orificios y válvulas .....	121
4.2.	Servos .....	130
4.3.	Acumuladores .....	132
4.4.	Gobernadores .....	133
4.5.	Modulador de vacío .....	135

4.6.	Computadoras .....	136
4.6.1.	Información general .....	137
4.6.2.	Componentes .....	139
4.6.2.1.	Interruptores y solenoides .....	141
4.6.2.2.	Control del cambio de marchas (Velocidad).....	148
4.6.2.3.	Tipos de sensores .....	153
4.6.2.4.	Interruptores de marcha .....	154
4.6.2.5.	Estado del código de fallas.....	156
5.	SISTEMA HIDRÁULICO .....	159
5.1.	Fluido hidráulico .....	159
5.1.1.	Propiedades físicas y químicas del aceite .....	160
5.1.2.	Bomba hidráulica de la transmisión .....	162
5.1.2.1.	Tipos de bombas .....	162
5.1.3.	Válvulas de control de la transmisión .....	167
5.1.4.	Flujo de aceite de la transmisión .....	173
5.1.4.1.	Circuito y distribución en las posiciones de la palanca de velocidades .....	174
5.1.4.2.	Mecanismos accionados por el fluido .....	179
5.1.5.	Especificaciones del sistema de transmisión .....	188
5.1.6.	Prueba de presión .....	192
5.1.7.	Ubicación de los puntos de prueba .....	195
5.1.8.	Esquema hidráulico de la transmisión.....	196
5.2.	Filtros .....	202
5.2.1.	Tipos.....	202
5.3.	Sistema de enfriamiento del fluido hidráulico .....	203

6.	PRUEBA Y DIAGNÓSTICO .....	205
6.1.	Herramientas para el diagnóstico .....	205
6.2.	Localización de los componentes de la transmisión .....	207
6.3.	Servicios y ajustes en el vehículo .....	209
6.4.	Métodos de prueba .....	215
6.5.	Desarmado de la transmisión.....	219
6.6.	Armado de la transmisión .....	233
7.	MANTENIMIENTO .....	241
7.1.	Sistema hidráulico .....	241
7.1.1.	Medición de presión .....	244
7.2.	Inspección visual.....	247
7.2.1.	Fugas .....	247
7.2.2.	Ruidos .....	249
7.2.3.	Conexiones defectuosas .....	249
7.2.4.	Códigos de computadora .....	250
8.	IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO .....	255
8.1.	Prácticas de laboratorio No. 1 .....	255
8.1.1.	Mediciones de caudal .....	257
8.1.2.	Mediciones eléctricas, sensores, potenciómetro.....	260
8.1.3.	Localización de sensores .....	262
8.2.	Práctica de laboratorio No. 2 .....	263
8.2.1.	Hoja de prueba de presión para compararla con lo establecido según el fabricante .....	264
8.2.2.	Hacer un análisis rápido con posibles soluciones o fallas prematuras .....	266

8.3.	Práctica de laboratorio No. 3 .....	270
8.3.1.	Armado de la transmisión y escribir en formulario los daños encontrados .....	276
8.3.2.	De los componentes de la caja automática dañados, qué daños podrían ocurrir si no se cambian por nuevos.....	280
CONCLUSIONES.....		283
RECOMENDACIONES.....		285
BIBLIOGRAFÍA.....		287



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Accionamiento al cambio triptonic electrónicamente .....	6
2.	Accionamiento por medio de poleas y fajas a diferentes velocidades .....	9
3.	La cadena de acero flexible puede soportar tensiones superiores a 1,6 toneladas .....	11
4.	Vista del accionamiento del control adaptativo del cambio (ags) .....	12
5.	Configuración del tren de impulsión 1 .....	15
6.	Configuración del tren de impulsión 2 .....	16
7.	Formas de accionamiento y posiciones del selector .....	17
8.	Formas en que actúa el par o (torque) en un sólido .....	33
9.	Esquema hidráulico con diagramas de circuito en corte .....	37
10.	Depósitos .....	38
11.	Depósitos presurizados .....	39
12.	Símbolo de depósito ventilado .....	39
13.	Símbolo de depósito ventilado con línea de succión .....	40
14.	Símbolos de resistencia .....	43
15.	Tipos de condensador .....	43
16.	Reóstato .....	44
17.	Tipos de transformador .....	45
18.	Tipos de diodos.....	45
19.	Símbolos de bobinas .....	46
20.	Símbolos de pila .....	46
21.	Símbolos de un fusible .....	47

22.	Tipos de relé .....	48
23.	Circuito integrado símbolo genérico.....	48
24.	Vista elemental de un sensor.....	49
25.	Circuito eléctrico de un sensor variable .....	56
26.	Circuito eléctrico del sensor de temperatura (ETC).....	57
27.	Circuito eléctrico del sensor de temperatura del aire (IAT).....	59
28.	Circuito eléctrico del sensor de posición del acelerador (TP).....	60
29.	Circuito eléctrico del sensor de flujo y masa de aire (MAF).....	61
30.	Circuito eléctrico del sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión (MAF) .....	62
31.	Circuito eléctrico del sensor de velocidad magnético (VSS) .....	64
32.	Circuito eléctrico del sensor óptico .....	65
33.	Circuito eléctrico de la palanca selectora de velocidad en <i>parking</i> (estacionarse).....	66
34.	Circuito eléctrico de la palanca selectora de velocidad retroceso .....	67
35.	Localización de interruptores en la transmisión automática tipo 4L60 ..	68
36.	Circuito eléctrico de interruptores de presión en la transmisión automática .....	69
37.	Efecto del engranaje loco sobre el sistema de rotación entrada-salida.....	71
38.	Engranaje interno trabajando con un engranaje externo .....	72
39.	Trenes de engranajes .....	74
40.	Tren de engranajes planetarios sencillos.....	76
41.	Tren de engranaje planetario sencillo en neutral: engranaje de anillo y engranaje sol .....	77
42.	Reducción (segunda velocidad) $102/72 = 1.43:$ y sobremarcha $72/102 = 0.71:1$ .....	79
43.	Reversa $72/30 = 2.4:1$ .....	80
44.	Tren de engranaje planetario Simpson .....	82

45.	Tren de engranajes planetarios Ravigneaux .....	83
46.	Ejes más comunes en las transmisiones automáticas .....	85
47.	Fuerzas a las que se somete un cojinete .....	87
48.	Cojinetes .....	88
49.	Sellos de labio .....	95
50.	Tambor y bandas simples mostrando el efecto autoenergizante .....	98
51.	Bandas de una vuelta .....	99
52.	La banda de dos vueltas .....	100
53.	Despiece simplificado de un embrague de discos múltiples .....	104
54.	Tipos de discos de embrague .....	105
55.	Configuraciones de ranuras en discos de embrague .....	106
56.	Embrague en un sentido o de rodillos .....	107
57.	Embrague de puntales, en un sentido .....	108
58.	Piezas del acoplamiento fluido .....	110
59.	Adición de un toro hueco al centro del toro del conjunto impulsor/turbina .....	112
60.	Flujo de aceite hidráulico en la turbina .....	113
61.	Convertidor de par .....	114
62.	Tres elementos de un convertidor de básico de par .....	115
63.	Convertidor par con aseguramiento y engranaje divisor .....	117
64.	Redireccionamiento del flujo del fluido mediante una válvula de retención tipo bola .....	123
65.	Vista de una válvula .....	124
66.	Válvula manual de relevo o válvula selectora manual de palanca de velocidades .....	125
67.	Válvula reguladora de presión .....	126
68.	Sección de una electroválvula de conmutación .....	128
69.	Sección de una electroválvula de regulación .....	129
70.	Posición de válvula .....	130

71.	Servo aplicando presión de una banda .....	132
72.	Tipos de gobernadores .....	134
73.	Entradas salidas del ECM de la transmisión .....	138
74.	Componentes electrónicos en el vehículo.....	140
75.	Ubicación de control (módulo de control electrónico ECM) .....	148
76.	Esquema de componentes del cambio electrónico de velocidad .....	151
77.	Esquema de cómo funciona una bomba rotatoria de engranajes, de rotor o de paletas .....	163
78.	Bomba de engranajes (desplazamiento fijo) .....	164
79.	Bomba de rotor (desplazamiento fijo) .....	165
80.	Bomba de aspas o paletas .....	166
81.	La presión de aceite mueve al deslizador hacia la derecha .....	167
82.	Esquema de un distribuidor hidráulico de válvula .....	168
83.	Esquema de un distribuidor hidráulico .....	169
84.	Esquema de soporte de válvula reguladora .....	170
85.	Válvula reguladora con su soporte y accionamiento .....	171
86.	Soporte del servo se encuentra sobre el distribuidor hidráulico .....	172
87.	Soporte del acumulador con sus respectivas válvulas .....	173
88.	Funcionamiento de la caja automática en posición P ( <i>parking</i> ) y N (neutro) .....	181
89.	Funcionamiento de la caja automática en 1ª velocidad .....	182
90.	Funcionamiento de la caja automática en 2ª velocidad .....	183
91.	Funcionamiento de la caja automática en 3ª velocidad .....	184
92.	Funcionamiento de la caja automática en 4ª velocidad .....	186
93.	Funcionamiento de la caja automática en velocidad hacia atrás.....	188
94.	Esquema interno de la caja de cambios automática .....	192
95.	Puntos de prueba para medir presión en una caja automática .....	195
96.	Partes de la caja automática.....	197
97.	Esquema básico común de una caja automática .....	198

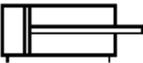
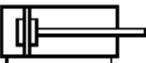
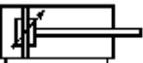
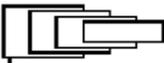
98.	Funcionamiento de 1ª velocidad en funcionamiento .....	199
99.	Funcionamiento de 2ª velocidad en funcionamiento .....	199
100.	Funcionamiento de 3ª velocidad en funcionamiento .....	200
101.	Funcionamiento de 4ª velocidad en funcionamiento .....	200
102.	5ª velocidad en funcionamiento .....	201
103.	Velocidad de retroceso, en funcionamiento, convertidor abierto.....	201
104.	Filtro de elemento .....	203
105.	Enfriamiento del fluido de transmisión automática, conexión normal .....	204
106.	Herramientas de diagnóstico.....	206
107.	Software y discos de instalación .....	206
108.	Esquema de una caja automática de tipo transeje .....	207
109.	Disposición de las piezas periféricas de una caja automática .....	208
110.	Ajuste del cable de cambio de velocidad.....	212
111.	Interruptor de seguridad en neutro para transmisiones de palanca al piso .....	214
112.	Medición del juego axial del eje de entrada .....	221
113.	Medición del juego axial del piñón planetario .....	228
114.	Medición de las aberturas de entrada y salida, en la válvula de carrete instalada en el gobernador .....	231
115.	Marcas en el engranaje para su ensamble correcto .....	235
116.	Niveles en la varilla a temperaturas diferentes .....	243
117.	Toma de presión de una caja de transmisión Chrysler .....	246
118.	Luz de parpadeo de código de falla, señalada por una flecha .....	252
119.	Indicación de conector de falla de 16 espigas, lugar posible donde se puede localizar .....	253
120.	Comprender los parpadeos de la luz de rango “N” .....	254
121.	Pruebas y diagnóstico .....	256
122.	Prueba de presión hidráulica .....	259

123.	Dispositivo de prueba de la caja automática en el taller .....	261
124.	Localización de sensores .....	262
125.	Describir su funcionamiento .....	263
126.	Hoja técnica desarmada de la transmisión .....	270
127.	Formulario de los daños encontrados hoja técnica de inspección de la caja... ..	278

## TABLAS

I.	Posiciones posibles en un engranaje para un tren planetario sencillo .....	78
II.	Algunos códigos de averías pueden variar según el fabricante .....	158
III.	Muestra en resumen las posiciones de la palanca de velocidades. ...	178
IV.	Mecanismos accionados por el fluido. ....	179
V.	Tabla de presiones de una caja de cambio automática volvo. ....	196
VI.	Según especificaciones del fabricante del vehículo transmisión automática .....	265

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Acumulador de presión hidráulica con pre-carga de gas
	Bomba hidráulica - desplazamiento fijo
	Bomba hidráulica - desplazamiento variable
	Bomba hidráulica - desplazamiento variable con presión compensada y drenaje externo
	Bomba hidráulica - desplazamiento variable entrega de caudal en ambos puertos A y B con drenaje externo
	Cilindro hidráulico de doble efecto
	Cilindro hidráulico de doble efecto con amortiguación en ambos sentidos
	Cilindro hidráulico de doble efecto con amortiguación regulable en ambos sentidos
	Cilindro hidráulico telescópico de simple efecto



Cilindro hidráulico telescópico de doble efecto



Control de dirección de dos posiciones, dos vías



Control de dirección de dos posiciones, tres vías



Control de dirección de dos posiciones, cuatro vías



Control de dirección de tres posiciones, cuatro vías



Control de flujo con regulación



Control de flujo con regulación y válvula check integrada



Control de flujo con regulación con presión y temperatura compensada



Filtro de aceite



Filtro de aceite con válvula check integrada



Filtro respirador - tapón llenador



Indicador de nivel de aceite en el tanque con medidor de temperatura



Indicador de presión o manómetro



Intercambiador de calor agua-aceite



Intercambiador de calor aire-aceite



Línea de presión hidráulica



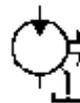
Línea de presión piloto o de drenaje



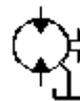
Medidor de flujo



Motor eléctrico



Motor hidráulico de desplazamiento fijo, unidireccional, con drenaje externo



Motor hidráulico de desplazamiento fijo, bidireccional, con drenaje externo



Tanque para almacenamiento de aceite



Válvula aisladora para manómetro



Válvula de alivio con valor de apertura fijo



Válvula de alivio con valor de apertura regulable



Válvula check o anti retorno



Válvula check o anti retorno con resorte



## GLOSARIO

<b>Acoplamiento fluido</b>	Término que se aplica para describir el principio de impulsar un elemento giratorio con otro, empleando para ello un fluido.
<b>Acumulador</b>	Dispositivo hidráulico semejante a un servomotor, pero cuya función es frenar la aplicación de presión actuando contra un resorte o un flujo restringido, o contra ambos medios.
<b>Afianzamiento</b>	Sujeción de un elemento giratorio a su caja o soporte, en lugar de otro dispositivo giratorio, para que no pueda girar.
<b>Aguja</b>	Rodillo de un rodamiento pequeño (rodamiento de agujas).
<b>Ajuste de prensa</b>	Término general para indicar que se necesita más que la fuerza manual para embonar una parte dentro de otra.
<b>Amortiguador</b>	Dispositivo que tiende a absorber las vibraciones originadas por el movimiento rotatorio o de vaivén (reciprocante).

<b>Analógico</b>	Dispositivo que tiene una salida física continua en proporción directa a una entrada (por ejemplo, voltaje, resistencia, rotación, etc.), es decir, una salida que mide.
<b>Anillo y piñón</b>	Generalmente, el tren de engranajes está asociado con un elemento final de impulsión con engranajes cónicos.
<b>Arandela (roldana) de empuje</b>	Actúa como superficie de soporte para cargas axiales (a veces tiene espesor selectivo).
<b>AFT</b>	Fluido de transmisión automática.
<b>Atmósfera</b>	Unidad de presión. Es equivalente a la presión que ejerce la atmósfera de la tierra al nivel del mar.
<b>Automático</b>	Que funciona sin asistencia manual, que trabaja solo.
<b>Axial</b>	Relativo a cualquier cosa que se extienda en forma perpendicular al plano de rotación.
<b>Banda auto energizante</b>	Banda de freno diseñada para que la fuerza de aplicación quede en la dirección de giro, y no contra del giro.
<b>Banda de vuelta simple</b>	Banda de frenado sencilla que da una vuelta de un elemento giratorio.

<b>Bola y muñón</b>	Configuración de una unión universal.
<b>Bomba rotatoria</b>	Término general para describir una bomba de engrane, de paletas, o de turbina, en contraste con las bombas alternativas (o reciprocantes).
<b>Brinco</b>	Aumento súbito de la velocidad del motor debido a elementos de fricción que resbalan en el tren de impulsión: generalmente se presenta entre cambios de velocidad.
<b>Brinelado</b>	Se aplica para definir cierto daño que sufren los metales, debido a altas temperaturas (endurecimiento).
<b>Brinnell</b>	Sistema numérico para indicar la dureza relativa de los metales, aleaciones y demás sólidos.
<b>Buje</b>	Cilindro monolítico intercambiable que da una superficie de carga para partes giratorias.
<b>Caja de transferencia</b>	Caja entre la transmisión y los impulsores delantero y trasero que contiene un tren de engranajes para embrague y desembrague de la tracción delantera, que con frecuencia aumenta la transmisión cuando incluye velocidades.

<b>CCC</b>	Control de comandos por computadora (desarrollado por General Motors, se comenzó a emplear a mediados de los 80).
<b>CECN</b>	Control de motor por computadora.
<b>Cilindro maestro</b>	Mecanismo de entrada de un circuito hidráulico.
<b>Cilindro secundario (Cilindro esclavo)</b>	Mecanismo de salida de un circuito hidráulico (por ejemplo, cilindro de la rueda).
<b>Circuito abierto</b>	Computadora trabajando únicamente bajo instrucciones programadas (sin variables externas).
<b>Circuito cerrado</b>	Computadora funcionando bajo instrucciones programadas incorporada con una entrada variable que procede de dispositivos de retroalimentación (sensores).
<b>Circuito integrado</b>	Uno o más chips semiconductores, que tienen cada uno todos los elementos activos y pasivos de un circuito electrónico, empacados con terminales salientes que permiten su conexión a un dispositivo electrónico.
<b>Circunferencia</b>	Distancia medida alrededor de un círculo.
<b>Conservación de la energía</b>	Términos que resumen el hecho que la energía no se puede crear ni destruir.

<b>Contraengranajes</b>	Lo que algunos fabricantes no estadounidenses llaman engranajes de transferencia.
<b>Convertidor de par</b>	Acoplamiento hidráulico diseñado con un estator entre el impulsor y la turbina para redirigir el flujo en vórtice y tener multiplicación de par.
<b>Cremallera</b>	Barra recta que tienen dientes de engranaje sobre la que rueda un piñón que acopia con ella (tren de engranajes de piñón y cremallera).
<b>Cruceta y yugo</b>	Configuración de unión universal.
<b>DFI</b>	Inyección digital de combustible.
<b>Diagnóstico</b>	Proceso de examinar un problema (síntomas, evidencias) y llegar a una conclusión.
<b>Diagrama de árbol</b>	Cierto número de instrucciones o descripciones (generalmente encerradas en un cuadro) que están dispuestas en una secuencia lógica o natural, en donde cada una origina una conclusión, y algunas de ellas ofrecen pasos diferentes a seguir (se ramifican).
<b>Diferencial</b>	Tren de engranajes que permiten que se transfiera potencia a dos ejes independientemente de su velocidad relativa.

<b>Diferencial de deslizamiento limitado</b>	Que contienen embragues diferenciales para dar algo de potencia a ambos ejes durante pérdida de tracción.
<b>Digital</b>	Dispositivo que tiene salida discreta (discontinua) en proporción directa a la entrada (típicamente de frecuencia amplitud, polaridad,) esto es, que cuenta y muestra salida en números, signos o símbolos.
<b>Dinámico</b>	Estado de movimiento.
<b>Diodo</b>	Resistencia eléctrica (permite el paso de la corriente más fácil en una dirección que en la opuesta).
<b>Doble cardán</b>	Configuración de una unión universal.
<b>Doble tracción parcial</b>	Debido a que existe un acoplamiento rígido entre los ejes de impulsión delantero y trasero, sólo se puede trabajar en condiciones de deslizamiento para evitar el torcimiento.
<b>Doble tracción permanente</b>	Que puede trabajar en cualquier superficie (de aquí lo permanente), por intercalamiento de un acoplamiento de embragues en una caja llena con fluido de silicona, para evitar rascamiento entre los ejes de impulsión delantero y trasero.

<b>Drenaje</b>	Cámara sin presión en el punto más bajo de un sistema hidráulico que sirve como recipiente del que se toma aceite y se bombea, a través de un sistema cerrado, del que finalmente regresa a esa cámara.
<b>ECA</b>	Conjunto de control eléctrico (lo mismo que ECU)
<b>ECM</b>	Módulo de control de motor.
<b>ECT</b>	Transmisión (o transeje) controlada electrónicamente.
<b>EEC</b>	Control electrónico del motor.
<b>EFI</b>	Inyección electrónica de combustible.
<b>Eje</b>	Punto o línea que ubica el centro de un elemento giratorio.
<b>Electrólisis</b>	Desplazamiento del metal, o grabado, originado por corriente eléctrica.
<b>Electromecánico</b>	Proceso o dispositivo que utiliza energía en sus formas eléctrica o mecánica.
<b>Embrague centrífugo</b>	Embrague que está diseñado para aplicarse mediante fuerza centrífuga.

<b>Embrague de puntales</b>	Embrague de contravuelta, o unidireccional, que tiene elementos en forma de “huesos de perro” (puntales) en lugar del diseño de rodillos y levas, para permitir el giro sólo en una dirección.
<b>Embrague mojado</b>	Es diseñado para trabajar en seno de fluido como por ejemplo aceite de transmisión, en lugar de trabajar en seco como en la mayor parte de las aplicaciones de transmisión manual.
<b>Engranaje unidireccional</b>	Dispositivo que permite la rotación sólo en una dirección; embrague de contravuelta, embrague de rodillos.
<b>Engranaje anular</b>	Engranaje en forma de rueda con los dientes en el círculo interior; El más grande en un tren planetario (Engranaje de anillo).
<b>Engranaje constante</b>	Engranajes que engranan permanentemente y no se pueden desacoplar por deslizamiento (por ejemplo, los engranajes planetarios).
<b>Engranaje divisor</b>	Término que se aplica a un tren planetario de engranajes que se emplea en conjunto con un convertidor de par para compartir o dividir mecánica e hidráulicamente la torsión.
<b>Engranaje loco</b>	Engranaje cuyo principal objeto es cambiar de dirección de giro.

<b>Engranaje plano</b>	Engranaje con dientes cortados en forma paralela al eje del giro.
<b>Engranaje cónicos</b>	Engranajes cortados de tal modo que sus ejes forman un ángulo entre sí.
<b>Engranajes helicoidales</b>	Engranajes cuyos dientes están cortados formando un ángulo con el eje de dicho engranaje.
<b>Engranajes laterales</b>	Engranajes cónicos fijos a los ejes con estrías y que engranan con los engranajes de cruceta en un diferencial.
<b>Engranajes planetarios</b>	Conjunto de engranajes que consiste en un engranaje externo (engranaje sol), concéntrico con un engranaje interno (engranaje anular o de anillo) los cuales acoplan con dos tres cuatro piñones (engranajes planetarios montados en ejes individuales, pero paralelos, mantenidos en su lugar por un bastidor o soporte.
<b>Estator</b>	Elemento del convertidor de par que sirve para dirigir el flujo en vértice para multiplicación del par

<b>Estría</b>	Diente externo largo de un eje o diente interno largo de un elemento receptor que hace un acoplamiento fuerte y positivo cuando se unen.
<b>Excéntrico</b>	Dispositivo que gira fuera de centro. Véase también leva.
<b>Fase de acoplamiento</b>	Cuando la velocidad de entrada (impulsor) y la de salida (turbina) se igualan total o parcialmente en un cople fluido.
<b>Flanco del diente</b>	Superficies de los dientes de engranajes que recargan una contra otra al transmitir el movimiento.
<b>Flujo en vórtice</b>	Flujo circular de un fluido del impulsor a la turbina y de regreso, si se viera a través de una sección toroidal.
<b>Flujo rotatorio</b>	Flujo circular que se caracteriza por un convertidor de par que trabaja en fase de acoplamiento.
<b>Flujo turbulento</b>	Flujo de fluido con remolinos, áspero.
<b>FWD</b>	Tracción delantera (en inglés <i>Front Wheel Drive</i> ).
<b>Gobernador</b>	Dispositivo regulador que emplea la fuerza centrífuga.

<b>Hipoide</b>	Tren de engranajes cónicos cuyos dientes están cortados para permitir que ambos engranajes giren alrededor de ejes perpendiculares, pero que no se intersecan.
<b>Impulsión directa</b>	Trayecto del flujo de potencia a través de una transmisión que no produce reducción o sobremarcha (entrada= salida).
<b>Impulsión final</b>	La última reducción de engranaje en el tren automotriz de potencia.
<b>Impulsor</b>	El elemento que impulsa en un acoplamiento fluido.
<b>Jaula</b>	Parte de un rodamiento (cojinete) que ayuda a mantener en su posición a los rodillos o a las bolas.
<b>Juego de engranajes</b>	El espacio libre entre dientes que engranan.
<b>Leva</b>	Dispositivo mecánico cuya distancia desde el centro de giro al perímetro externo o interno varia.
<b>Línea de presión</b>	Punto de contacto entre los dientes de dos engranajes.
<b>Luz negra</b>	Luz ultravioleta o infrarroja.

<b>Modulador vacío</b>	Dispositivo mecánico que responde al vacío del motor y que a su vez controla la válvula de estrangulación de la transmisión automática.
<b>Muñón</b>	Perno corto que sirve como centro o soporte para giro.
<b>Orificio</b>	Restricción al flujo de un fluido, en donde la presión es mayor en un lado que el otro (mientras esté pasando el fluido).
<b>Par</b>	Término que se emplea para describir una fuerza de torcimiento o giro; es el producto de una distancia radial y una fuerza tangencial.
<b>Par dinámico</b>	Fuerza aplicada a, o producida por un elemento giratorio.
<b>Par dividido</b>	Dos trayectorias de entrada (o de salida). Ver también engranaje divisor.
<b>Par estático</b>	Fuerza que se aplica a o que produce un elemento giratorio anclado.
<b>PCV</b>	Ventilación positiva del cárter.
<b>Piñón</b>	El engranaje más pequeño, generalmente bastante más pequeño, de un tren de engranajes.

<b>Pista</b>	Anillo externo o interno de un rodamiento, entre los cuales se ubican los rodillos o las bolas.
<b>Placa flexible</b>	Placa delgada metálica (de aproximadamente 3mm, 1/8”) que une al cigüeñal con el convertidor de par. También se le llama diafragma.
<b>Placa separadora</b>	Hoja delgada de acero que tiene orificios u otras aberturas que dirigen el flujo de fluido hidráulico entre las dos mitades del cuerpo de la válvula.
<b>Potenciómetro</b>	Resistor variable que hace variar el voltaje en proporción a una entrada mecánica.
<b>Radial</b>	De o perteneciente a cualquier cosa que vaya desde el centro hacia el perímetro de un círculo.
<b>Recalibración de cambios</b>	Cambio en la sincronización y calidad de los cambios de velocidad debido a modificaciones hidráulicas y mecánicas.
<b>Reducción</b>	Estado producido por un tren de engranajes en el cual la velocidad de entrada es mayor que la velocidad de salida.
<b>RND</b>	Reversa- neutral –conducir.
<b>RWD</b>	Tracción trasera.

<b>SAE</b>	Sociedad de ingenieros automotrices
<b>Servo</b>	Dispositivo hidroneumático que convierte la fuerza hidráulica en fuerza mecánica.
<b>Sobremarcha</b>	Condición de un tren de engranajes en donde la velocidad de entrada es menor que la velocidad de salida.
<b>Soldadura TIG</b>	Soldadura de tungsteno en gas inerte; se emplea para unir materiales de alta aleación, como aceros inoxidable.
<b>Selenoide</b>	Dispositivo electromecánico que convierte energía eléctrica en fuerza mecánica.
<b>TCC</b>	Embrague del convertidor de par (en inglés <i>torque converter clutch</i> ).
<b>Termistor</b>	Sensor electrónico cuya resistencia cambia con la temperatura.
<b>Transeje</b>	Mecanismo automotriz que comprende tanto la transmisión como la impulsión final en la misma caja y cuyos ejes de rotación son paralelos a los del motor y las ruedas.

<b>Transmisión</b>	Mecanismo que puede cambiar la velocidad y dirección de rotación; uno de los cuatro conjuntos principales en un tren de Impulsión; los otros son el motor, el impulsor final y las ruedas motrices.
<b>Tren de engranajes</b>	Dos o más engranajes que se acoplan.
<b>Turbina hidráulica</b>	Elemento conducido o impulsado de un acoplamiento
<b>Vacío de venturi</b>	Vacío que se toma entre el venturi del carburador y la válvula del acelerador. No existe con acelerador cerrado (marcha mínima).
<b>Válvula de carrete</b>	Válvula que se emplea en circuitos automáticos de transmisión hidráulica, y que recibe su nombre debido a su semejanza.
<b>Válvula de detención</b>	Válvula de carrete en el circuito de “cambio de velocidad descendente” o de “engranaje de paso”.
<b>Válvula de vacío compensadora de altitud</b>	Válvula que funciona con vacío, equipada con un fuelle sellado que se expande cuando la presión ambiente disminuye al aumentar la altitud.
<b>WOT</b>	Acelerador completamente abierto.



## RESUMEN

Las cajas de cambio automáticas realizan las operaciones de cambiar de velocidad sin la intervención del conductor. Estas funcionan hidráulicamente, es decir debido a la presión de aceite.

Una transmisión con sistema de control electrónico, procesa continuamente la información retroalimentada por sensores, logrando así controlar todas las condiciones de funcionamiento de la transmisión del vehículo.

Estos mandos electrónicos permiten condiciones de velocidad más suaves y menos ruidosas. También, estas transmisiones cuentan con un sistema de control electrónico denominado Auto–Stick, con la cual proporciona una capacidad de cambio de velocidad manual.

El módulo de control del tren de potencia (*PCM*) es la computadora que funciona como el cerebro de la transmisión automática, controlada electrónicamente. El PCM recibe entradas electrónicas de varios sensores del vehículo y procesa esta información para determinar las condiciones de operación del automóvil.



# OBJETIVOS

## General

Describir el funcionamiento, los principios y aplicaciones del sistema hidráulico automotriz, con operación automática, con módulo electrónico, en el que se incluyen posibles faltas o fallas, de cómo corregirlas y reconocerlas para su pronta reparación.

## Específicos:

1. Proporcionar una amplia gama de información de cómo trabaja específicamente el sistema de lubricación de los equipos, para su prueba y diagnóstico.
2. Estudiar las diferentes áreas de la Ingeniería Mecánica y parte de la Ingeniería Eléctrica, que analiza los diversos sistemas que hacen posible su funcionamiento y diagnóstico para su reparación.
3. Mencionar los dispositivos de control electrónico para su medición, comparación de funcionamiento correcto y su pronta asimilación de corrección, basado en códigos de indicación dados de la computadora.



## INTRODUCCIÓN

El cambio automático de velocidades desde el punto de vista del conducir, ha cambiado bastante en estos últimos años. Sin embargo, desde los primeros inicios de los sistemas de transmisión automática se han incorporado muchos cambios en el diseño, aplicación, funcionamiento, y ubicación de los diversos elementos que constituyen el sistema.

Las transmisiones automáticas fueron desarrolladas por ingenieros mecánicos eléctricos, para atender las especificaciones del producto exigidas por los clientes. Estas transmisiones incorporan un nuevo módulo electrónico de control (*ECM*), que monitorea todas las funciones de la transmisión durante la operación de la máquina.

Este estudio trata, específicamente, de aprendizajes sobre transmisiones automáticas, principios que intervienen en el funcionamiento, tales como: materia, elementos y energía, principios eléctricos, simbología y diseño de máquinas, banda y embragues, tipos de engranajes, entre otros.



## 1. ANTECEDENTES GENERALES

El cambio automático es un sistema de transmisión que es capaz por si mismo de seleccionar todos los cambios de velocidades, sin la necesidad de la intervención directa del conductor. El cambio de una velocidad a otra se produce en función, tanto de la velocidad del vehículo como del régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague, ni de palanca de cambios.

El simple hecho de presionar el pedal del acelerador provoca el cambio de velocidad conforme el motor varía de régimen de giro. El resultado de la sensación de los cambios que el conductor experimenta, es el de un cambio cómodo que no produce tirones (movimientos bruscos de velocidad), y que le permite prestar toda su atención al tránsito. Por lo tanto, el cambio automático no sólo proporciona más confort, sino que aporta al vehículo mayor seguridad activa. Los elementos fundamentales que componen la mayoría de los cambios automáticos actuales son:

- Un convertidor hidráulico de par que varía y ajusta de forma automática su par de salida, al par que necesita la transmisión.
- Un tren epicicloidal o una combinación de ellos que establecen las distintas relaciones del cambio.
- Un mecanismo de mando que selecciona automáticamente las relaciones de los trenes epicicloidales. Este sistema de mando puede ser tanto mecánico como hidráulico, electrónico o una combinación de ellos.

El control electrónico es la mayor innovación que disponen los cambios automáticos actuales, dando al conductor la posibilidad de elegir entre varios programas de conducción (económico, deportivo, invierno), mediante una palanca de selección, llegando actualmente a existir sistemas de control que pueden seleccionar automáticamente el programa de cambio de marchas más idóneo a cada situación concreta de conducción. Entre los datos que utilizan estos sistemas para sus cálculos se encuentran: la frecuencia con que el conductor pisa el freno, la pendiente de la carretera, el número de curvas de la misma, entre otros.

### **1.1. Historia y desarrollo de las transmisiones automáticas**

El desarrollo de la transmisión automática se remonta a los primeros años de la década de 1930, aunque la primera transmisión automática verdadera (que no necesita embrague) no apareció en las líneas de producción, sino hasta 1939. Su historia se origina en el vehículo Ford modelo T, cuyo engranaje planetario operado con el pie tomó parte en la impulsión de más de 15 millones de unidades que salieron de la línea de montaje entre 1908 y 1927.

También, ayudaron los logros de otras compañías: el trabajo de Chrysler sobre impulsión hidráulica y el desarrollo del sistema de control hidráulico por General Motors, así como de su convertidor de par, como lo más significativo.

Fue la división Hydra-Matic de General Motors, anteriormente la Detroit Transmission División, la que inicialmente completó la primera transmisión totalmente automática en modelos de línea, en octubre de 1939, seis meses después de haberse formado esa división. Sus transmisiones fueron fabricadas para los Oldsmobile. Un año después, Hydra-Matic, producía unas 220 transmisiones diarias y comenzaron los embarques para los Cadillac.

Las transmisiones automáticas se usaron en algunos vehículos militares durante los años de la guerra, y su continuo desarrollo condujo al convertidor de par, un ingenioso acoplamiento de impulsión hidráulico, que casi no transmitía para bajas velocidades del vehículo, pero a velocidades de crucero era un acoplamiento hidráulico muy eficiente.

Para 1950, los principales fabricantes de automóviles ofrecían transmisiones automáticas, y poco tiempo después, en muchos modelos, se ofrecía como equipo estándar. Así, se puede decir que los principales elementos de la transmisión automática, el acoplamiento hidráulico, los engranajes planetarios y los sistemas de control hidráulico, aparecieron en los últimos años de la década de 1940. Desde entonces, los ingenieros han cambiado el diseño, aplicación y ubicación de esos elementos, pero no han hecho cambios de importancia o adiciones en sí, a los elementos. Han habido otros desarrollos, como el cambio de velocidades controlado por computadora, que apareció en los primeros años de la década de 1980, pero el cambio automático mismo, desde el punto de vista del conductor, ha cambiado poco desde 1948.

Es un hecho aceptado que las transmisiones de tipo automático no tienen gran aceptación en el mercado del país, aunque actualmente se venden muchos más autos con cambio automático, que hace algunos años.

No ocurre así en algunos mercados europeos, y muchísimo menos en Estados Unidos de Norte América, que representan más del 90%, país en el que es impensable comercializar un automóvil sin cambio automático. Tampoco en Japón, con el 80% de su mercado. Por lo que, el auge que vive el cambio automático en países europeos como Suiza (21,5% del mercado) o Alemania (13%), ha animado a fabricantes e importadores a ofrecer transmisión

automática en sus nuevas gamas de vehículos de turismo e incluso en vehículos todo terreno.

Los cambios automáticos actuales están controlados por pequeñas computadoras y presentan pautas de funcionamiento inteligente. Además, estos vehículos se conducen con mayor facilidad y con una suavidad igual o superior a la de los manuales. La electrónica y el modo automático han permitido cambios de última generación, como los siguientes:

- Cambios más refinados.
- Programas de conducción típicos: hielo, económico, deportivo.
- Cambios auto adaptativos: se adaptan al modo de conducir de cada conductor.
- Programas de reconocimiento del conductor: mediante la llave de apertura y, así según de quién sea la llave que abre el automóvil, se adaptan los espejos, el asiento y el programa de conducción.

La operación y funcionamiento se describen a continuación:

- Embrague pilotado (cajas manuales sin embrague)
  - Vehículos equipados con una caja de velocidades mecánica (engranajes).
  - No hay pedal de embrague.
  - Un pequeño motor eléctrico se encarga de embragar y desembragar.

- Al ejecutar un cambio sobre la palanca, un sensor en la propia palanca de cambios y otro en el acelerador detectan la intención del conductor de cambiar de marcha, y mandan una señal a una bomba de presión que se encarga de dirigir la horquilla del embrague. Ejemplo: Renault Twingo Easy, Mercedes clase A, Smart.

- Cambio secuencial

Se puede denominar cambio secuencial al que permite seleccionar las marchas (velocidades) con golpes de palanca, es decir, movimientos de la palanca hacia un lado, suben o bajan de marcha y viceversa. Estos sistemas suelen ser la opción manual de cambios automáticos con convertidor hidráulico (triptronic de Porsche y Audi, steptronic de BMW) o incluso se ofrecen cajas manuales de embrague pilotado como el BMW m3, el Smart, el dsg del SEAT altea; ambos tienen 5 o 6 marchas y funcionan de manera similar: con la palanca en un pasillo se comportan como un automático adaptativo, que elige la secuencia del cambio en función de la carretera y del conductor. En un pasillo paralelo funcionan como un cambio secuencial. Este cambio sigue teniendo algo de automático, pues pasa a una marcha superior cuando llega al corte de inyección, no permite selecciones que provoquen sobre velocidad, e insertan automáticamente la primera marcha si se detiene por completo. Éstas se subdividen en:

- Cajas automáticas con cambio secuencial

Triptronic, Porsche 911 y Audi a4, a6 y a8 y Septronic -> BMW 740i: posibilidad de cambio manual en una caja automática, 5 marchas y funcionan de manera similar, el cambio está gestionado por un

sofisticado computador que impide cualquier maniobra que pueda dañar el motor o poner en peligro la seguridad del sistema.

En conducción deportiva el sistema triptonic cuando llega al régimen de potencia máxima pasa automáticamente a la relación superior. No admite velocidades bruscas, prueba de ello es que el motor nunca supera las 5500 rpm, ni las 3500 cuando el paso es de 2ª a 1ª. El principio en que se basa la caja de cambios automática para obtener diferentes velocidades de transmisión, es un sistema planetario de engranajes. Ver figura 1.

Figura 1. **Accionamiento al cambio triptonic electrónicamente**



Fuente: [www.salesianos.edu](http://www.salesianos.edu). p. 5. Consulta: Agosto de 2008.

- Cajas manuales con cambio secuencial (embrague pilotado)

Arquitectura interna muy parecida a las cajas de cambio manual convencionales. Diferencia: convencionales, el conductor se encarga de pisar el embrague y cambiar de marcha. Mientras que en este tipo de cajas un accionamiento cambia la velocidad cuando él conductor aprieta un botón o palanca. Estas cajas de cambio, también permiten un funcionamiento automático. Las principales ventajas son: el precio, su pequeño tamaño y la rapidez de cambio, por lo menos tan rápido como la manual. El cambio es un poco más brusco que el automático. Ejemplo: Ferrari f355 f1 éste acelera de 0-100 Km/h en 4.7 segundos. Esta cifra refleja que no hay pérdida de rendimiento, lo cual, es una ventaja con respecto al cambio tiptronic. El sistema Ferrari se basa en una caja manual de 6 velocidades, con un embrague electrónico y un actuador de alta presión para el cambio.

- Modos de funcionamiento

- ✓ Modo totalmente automático

Generalmente, utilizado para conducción urbana. Un ordenador se encarga de cambiar la velocidad teniendo en cuenta: las revoluciones del motor, la carga y la posición del acelerador. Este funcionamiento no es tan suave como él de una caja con convertidor de par.

✓ Modo deportivo

La caja de cambios queda a disposición del conductor, el cambio de velocidades se realiza tirando de unas paletas que se sitúan en la columna de la dirección justamente detrás del volante. El cambio a una velocidad superior se realiza en tan sólo 0,15 segundos.

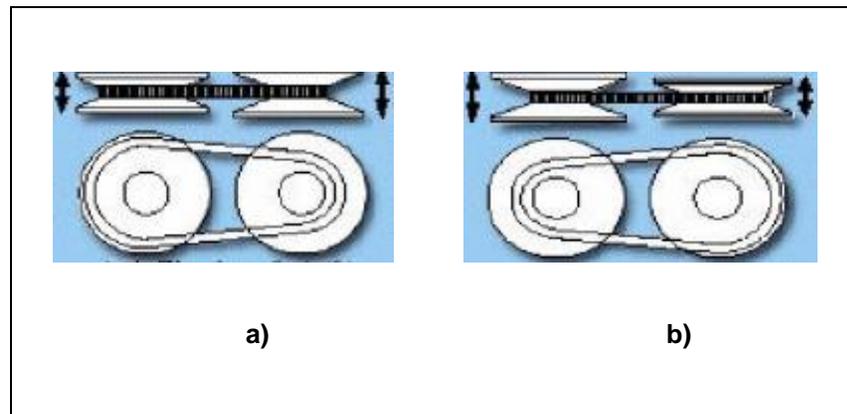
✓ Modo semiautomático

Prácticamente, es igual que el modo deportivo, donde el conductor, tirando de las paletas, cambia de velocidad. Sin embargo, si se llega a superar las 6 000 rpm, el ordenador se encarga de cambiar a una velocidad mayor. De esta forma, se reduce la aceleración, obteniendo unos cambios más suaves. Ejemplo: Alfa Romeo's Selespeed, BMW m-secuencial

• Cajas de variación continua (cvt)

Las cajas de cambio de variación continua son el diseño perfecto, ya que varían la relación de velocidades continuamente, es decir, que es una transmisión automática con un número infinito de relaciones. Se puede mover por la curva de potencia máxima, algo imposible con las cajas automáticas o manuales, en las que se producía un escalonamiento entre las diferentes velocidades. La teoría de funcionamiento de estos mecanismos es muy simple, tal y como se describe en la figura 2.

Figura 2. **Accionamiento por medio de poleas y fajas a diferentes velocidades**



Fuente: [www.salesianos.educ](http://www.salesianos.educ). p. 12. Consulta: Agosto de 2008.

El secreto está en una correa que transmite el movimiento entre dos poleas. La polea conductora es la que proviene de la salida del motor y la conducida es la que va al eje de transmisión. Las poleas no son fijas, si no que están constituidas por dos platos móviles que se ensanchan o se encogen tal y como se ven en la figura 2. Cuando se abre el plato del eje del motor, la polea se mete entre los platos, por lo que la polea secundaria se cierra. Figura 2. a).

El resultado es una relación de transmisión baja. Por el contrario, cuando se cierran los platos primarios, el radio de la órbita en la correa primaria es mayor, por lo que la relación de transmisión aumenta. Ver figura 2. b). Por lo tanto, controlando la apertura de los platos de las poleas se pueden obtener diferentes relaciones de velocidades. Cabe destacar que cuando el radio de una polea varía, también varía la otra, ya que la longitud de la polea es fija. Esto produce que el efecto de cambio de relación de velocidades se multiplique. Sin embargo, este tipo de cajas de velocidades presenta dos importantes inconvenientes en su implementación:

- La correa está sometida a unas tensiones muy elevadas
- Es muy difícil conseguir un agarre perfecto entre poleas y correa

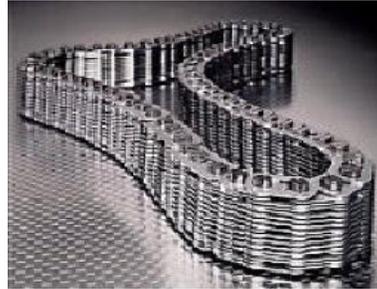
En la década de 1980, se utilizaba este sistema de cambios en automóviles de pequeña cilindrada, ya que la cadena sólo resistía los esfuerzos producidos por motores de bajo par. En la actualidad se han conseguido cadenas que resisten los pares de motores de gran cilindrada. Se describen los tipos de caja de cambio de variación continua, que existen en el mercado y analizar sus ventajas e inconvenientes.

- Multitronic -> Audi

El multitronic es un cambio de variador continuo, desarrollado por Audi, y que no sólo supera al triptónico, sino también es superior en todo a uno manual: más rápido, más suave, proporciona más prestaciones reduce el consumo.

La principal diferencia que Audi ha introducido para conseguir este rendimiento es: utilizar una cadena en vez de una correa (faja), para transmitir el par entre las dos correas. La cadena de acero está formada por 1025 láminas y 75 pares de pines capaz de soportar tensiones superiores a 1,6 toneladas. Figura 3.

Figura 3. **La cadena de acero flexible puede soportar tensiones superiores a 1,6 toneladas**



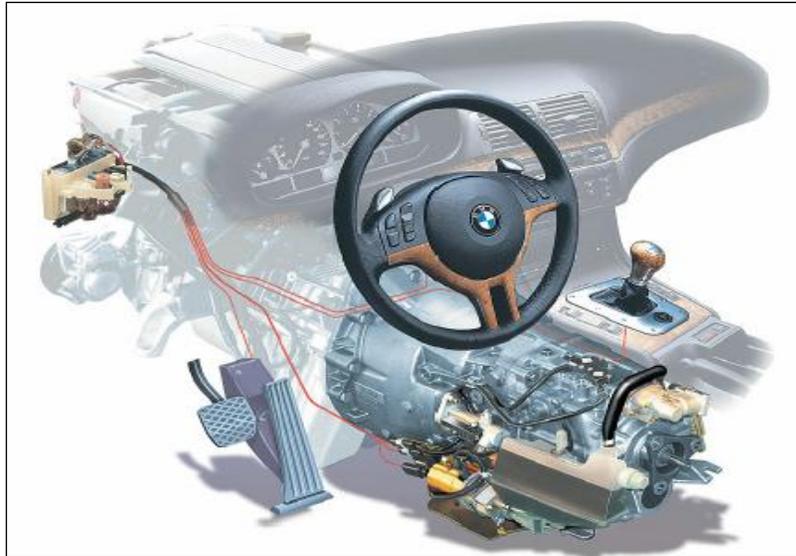
Fuente: [www.salesianos.educ](http://www.salesianos.educ). p.14. Consulta: Agosto de 2008.

Una de las ventajas del tipo de cambio secuencial es que sus 6 velocidades se logran acoplar con su diseño de posiciones fijas en los diámetros de las poleas de acople, estos cambios se producen sin producirse o sentirse acoples bruscos y se dan con toda rapidez, utilizando un sistema de posiciones continuas. Su accionamiento es electrónicamente por botones en el timón (volante) o por la palanca de cambios, algunos de los vehículos con este sistema son: Nissan m6 hyper-cvt, Nissan extroid cvt.

- Control adaptativo del cambio

El deseo de conseguir una selección de marchas del cambio automático mejor adaptada al comportamiento del conductor, y de obtener una reacción adecuada a cualquier situación especial de la marcha, ha llevado a la introducción del control adaptativo del cambio (ags), parámetros determinantes, ver figura 4.

Figura 4. **Vista del accionamiento del control adaptativo del cambio (ags)**



Fuente: [www.salesianos.educ](http://www.salesianos.educ). p. 4. Consulta: Septiembre de 2008.

Sistema ags valora, además, una serie adicional de parámetros:

- Ángulo mariposa estrangulación.
- Número revoluciones salida del cambio.
- Posición interruptor *kick-down* (acelerador)
- Palanca selectora programas esquema flujo de señales del ags (parámetros relevantes).

El Software en los sistemas de control anteriores, la selección de los diversos programas, se realizaba mediante una serie de teclas que, normalmente, se puede elegir entre:

E = económico

S = deportivo

\* = Invierno

En el cambio adaptativo las teclas disponibles son:

S = deportivo

A = programa de cambio adaptativo

## **1.2. Formas de ubicación del tren de impulsión**

Un vehículo es un transporte autopropulsado, que tiene un tren de impulsión. Un tren de impulsión comienza con una fuente de potencia y termina con la entrega de la misma. La ruta que sigue la potencia puede ser muy sencilla, por ejemplo, un vehículo de motor requiere de un conjunto de mecanismos en el tren de impulsión que permita a la fuente (motor), entregar la potencia (ruedas), que con mayor eficacia cumpla con las diversas condiciones de manejo, como: aceleración, recorrido de cuestas, marcha a velocidad de crucero y cambios de dirección.

Este conjunto, llamado transmisión, puede afectar la reducción de revoluciones del motor a las ruedas motrices, así como la magnitud de la fuerza de giro (que se llama par o torque), y la dirección de rotación de las llantas. Puede ser una transmisión manual, la cual es completamente controlada por el conductor, o puede ser una transmisión automática, que virtualmente no necesita del control del mismo.

También, una parte del tren de impulsión es el impulsor final, o sea un tren de engranajes (dos o más engranajes que trabajan juntos) que reduce la

velocidad de rotación de salida entre la transmisión y los ejes de impulsión (o ejes motrices). La mayor parte de los automóviles viajan a 2 000 a 3 000 revoluciones por minuto (rpm) en el motor, de modo que si no fuera por la reducción de velocidad de los engranajes que existen en la caja de velocidades y diferencial, (las ruedas traseras girarían a más de 160 Km. por hora). También, debido a esta diferencia de velocidades, la cantidad de par en los ejes motrices aumenta en la impulsión final.

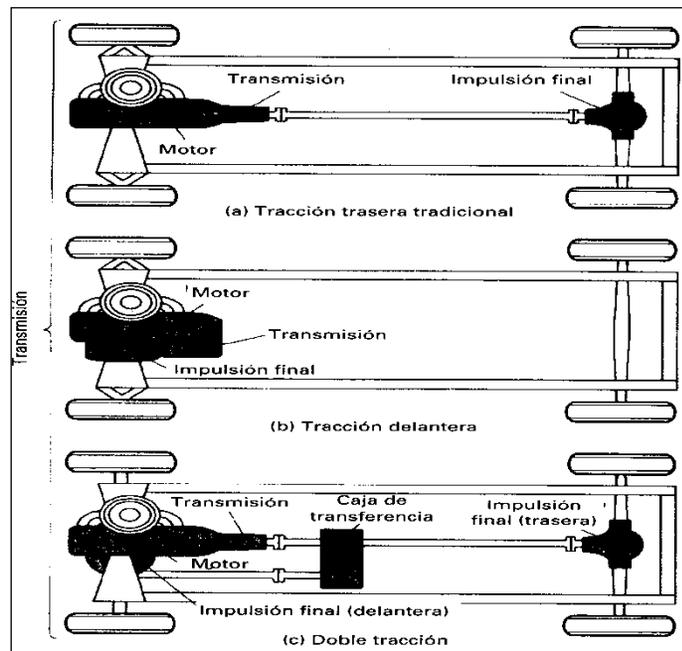
La transmisión se compone de varios componentes giratorios, como los engranajes y ejes, para conducir la fuerza de giro del motor. En una transmisión automática, esas partes están conectadas en forma mecánica entre si por medio de palancas, bandas y embragues controlados por eslabonamiento mecánico directo y mediante dispositivos operados hidráulica o eléctricamente, o por medio de vacío. Todo el mecanismo de la transmisión está confinado en una caja ensamblada al bastidor del vehículo. El movimiento giratorio de los engranajes y ejes se apoya en la caja a través de los rodamientos, bujes y arandelas de empuje para transmitir la potencia del motor a través del resto del tren de impulsión hasta las ruedas motrices.

Tradicionalmente, los vehículos motorizados, en especial los automóviles y los camiones ligeros, están impulsados por las ruedas traseras. Con pocas excepciones, dichos vehículos de tracción trasera tenían el motor al frente, transmitiendo la potencia mediante una flecha de transmisión y los engranajes finales a las ruedas traseras (figura 5. -a).

Aunque no se popularizaron, sino hasta hace muy poco, los vehículos de tracción delantera tiene larga historia, ya que aparecieron con los primeros automóviles de carrera y autos de los estadounidenses (Oldsmobile Toronado, Cadillac El Dorado) y no estadounidense (Saab, Renault, Subaru).

En mayor parte de los casos, sus transmisiones estaban colocadas detrás del motor, con cambio en la dirección de la salida para alcanzar los engranajes de la tracción delantera, lo que se lograba mediante rueda dentada y cadena o engranajes (figura 5 -b)

Figura 5. Configuración del tren de impulsión 1



Fuente: Manual de reparaciones de transmisiones automáticas y transejes p. 3.

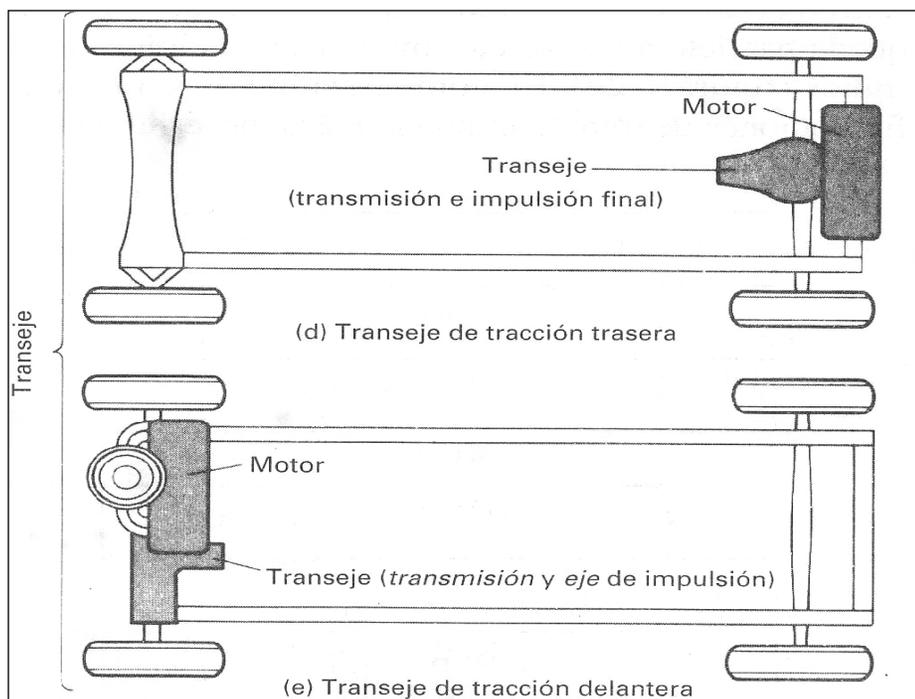
Actualmente, también comparten el mercado los vehículos de doble tracción (o tracción en las cuatro ruedas), que popularizó el jeep de la segunda guerra mundial. La mayor parte de ellos tiene doble tracción parcial, con tracción trasera todo el tiempo, aunque actualmente también se encuentran modelos con doble tracción total (figura 5. -c)

El transeje, que apareció en vehículos no estadounidenses como los Volkswagen (figura 6-d) y los Morris, ofrece la mejor solución a las necesidades de tener vehículos de poco peso, con buen rendimiento de combustible y de

varias configuraciones del tren de impulsión. Combinan la transmisión y los engranajes de impulsión final para los ejes motrices en una caja común, y de allí se deriva el nombre.

Su configuración más eficiente es con motores montados transversalmente debido a que su eje de rotación queda paralelo al de los ejes motrices y al cigüeñal del motor (figura 6. -e). En comparación con otras configuraciones de tren de impulsión, ésta necesita menos volumen y no requiere de cambio de dirección de rotación y por lo tanto, emplea menos potencia.

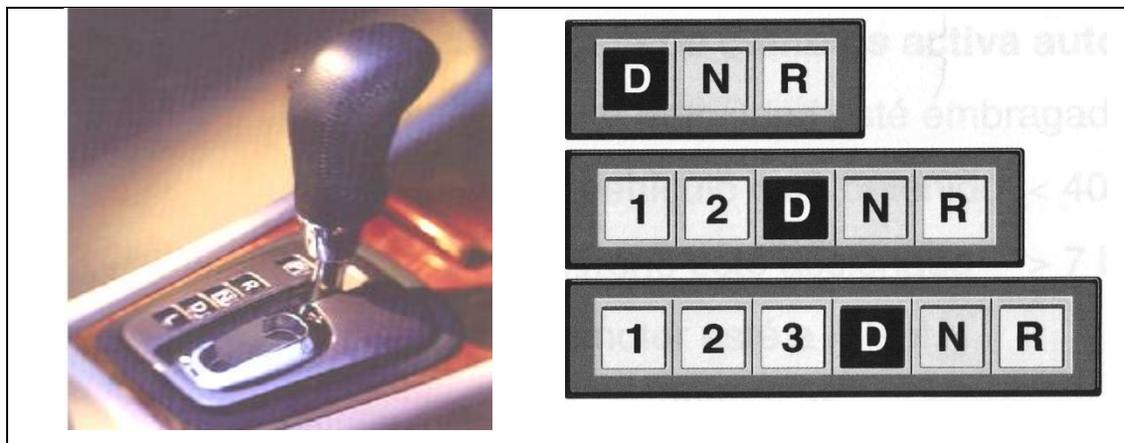
Figura 6. **Configuración del tren de impulsión 2**



Fuente: Manual de reparaciones de transmisiones automáticas y transejes, p. 3.

Algunas de las primeras transmisiones automáticas eran unidades de dos velocidades, pero durante muchos años la transmisión automática de tres velocidades fue la más común. En la actualidad hay más transmisiones y transejes de cuatro velocidades. El número de velocidades (dos, tres o cuatro) que tiene una transmisión, está determinado por su número de velocidades hacia delante. Todo lo que se necesita para conocer esto es ver el indicador del selector (figura 7).

Figura 7. **Forma de accionamiento y posiciones del selector**



Fuente: Manual de reparaciones de transmisiones automáticas y transejes. P. 3.

### 1.3. **Seguridad y organización de normas en el taller**

Seguridad y organización en el taller: cuando se trabaja en un taller mecánico siempre se está expuesto a que existan condiciones, que pueden llevar a un accidente debido a instalaciones defectuosas y que el personal que allí labora pueda cometer acciones, las que pueden ocasionar daños a las personas, por lo que se deben evitar, para que no se produzcan accidentes.

Las condiciones que pueden llevar a un accidente pueden ser entre otras:

- Instalaciones eléctricas defectuosas.
- Herramientas o equipos en mal estado.
- Ambiente de trabajo inadecuado (falta de ventilación, para disipar los gases de escape y vapores y muy poca luminosidad, etc.)
- Falta de elementos o de equipos de protección, (equipo personal: cascos, lentes, mascarillas, botas, guantes, equipos de soldadura, etc)
- Importancia de conocer las causas de los accidentes: de acuerdo con el concepto de accidente, éste es un hecho imprevisto. Sin embargo, el que sea imprevisto no quiere decir que sea impredecible. Todos los accidentes tienen una causa bien definida que los provoca, por esta razón se deben conocer e identificar las causas y tomar las medidas necesarias pendientes a eliminar y las causas, es decir, se evitará su repetición al tomar las medidas correctivas que correspondan.

Las causas básicas se clasifican en 2 grupos de acuerdo con su origen:

- El hombre
- El medio ambiente

Por un lado, se tiene que el hombre causará accidentes cuando lleve a cabo acciones que peligran la vida de los demás, (cuando no sigue las normas de seguridad dadas en el taller). Por otro lado, se encuentra el ambiente (lluvias y aires fuertes, falta de iluminación etc.), que causará accidentes debidos a las malas instalaciones (techos inapropiados, inundaciones debidas a rebalses de agua, mala ubicación de drenajes, entre otros).

Las situaciones que pueden llevar a provocar un accidente, se tratan de acciones comunes que muchas veces se hacen sin pensar en que éstas pueden producir un accidente, toda acción insegura tiene una explicación. Hay algo que lleva a esa persona a cometer una acción insegura. A ese algo irá dirigido especialmente la acción de prevención. Ese factor que explica las acciones comunes que se cometen se llama factor personal.

Los factores personales pueden dividirse en tres grandes grupos:

- Falta de conocimiento o habilidad.
- Motivaciones incorrectas o actitudes indebidas, se producen cuando la persona trata de ahorrar tiempo, de evitar esfuerzo, de evitar incomodidades o de ganar un prestigio mal entendido.
- Incapacidad física o mental, se produce cuando por diversos motivos o circunstancias, la persona ha visto disminuida su capacidad física o mental, por ejemplo: cuando no escucha bien, o cuando está sumamente perturbado por algún problema del tipo familiar, laboral, etc.
- El control de estos factores personales se puede hacer por entrenamiento, controles médicos y otras prácticas de buena administración.

Causas y orígenes de provocar accidentes:

- Desgaste normal de las instalaciones o equipos: proceso natural a todo equipo y material debido al uso y al tiempo.

- Abuso por parte de los usuarios.
- Diseño inadecuado: donde se puede encontrar que las instalaciones no siempre han considerado la seguridad de su operación.
- Mantenimiento inadecuado: el no reemplazo de equipos viejos, la falta de repuestos y tantos otros factores, y ubicación orden y aseo, que influyen siempre en los trabajadores que resultan expuestos a riesgos de cada trabajo. La prevención de las condiciones anteriores, evitará muchos accidentes en el taller.

Toda acción y condición insegura tiene un distinto grado de riesgo, habrán algunas de mayor riesgo y la posibilidad de peligro será mayor, habrá otras de menor riesgo en que la posibilidad de accidente sea lejana.

Medidas de prevención: cualquiera que sea, debe atacar las causas de aquellas acciones y condiciones que provoquen accidente encontrado, es decir, estando atento a la prevención. De los 3 tipos de factores personales y a los 4 grupos de causas y orígenes de provocar accidentes. Se puede tener controlada casi toda la gama de posibles causas de accidentes laborales, ya que es inherente a la vida y al que hacer del ser humano.

Riesgos típicos de la especialidad: al respecto, se puede decir que hacen referencia a todo riesgo laboral que se produce o provoca en un ambiente de trabajo denominado taller, por tanto se deben considerar todos los factores personales, causas y orígenes de provocar accidentes, ya mencionados y en especial, al resguardo de posibles accidentes, de

incendios por solventes y combustibles ocupados en el proceso productivo y a accidentes por caídas debido al desorden o falta de limpieza, como también, por producto de la inexperiencia o falta de conocimiento del trabajador.

Normas de seguridad en el taller. En el tema de la seguridad hay dos conceptos importantes que se deben definir y entender para lograr entender qué significa un trabajo seguro.

- Acción de un accidente: es todo aquello que realiza el operario, conciente que puede provocar un accidente. Por ejemplo, tirar aceite en el piso, dado que puede provocar el resbalamiento de otro operario o accidentarse el mismo.
  
- Condición de evitar un accidente: acciones donde el operario no se protege apropiadamente del riesgo, generando en el medio de trabajo una condición propicia para un accidente. Por ejemplo, dejar cajas en un lugar donde es área de paso peatonal. Las siguientes son algunas normas relativas a la seguridad.
  - Normas de seguridad:

La organización legalmente responsable del seguro obligatorio contra accidentes la forman las asociaciones profesionales. Todo empresario está obligado a pertenecer a la asociación profesional creada para su rama industrial, estas se definen a continuación:

- Lugares de trabajo-normas de seguridad:
  - ✓ Los locales de trabajo deberán tener salidas que por su construcción, número y situación posibiliten el abandono de los locales en caso de peligro.
  - ✓ Las salidas de urgencia habrán de estar caracterizadas como tales claramente y en forma duradera. Deberán dar al exterior o a una zona segura por camino más corto posible.
  - ✓ En el caso de portones para vehículos y peatones, existe el riesgo de que se lastimen las personas entre los vehículos y las ruedas.
  
- Fumar en los lugares de trabajo-normas de seguridad:
  - ✓ No permitir fumar en zonas de trabajo en las que puedan desprenderse gases combustibles o vapores combustibles.
  - ✓ Estas zonas de trabajo se indicarán mediante el correspondiente letrero de prohibición de fumar.
  
- Extintores y dispositivos de extinción de incendios-normas de seguridad:

- ✓ Se dispondrá y mantendrán utilizables extintores apropiados en lugares fácilmente accesibles y bien visibles.
- ✓ Para apagar ropas que estén ardiendo se tendrán preparadas mantas extintoras y otros dispositivos de extinción apropiados.
- Espacios confinados de trabajo e instalaciones subterráneas-normas de seguridad:
  - ✓ Con el fin de poder abandonar lo más rápidamente posible los espacios confinados de trabajo y las instalaciones subterráneas en caso de peligro, deberá haber, por regla general, dos escaleras.
  - ✓ En los espacios confinados de trabajo de hasta 5 m de longitud y en las instalaciones subterráneas que tengan una o dos aberturas de trabajo, bastará con una subida de peldaños seguros, en lugar de una escalera.
  - ✓ Cuando los espacios de trabajo se reduzcan o se ocupen con vehículos, se cuidará que queden abiertos en lo posible todas las subidas. Si esto no es posible, habrá de quedar libre por lo menos una subida.

- Instalaciones eléctricas y medios de servicio-normas de seguridad:
  - ✓ Las instalaciones eléctricas y los medios de servicio han de responder a las prescripciones legales y además a las disposiciones de las empresas locales de suministro de electricidad.
  - ✓ En los recintos separados para realizar trabajo de limpieza, con líquidos combustibles y en los recintos de carga de baterías, serán necesarias instalaciones eléctricas protegidas contra riesgos de explosión.
  - ✓ En las fosas de trabajo, instalaciones de lavado e instalaciones subterráneas es necesario la instalación especial para recintos húmedos. Las luces protegidas además contra deterioro mecánico.
  
- Evacuación de gases, normas de seguridad:
  - ✓ Los gases y vapores, combustibles tóxicos o perjudiciales para la salud, deberán evacuarse de los locales de trabajo.
  - ✓ Cuando se pongan en marcha motores de combustión interna en los locales de trabajo, deberán conducirse al exterior los gases de escape.

- Ventilación de las fosas de trabajo-normas de seguridad:
  - ✓ Las fosas de trabajo y las instalaciones subterráneas de más de 1,5 m de profundidad en los que, debido a su configuración no se garantice la suficiente renovación del aire (como mínimo a  $n = 3$  volúmenes/hora) deberán dotarse de un sistema de ventilación forzada con el cual el volumen de aire renovado por hora sea como mínimo el triple del volumen del foso o instalación subterránea respectiva.
  - ✓ Cuando están presentes gases o vapores tóxicos o perjudiciales para la salud, el cambio de aire será  $n=6$  volúmenes/hora.
  - ✓ En el caso de ventilación forzada, las aberturas de aspiración deberán encontrarse en el suelo. En fosos de trabajo de hasta 5 m de longitud, basta una abertura de aspiración, en el caso de longitudes de más de 5m, deberá haber una abertura de aspiración en cada lado frontal del foso.
  - ✓ Los dispositivos deberán ponerse en marcha antes de entrar al foso de trabajo.
- Derrames y fugas de líquidos y lubricantes combustibles-normas de seguridad:

- ✓ Si existe el peligro de que durante el trabajo se derramen líquidos combustibles (gasolina, disolventes), deberán retirarse antes de comenzar el trabajo todas las fuentes de ignición que pueden inflamar los vapores combustibles.
- ✓ Los líquidos combustibles derramados han de recogerse inmediatamente y retirarse de los recipientes de trabajo.
- ✓ Los lubricantes derramados pueden provocar resbalones o caídas y por lo tanto deben recogerse inmediatamente.
- Material de limpieza, aceite viejo o usado-normas de seguridad:
  - ✓ El material de limpieza usado se recogerá en recipientes cerrados, no combustible. Los recipientes deberán estar caracterizados especialmente.
  - ✓ El aceite viejo se guardará en recipientes caracterizados, hasta el momento de su eliminación por medios apropiados.
  - ✓ El aceite viejo sólo se podrá eliminar por combustión en las instalaciones aprobadas donde es reutilizado.

- Dispositivos de elevación: trabajos en los vehículos elevados-normas de seguridad:
  - ✓ Los mecanismos que soportan la carga en las plataformas de elevación, deberán estar asegurados contra descenso inadvertido por medio de dispositivos especiales que actúen automáticamente.
  - ✓ Los dispositivos de elevación transportables, sólo podrán llevar cargas en la posición más baja posible.
  - ✓ Únicamente está permitido trabajar en o debajo de vehículos elevados, cuando éstos estén asegurados contra rodadura bascular y descenso.
  - ✓ Sólo se podrá entrar en vehículos elevados cuando esté garantizado que, debido a esa entrada no se volcarán, rodarán o se deslizarán.
  
- Aseguramiento de los vehículos contra movimiento-normas de seguridad:
  - ✓ Antes de comenzar los trabajos, los vehículos deberán asegurarse contra movimiento inadvertido, por ejemplo, mediante el freno de estacionamiento.
  - ✓ Las partes de los vehículos accionados mecánicamente y los aparatos adosados, deberán asegurarse contra movimiento inadvertido.

- Trabajo de limpieza-normas de seguridad:
  - ✓ No podrán realizarse trabajos de limpieza, ni con líquidos combustibles, ni con líquidos perjudiciales para la salud o tóxicos.
  - ✓ Podrán realizarse trabajos de limpieza con líquidos combustibles, pero no con combustibles para motores de gasolina cuando:
    - ❖ Se efectúen en un recinto especial independiente.
    - ❖ Hayan de realizarse forzosamente en otros recintos debido a circunstancias especiales.
  - ✓ Cuando se realicen trabajos de limpieza en vehículos con líquidos combustibles, será necesario adoptar las siguientes medidas de seguridad:
    - ❖ Desconectar la batería o cubrir la instalación eléctrica activa, con el fin de impedir que se formen arcos eléctricos.
    - ❖ No utilizar brochas o pinceles donde haya partes metálicas.
    - ❖ Trabajar a una distancia suficiente de cualquier fuente de ignición.

- ❖ No hacerlo en la proximidad de puestos de trabajo donde se realicen operaciones de soldadura.



## **2. PRINCIPIOS QUE INTERVIENEN EN LAS TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS**

### **2.1. Elementos y materia**

Para aprender algunos de los principios que se aplican a las transmisiones automáticas, se necesita comprender que todas las sustancias están hechas de una o más cosas básicas, llamadas elementos. Hay más de 100 elementos, pero no todos ellos se encuentran en todas las sustancias. Por ejemplo, el oro (Au), la plata (Ag), el hierro (Fe) y el aluminio (Al), son en si elementos distintos. El agua, el hielo y el vapor están constituidos de los mismos dos elementos: hidrogeno (H) y oxígeno (O). el petróleo crudo contiene los elementos carbono (C), hidrógeno (H), azufre (S), nitrógeno (N), oxígeno (O), y otro en pequeñas cantidades. Esos y las demás sustancias son materia.

Energía: una cosa muy importante de la energía es que no se puede crear ni destruir. Cuando un automóvil quema un litro de mezcla gasolina-aire, sólo usa algo de la energía disponible para moverlo. Parte de la energía produce calor generado por fricción y calor por combustión de la mezcla gasolina-aire.

La energía que se necesita para mover el automóvil, la fricción y el calor generado por el motor, equivale a la cantidad de energía disponible en un litro de mezcla gasolina-aire; es un ejemplo de la conservación de la energía, de la primera ley de la termodinámica.

## 2.2. Principios mecánicos

La fuerza: es la energía dirigida a una cosa y objeto en general; por lo tanto, controla o cambia el movimiento.

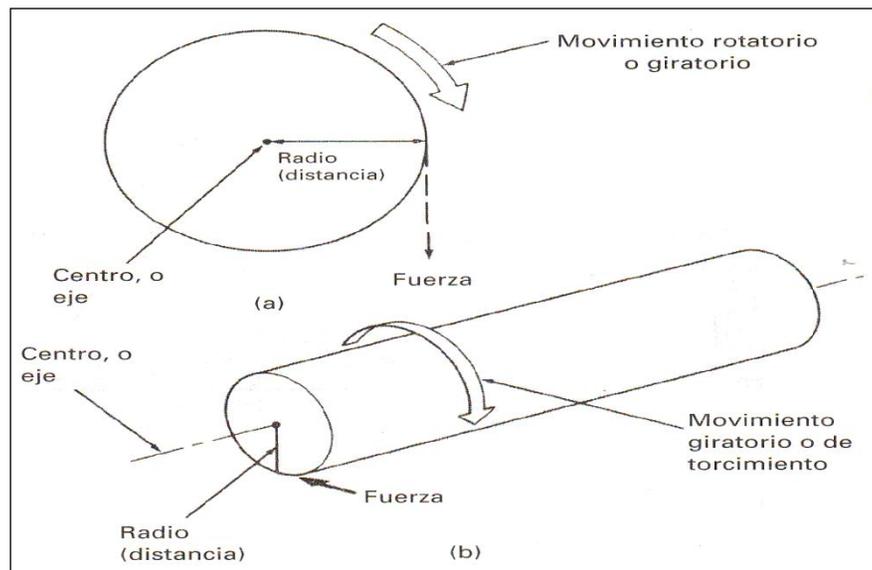
El diseño y la función del volante de un motor y un embrague centrífugo se derivan de esos principios. Si un volante gira demasiado rápido, puede desintegrarse debido a la fuerza que trata de mover al metal del que está constituido alejándolo del centro (fuerza centrífuga), que es mayor que la fuerza que mantiene unido al metal (fuerza centrípeta). El diseño del embrague centrífugo emplea directamente estos mismos principios.

Trabajo: se mueven las cosas dirigiendo la energía, es decir, aplicando fuerzas. La cantidad de fuerza que se aplica y la distancia a lo largo de la cual es aplicada, se llama trabajo. Por lo tanto, el trabajo es igual a la fuerza multiplicada por la distancia.

$$\text{Trabajo} = \text{fuerza por distancia}$$

Par, al que muchas veces se le llama torque: es un movimiento giratorio o de torcimiento con respecto a un punto central o eje. Se mide con unidad de fuerza-distancia, en donde la fuerza está en ángulo recto (perpendicular), a la dirección del radio (que es la distancia del centro de un círculo a su periferia).

Figura 8. **Formas en que actúa el par o (torque) en un sólido**



Fuente: Manual de reparaciones de transmisiones automáticas y transeje. p.18.

### 2.3. Principios y simbología hidráulica

La hidráulica es un área del conocimiento que se ocupa de los líquidos. El funcionamiento de las transmisiones automáticas se basa en un aspecto importante de la hidráulica: la potencia de los fluidos.

- ¿Cómo analizar e interpretar los símbolos en un esquema hidráulico?
  - Los diagramas precisos de los circuitos hidráulicos son esenciales para la persona que los debe reparar.
  - Los diagramas hidráulicos muestran cómo interactúan los componentes y cómo funcionan, cómo se debe comportar cada

componente y hacia dónde debe ir el aceite para que el sistema pueda ser diagnosticado y reparado.

- El propósito es mostrar el manejo de los esquemas de los diagramas de circuitos.
- Diagramas de circuitos

Hay dos tipos de diagramas de circuitos.

- Los diagramas de circuito en corte: muestran la construcción interna de los componentes, así como las direcciones de caudal. Mediante el uso de colores, sombras o varios modelos en las líneas y pasadizos, tienen la facultad de mostrar diferentes condiciones de caudal y presión. La producción de los diagramas en corte toma bastante más tiempo a causa de su complejidad.
- Diagramas de los esquemas de circuitos: el sistema industrial abreviado se refiere, usualmente, para la solución de problemas. Un diagrama de esquemas se hace a base de símbolos geométricos simples para los componentes, sus controles y las conexiones.
- Sistemas de símbolos

Hay varios sistemas de símbolos usados en la elaboración de los diagramas de esquemas, son los siguientes:

- *ISO* = International Standards Organization (Organización de Estándares Internacionales).
  - *ANSI* = American National Standards Institute (Instituto Americano de Estándares Nacionales).
  - *ASA* = American Standards Association (Asociación Americana de Estándares).
  - *JIC* = Joint Industry Conference (Conferencia de Industria Adjunta).
- Esquema hidráulico con diagramas de circuito en corte:

El esquema hidráulico comprende todos los elementos que intervienen para el accionamiento de los embragues y frenos, así como el convertidor de par. En la figura 9, se ve un extracto simplificado del esquema hidráulico de un cambio automático. La siguiente figura es un ejemplo y se analiza un mando de accionamiento hidráulico.

Se representan dos elementos del actuadores del cambio de velocidad. Según el diseño de un moderno vehículo con cambio de velocidad de cuatro marchas, pueden ser de seis u ocho elementos de fricción (embragues y frenos).

En el sistema hidráulico se necesita el aceite en diferentes escalones de presión. Las válvulas reguladoras de presión y las electroválvulas de regulación se utilizan para generar los necesarios niveles de presión. La presión de trabajo es, con 360 psi, la más alta en el sistema hidráulico.

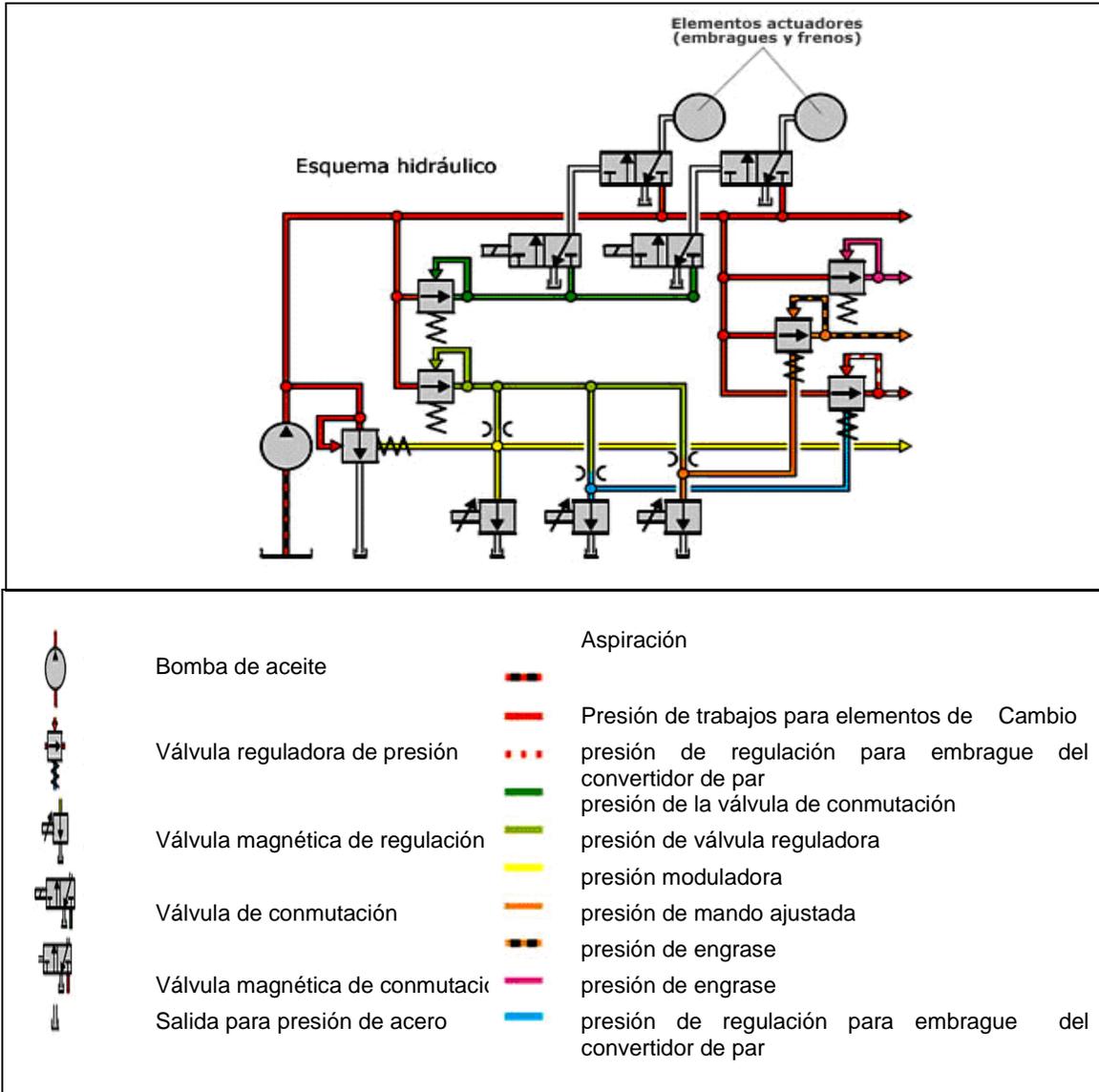
Se genera mediante la bomba de aceite; a través de una salida para presión cero controlada. La presión de trabajo se controla con la válvula reguladora de presión.

La regulación de la presión se efectúa en función de los impulsos del mando electrónico del cambio de velocidad.

Según la rpm del motor a acoplar, se distribuye la presión de trabajo a uno a varios elementos de la caja de velocidades. La distribución se efectúa mediante una válvula de conmutación.

Con una velocidad acoplada, la presión de trabajo se aplica al correspondiente elemento actuador del cambio.

Figura 9. Esquema hidráulico con diagramas de circuito en corte



Fuente: Cajas de cambio y circuitos integrados

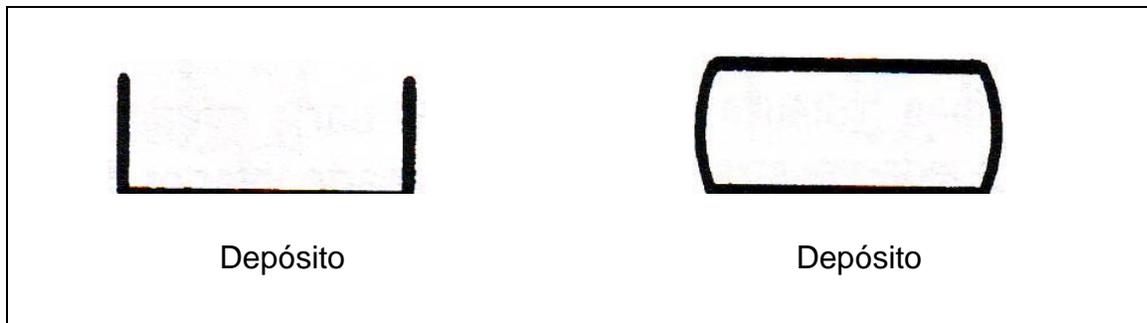
<http://www.taringa.net/posts/info/1147607/cajasde-cambio-III.html>. Consulta: octubre de 2008.

Un diagrama de esquemas hidráulicos utiliza símbolos geométricos. A continuación se muestra una combinación de estos símbolos. Pueden existir diferencias entre los símbolos geométricos y las diferencias son pocas, esto es por el país donde fue elaborado, por ejemplo, Brasil, Alemania, Europa, por mencionar algunos.

Algunas figuras de símbolos utilizados en un esquema hidráulico:

Depósitos:

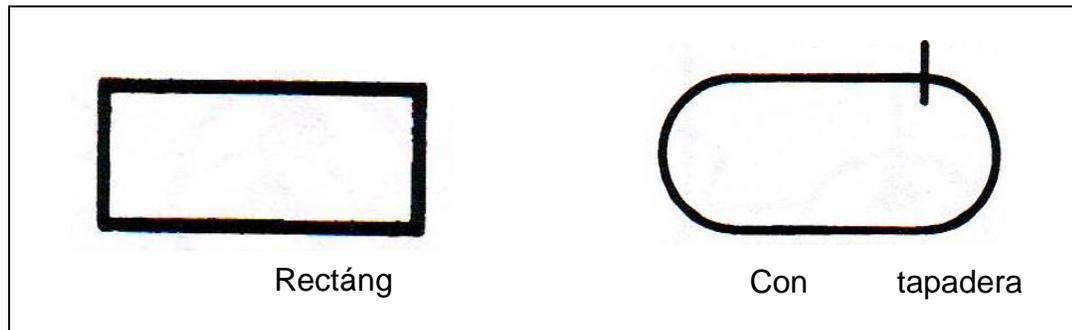
Figura 10. **Depósitos**



Fuente: Manual de reparación CASE sección 8000. p. 3.

Un rectángulo sin la parte superior representa un depósito ventilado. Un rectángulo con la parte superior en su lugar representa un depósito presurizado.

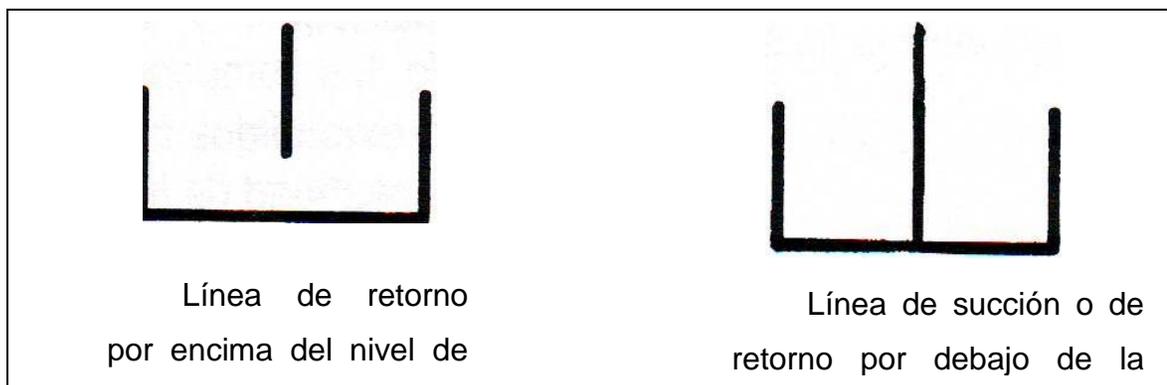
Figura 11. **Depósitos presurizados**



Fuente: Manual de reparación CASE sección 8000. p. 3.

Existen otros diagramas esquemáticos que muestran una versión ligeramente diferente de una reserva presurizada, aunque los símbolos son similares y fácilmente reconocibles. Un óvalo con una línea corta sobre la parte superior o un rectángulo con líneas curvas, representa un depósito que ésta presurizado. Figura 11.

Figura 12. **Símbolo de depósito ventilado**

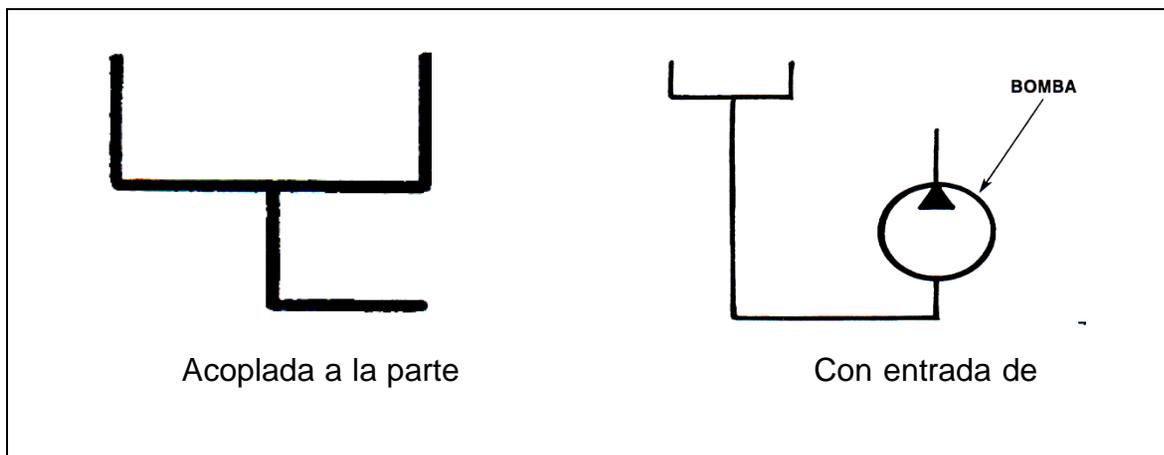


Fuente: Manual de reparación CASE sección 8000. p. 3.

Las líneas conectadas al depósito, ver figura 12, son usualmente extraídas desde la parte superior, independientemente de la posición real de la conexión.

Si la línea hidráulica finaliza por debajo del nivel del fluido, ver figura 13, será arrastrada completamente hacia la parte inferior del símbolo.

Figura 13. **Símbolo de depósito ventilado con línea de succión**



Fuente: Manual de reparación CASE sección 8000. p. 4.

Una línea hidráulica conecta a la parte inferior del depósito, puede ser arrastrada desde la parte inferior del símbolo si la conexión inferior es esencial para la operación de los sistemas, ver figura 13.

Si la entrada de la bomba debe ser cargada o inundada con una carga de aceite por encima del puerto de entrada, se debería situar el símbolo del depósito por encima del símbolo de la bomba y extraer la línea de succión de la parte inferior del símbolo del depósito, ver figura 13.

Cada vehículo o depósito del sistema tienen al menos dos líneas hidráulicas conectadas, y algunos pueden tener muchas más. A menudo, los componentes están extendidos por todo el esquema. En lugar de tener una gran cantidad de líneas confusas distribuidas por todo el sistema, es preferible marcar símbolos de depósitos individuales cercanos a los componentes. El depósito es generalmente el único símbolo de componentes representado más de una vez. Los demás símbolos se presentan en glosario de símbolos hidráulicos.

## **2.4. Sistema eléctrico**

Un esquema de sistema eléctrico es un conjunto de símbolos electrónicos ordenados y relacionados entre sí, para su fácil interpretación de análisis y estudio.

### **2.4.1. Información general**

La electrónica es un área especializada de estudio y aplicación, más general, que la electricidad. La electrónica basa su aplicación en los dispositivos de estado sólido. Este dispositivo, como su propio nombre indica, es sólido, es decir, que carece de piezas mecánicas móviles. Lo único que se mueve en su interior son los electrones. Estos dispositivos pueden realizar diversas funciones:

- Amplificar la corriente.
- Almacenar información (banco de memoria).
- Recibir y analizar información (datos).
- Controlar aparatos eléctricos o mecánicos.

- Resolver problemas y proporcionar respuestas en forma de una determinada acción, una indicación visual o un mensaje impreso.

Los computadores electrónicos (dispositivos de estado sólido), pueden realizar millones de cálculos por segundo. Los controles electrónicos utilizados en los actuales vehículos también son dispositivos de alta velocidad. Por ejemplo, en muchos autos los instantes de producción de la chispa se controlan por medios electrónicos. Varios elementos sensores informan continuamente de las condiciones de trabajo del motor a la unidad de control electrónico (ECU).

La unidad de control electrónico (ECU), compara los datos que fueron enviados por los sensores, con los que están almacenados en la memoria y envía después señales al sistema de encendido que hace que este sistema ajuste los momentos de chispa de acuerdo con las condiciones de trabajo.

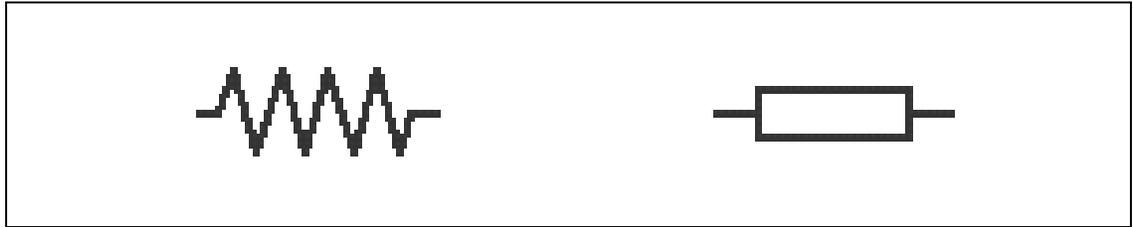
#### **2.4.2. Componentes**

Cada circuito, ya sea eléctrico o electrónico ha de contener, por lo menos, un componente que actúe como conductor y que provoque la circulación de una corriente eléctrica por dicho circuito, entre estos están:

- Resistencias

Propiedad de un objeto o sustancia que hace que se resista u oponga al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico se determina según la llamada ley de ohm, por medio de la cual se calcula cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. Abreviatura habitual para la resistencia eléctrica es R, y el símbolo del ohmio es la letra griega omega,  $\Omega$ .

Figura 14. **Símbolos de resistencia**

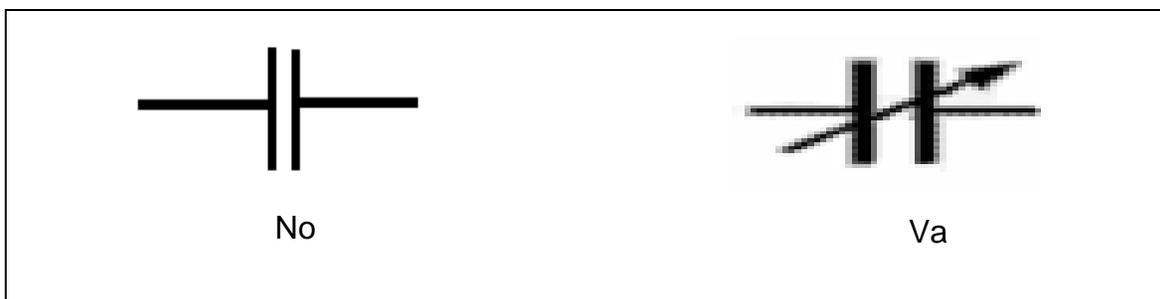


Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 37.

- **Condensador**

Es un componente que presenta la cualidad de almacenar energía eléctrica. Está formado por dos láminas de material conductor (metal) que se encuentran separados por un material dieléctrico (material aislante).

Figura 15. **Tipos de condensador**

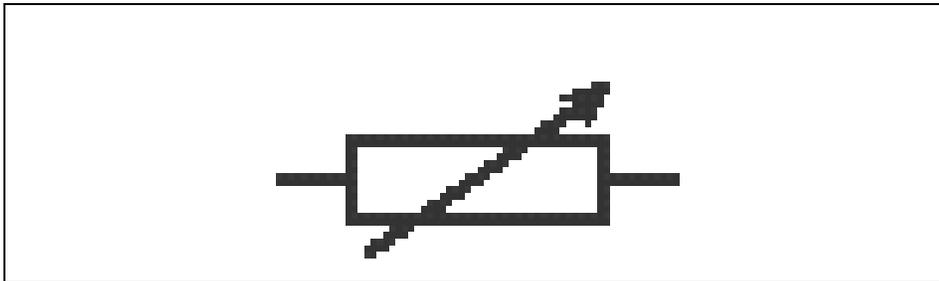


Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 37.

- Reóstatos

Son resistencias bobinadas variables, dispuestas de tal forma que pueda variar el valor de la resistencia del circuito en que está instalada, como ya se conoce, son capaces de soportar más corriente. A las resistencias variables se les llaman reóstatos o potenciómetros, con un brazo de contacto deslizante y ajustable, suelen utilizarse para controlar el volumen del radio, o medir la cantidad de combustible en el tanque, la posición del acelerador electrónico, entre otras.

Figura 16. **Reóstato**

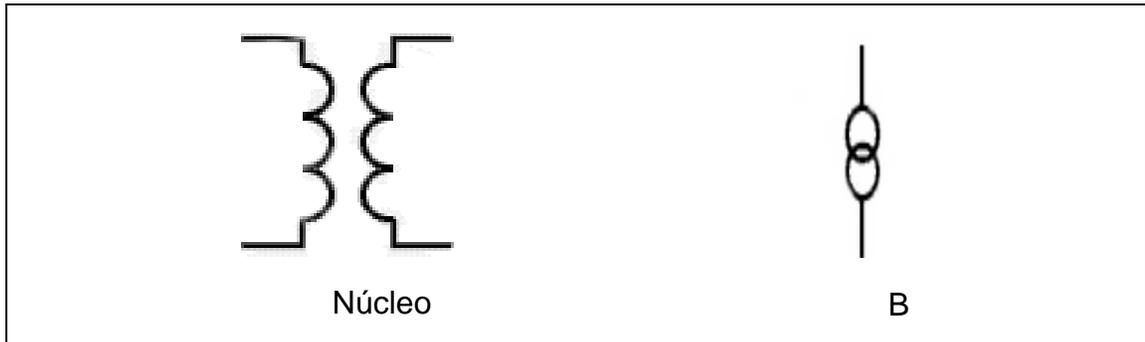


Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 37.

- Transformador

Dispositivo eléctrico que consta de una bobina de cable situada junto a una o varias bobinas más, se utiliza para unir dos o más circuitos de corriente alterna (CA), aprovechando el efecto de inducción entre las bobinas.

Figura 17. **Tipos de transformador**

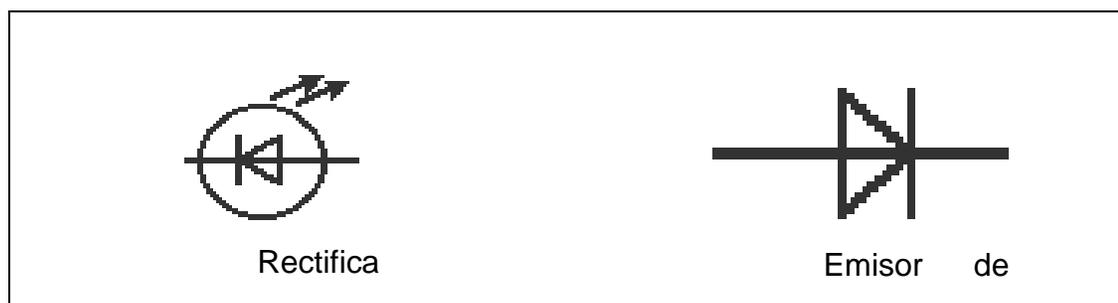


Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 37.

- **Diodo**

Componente electrónico que permite el paso de la corriente en un sólo sentido. En los diodos de germanio (o de silicio) modernos, el cable y una minúscula placa de cristal van montados dentro de un pequeño tubo de vidrio y conectados a dos cables que se sueldan a los extremos del tubo.

Figura 18. **Tipos de diodos**

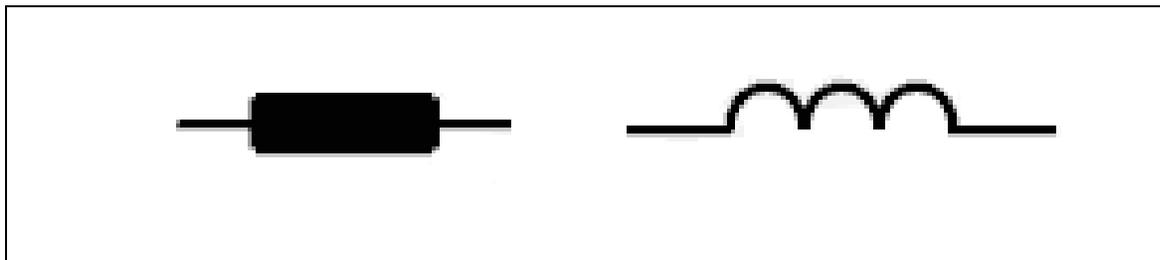


Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 37.

- Bobina

Las bobinas también llamadas inductores, consisten en un hilo conductor enrollado. Al pasar una corriente a través de la bobina, alrededor de la misma se crea un campo magnético que tiende a oponerse a los cambios bruscos de la intensidad de la corriente.

Figura 19. **Símbolos de bobinas**



Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 37.

- Pila (acumulador, batería)

Dispositivo que convierte la energía química en eléctrica. Al conectar los electrodos al circuito que hay que alimentar, se produce una corriente eléctrica.

Figura 20. **Símbolos de pila**



Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 57.

- Fusible

Dispositivo de seguridad utilizado para proteger un circuito eléctrico de un exceso de corriente. Su componente esencial es, habitualmente, un hilo o una banda de metal que se derrite a una determinada temperatura.

Figura 21. **Símbolos de un fusible**



Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 57.

- Relé

Conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor. Un relé está formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán. Un relé es un aparato electromecánico capaz de accionar uno o varios interruptores cuando es excitado por una corriente eléctrica.

Figura 22. Tipos de relé

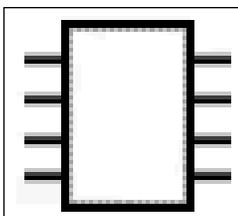


Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 57.

- Circuitos integrados

La mayoría de los circuitos integrados son pequeños trozos, o chips, de silicio, de entre 2 y 4 mm<sup>2</sup>, sobre los que se instalan los transistores.

Figura 23. Circuito integrado símbolo genérico



Fuente: Manual de reparación CASE sección 4001. p. 58.

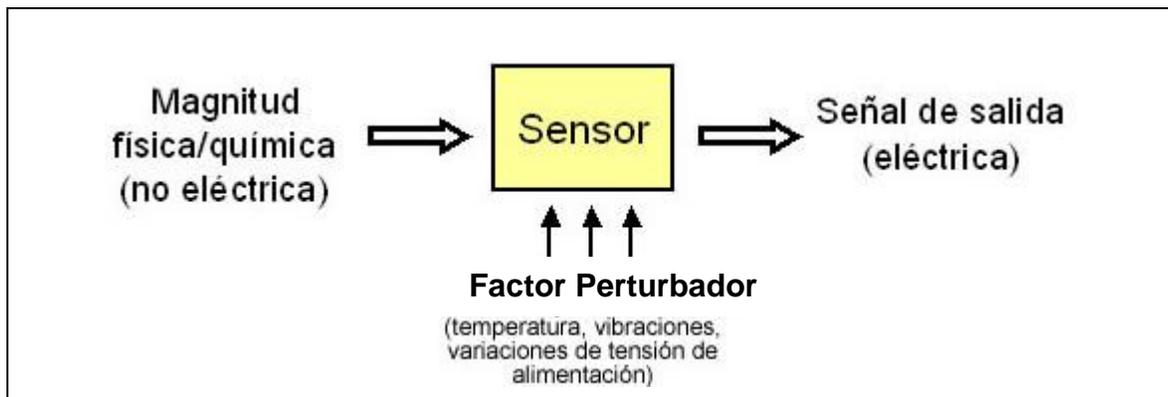
Los demás símbolos de la electrónica utilizados en el automóvil se presentan en el anexo de símbolos electrónicos.

### 2.4.3. Actuadores y sensores

Los automóviles actuales tienen una cantidad importante de sensores (de 60 a 70 sensores en algunos casos). Estos sensores son medios de información que utiliza la electrónica del automóvil y son utilizados por las unidades de control (centralitas) que gestionan el funcionamiento del motor, así como la seguridad y el confort del vehículo.

El sensor, también llamado sonda o transmisor, convierte una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.), que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. La señal eléctrica de salida del sensor no es considerada sólo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el período, la fase o, asimismo, la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos resistencia, capacidad e inductancia.

Figura 24. Vista elemental de un sensor



Fuente: [www.velocidadmaxima.com/forum/shomthread](http://www.velocidadmaxima.com/forum/shomthread). p.1. Consulta: noviembre de 2008.

El sensor se puede presentar como un sensor elemental o un sensor integrado éste último estaría compuesto del sensor propiamente dicho, más la parte que trataría las señales para hacerlas comprensibles por la unidad de control. La parte que trata las señales generadas por el sensor (considerada como circuitos de adaptación), se encarga, en general, de dar a las señales de los sensores la forma normalizada necesaria para ser interpretada por la unidad de control. Existen un gran número de circuitos de adaptación integrados a la medida de los sensores y ajustados a los vehículos respectivos

- Clasificación

Los sensores para automóviles pueden clasificarse teniendo en cuenta distintas características como son:

- Función y aplicación: según esta característica los sensores se dividen en:
  - Sensores funcionales: destinados principalmente a tareas de mando y regulación.
  - Sensores para fines de seguridad y aseguramiento (protección antirrobo).
  - Sensores para la vigilancia del vehículo (diagnóstico de magnitudes de consumo) y para la información del conductor y de los pasajeros.
- Según la señal de salida: Teniendo en cuenta esta característica los sensores se pueden dividir en:

- Los que proporcionan una señal analógica (ejemplo: la que proporciona el caudalímetro o medidor de caudal de aire aspirado, la presión del turbo, la temperatura del motor etc.).
- Los que proporcionan una señal digital (ejemplo: señales de conmutación como la conexión/desconexión de un elemento o señales de sensores digitales como impulsos de revoluciones de un sensor Hall).
- Los que proporcionan señales pulsatorias (ejemplo: sensores inductivos con informaciones sobre el número de revoluciones y la marca de referencia).

A diferencia de los sensores convencionales, los utilizados en el sector del automóvil están diseñados para responder a las duras exigencias que se dan en el funcionamiento de los vehículos.

Sensores ubicados en la transmisión automática:

Sensor de escala de posiciones de la transmisión.

El sensor de posición de la transmisión (TRS) está montado en la parte superior del cuerpo de válvulas dentro del transeje; el servicio puede realizarse únicamente retirando el cuerpo de válvulas. El conector eléctrico se extiende a través de la caja del transeje.

El sensor de posición de la transmisión (TRS) tiene 4 contactos de conmutador que controlan la posición de la palanca de cambios y envía información al ECM/PCM.

El TRS tiene también un sensor de temperatura integrado que comunica la temperatura del transeje al módulo de control de la transmisión (TCM) y al ECM.

- Funcionamiento

El TRS comunica al TCM la posición de la palanca de cambios (SLP), como una combinación de conmutadores abiertos y cerrados. Cada posición de la palanca de cambios tiene asignada una combinación de estados de conmutadores que recibe el TCM provenientes de los cuatros circuitos de detección. El TCM interpreta esta información y determina la posición de los engranes del transeje y la programación de los cambios apropiada.

- Sensor del regulador o posición del acelerador.(kickdown)

El sensor del regulador de acelerador proporciona señales eléctricas correspondientes a la abertura del regulador. La abertura del regulador y la velocidad de accionamiento del acelerador son detectadas por la salida del sensor de regulador.

- Sensor de temperatura de la transmisión (ATF)

Este sensor va montado en la válvula de control de la transmisión. Detecta el cambio de temperatura como una señal eléctrica analógica.

Sirve para controlar la temperatura de la transmisión; puesto que la temperatura del líquido puede afectar a la calidad de los cambios de la transmisión y el bloqueo del convertidor, el TCM requiere esta información para determinar en qué programación de los cambios debe funcionar. El PCM/ ECM (módulo control electrónico), verifica también estos datos de temperatura a fin de accionar los ventiladores de refrigeración del vehículo, cuando se produce una condición de recalentamiento de la transmisión.

- Sensor de velocidad – entrada

Este sensor de velocidad de impulsión es un dispositivo fonocaptador magnético de dos cables que genera señales de corriente alterna (CA) mientras gira. Está roscado dentro de la caja del transeje, sellado con un anillo y se considera una entrada fundamental al módulo de control de la transmisión (TCM).

- Funcionamiento

El sensor de velocidad de impulsión proporciona información acerca de la velocidad a la que gira el eje impulsor. A medida que los dientes de la maza del embrague de impulsión pasan por la bobina del sensor, se genera voltaje de tipo corriente alterna que recibe el TCM., éste interpreta esta información como las rpm del eje impulsor.

El TCM compara la señal de velocidad de transmisión para determinar lo siguiente:

- Relación de engrane de la transmisión.

- Detección de error de relación de velocidades.
- Cálculo de CVI (índice de volumen del embrague).

El TCM también compara la señal de velocidad de impulsión y la señal de velocidad del motor para determinar lo siguiente:

- Resbalamiento de embrague del convertidor de par.
  - Relación de velocidades de los elementos del convertidor de par.
- Sensor de velocidad llamado también de salida, ubicado en la parte delantera de la transmisión.

Este sensor de velocidad de impulsión es un dispositivo fonocaptador magnético de dos cables que genera señales de CA mientras gira. Está roscado dentro de la caja del transeje, sellado con un anillo y se considera una entrada fundamental al módulo de control de la transmisión (TCM).

- Funcionamiento

Este sensor proporciona información sobre la rapidez con que gira el eje transmisor. A medida que la caja de satélites trasera pasa por la bobina del sensor, se genera voltaje de CA que recibe el TCM.

El TCM compara las señales de velocidad de impulsión y transmisión para determinar lo siguiente:

- Relación de engranes de la transmisión
- Detección de error de relación de velocidades

- Calculo de CVI (índice de volumen del embrague)
- Sensor de velocidad del vehículo VSS

Este sensor proporciona al PCM una señal que corresponde a la velocidad del vehículo. El VSS está montado en la carcasa de la transmisión. El rotor del sensor VSS está montado en el eje de salida o en el diferencial. Por lo tanto, el rotor del sensor VSS siempre está girando a la velocidad del vehículo. A medida que el rotor gira, los dientes del rotor pasan enfrente del imán del sensor. Esta acción genera un impulso de corriente alterna en el sensor, el cual es interpretado por el PCM como velocidad del vehículo, los dientes del rotor pasan más veces en frente del imán en un determinado tiempo, generando más pulsos de CA. El PCM interpreta este incremento en frecuencia como un incremento en la velocidad del vehículo.

- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)

El sensor MAP mide los cambios relativos a la presión de múltiple de admisión que son el resultado de los cambios en la velocidad y carga del motor, Estos cambios son monitoreados por el PCM, con el fin de ajustar la presión de línea y secuencia de cambio.

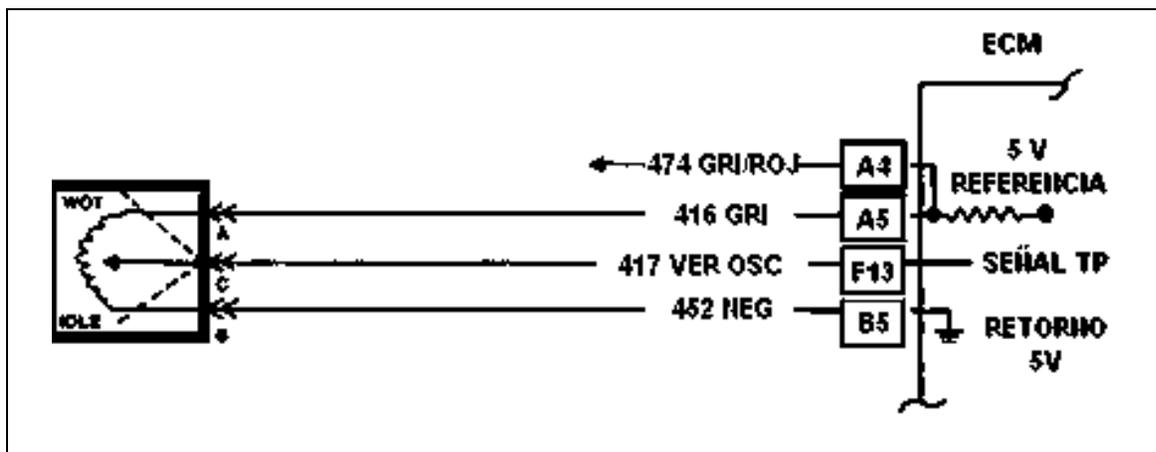
#### **2.4.4. Circuitos e interpretación de los mismos**

- Sensores variables

Es un sensor de tres cables: un cable es para voltaje de referencia, otro para el negativo (chasis del vehículo), y un cable para la señal de voltaje.

ECM/ PCM monitorea el cable de la señal para obtener los valores de entrada. El sensor TP (sensor de posición del acelerador, es un ejemplo típico de este tipo de sensores), ver figura 25

Figura 25. **Circuito eléctrico de un sensor variable**



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 22.

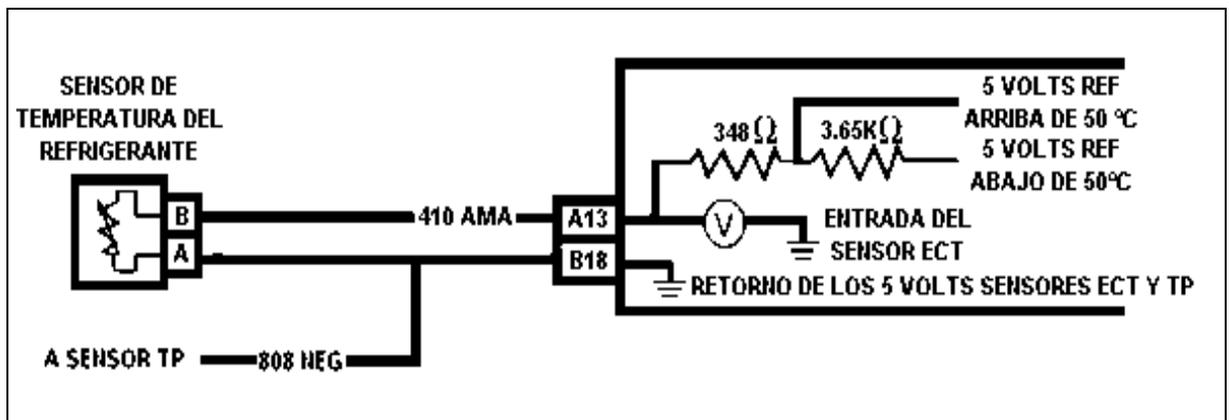
- Sensor de temperatura del refrigerante (ETC)

El sensor de temperatura del refrigerante del motor ETC, ver figura 26. Es un termistor de coeficiente negativo. A temperatura bajas del refrigerante del motor la resistencia del ECT es alta (100700 ohms a -40 grados centígrados/40 grados F) mientras que a temperaturas altas es baja (177 ohms a 100 grados centígrados/266 grados F). El sensor ECT esta montado en la corriente del refrigerante del motor. El ECM suministra el sensor ECT, una referencia de 5 voltios a través de una resistencia limitadora de corriente y mide la caída de voltaje. Cuando el motor esta frío el voltaje es alto, cuando está caliente el voltaje es alto. El ECM mide las caídas de voltaje del sensor ECT, para conocer cuál es la

temperatura del refrigerante del motor. La temperatura del refrigerante del motor afecta a la mayoría de los sistemas controlados por el ECM. El ECM usa la información del ECT para hacer los cambios necesarios para:

- Entrega de combustible
- Control de Ignición (IC)
- Sistema del sensor de detonación (KS)
- Velocidad de marcha mínima (IAC)
- Aplicación del embrague del convertidor de par (TCC)
- Sistema EVAP
- Sistema de circulación de gases (EGR)
- Operación del ventilador de enfriamiento (en algunos autos)

Figura 26. **Circuito eléctrico del sensor de temperatura (ETC)**



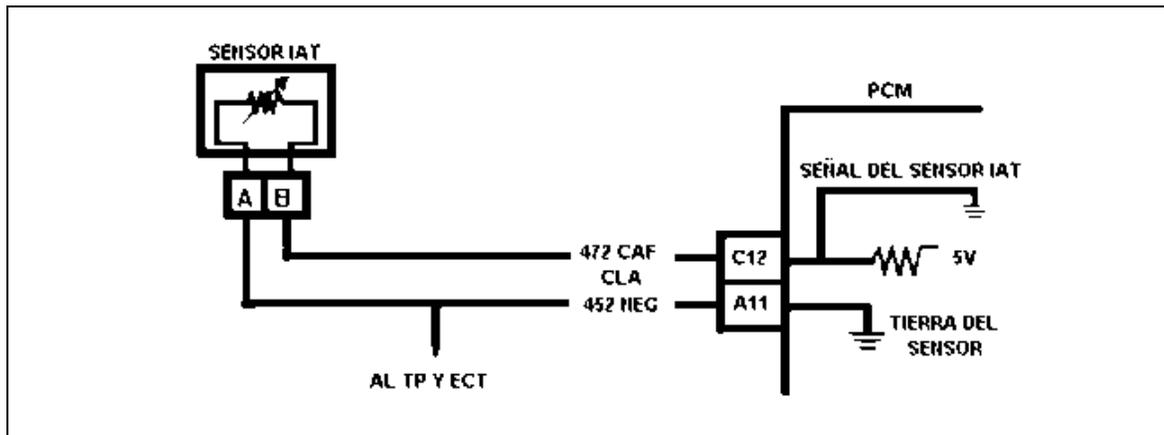
Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 23.

- Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT)

El sensor de temperatura IAT es un termistor de coeficiente negativo, ver figura 27. El sensor IAT está montado en el conducto del aire de admisión. El ECM suministra al sensor IAT una señal de referencia de 5 voltios, a través de una resistencia limitadora de corriente y mide la caída de voltaje. El ECM mide las caídas de voltaje del sensor IAT para conocer cuál es la temperatura del aire de admisión. Las lecturas del aire son de particular importancia durante el funcionamiento del sistema en *Open Loop* (motor frío). El ECM usa la lectura del sensor IAT para:

- Ajustar la relación de una combustión de acuerdo a la densidad del aire, particularmente durante la operación del motor frío, cuando el múltiple de escape y el convertidor están bajo de la temperatura de operación.
- Modifica el avance de chispa.
- Determina cuándo habilitar el sistema EGR.

Figura 27. Circuito eléctrico del sensor de temperatura del aire (IAT)



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 25.

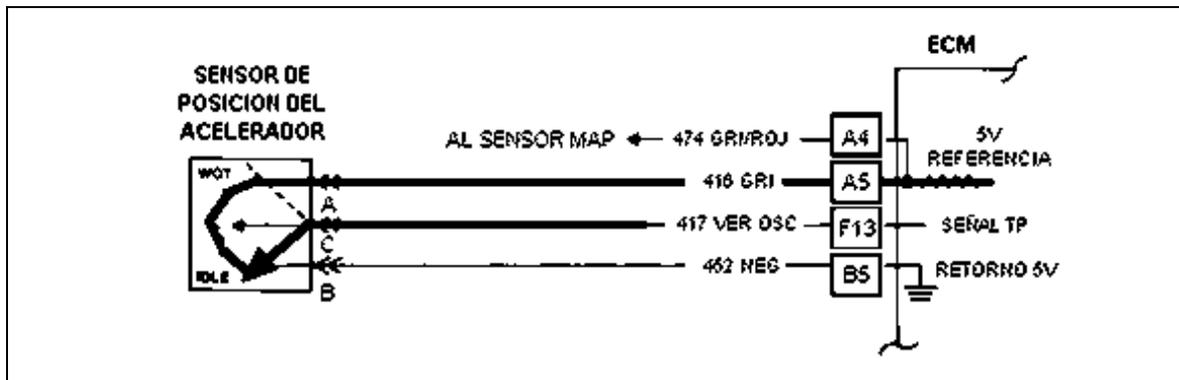
- Sensor de posición del acelerador (TP)

El sensor de posición del acelerador (TP), es de tres cables, una resistencia variable (potenciómetro) montado en el cuerpo de aceleración y es accionado por la flecha de la válvula del acelerador, ver figura 28. Cuando el acelerador está cerrado el ECM registra una señal de voltaje bajo, cuando el acelerador está totalmente abierto (*Wide throttle*) el ECM registra una señal de voltaje alto. Esto quiere decir que la señal de voltaje cambia en relación a la posición del acelerador, en marcha mínima (Idle) alrededor de 0.5 voltios y con el acelerador totalmente abierto de 4.5 voltios. El ECM usa la información de TP para calcular:

- La entrega de combustible
- La aplicación del embrague del convertidor de par (TCC)
- El control de la luz de cambio ascendente
- La purga del canister (sistema EVAP)

- El tiempo de ignición
- El control de sistema EGR
- El control del sistema de A/C

Figura 28. **Circuito eléctrico del sensor de posición del acelerador (TP)**

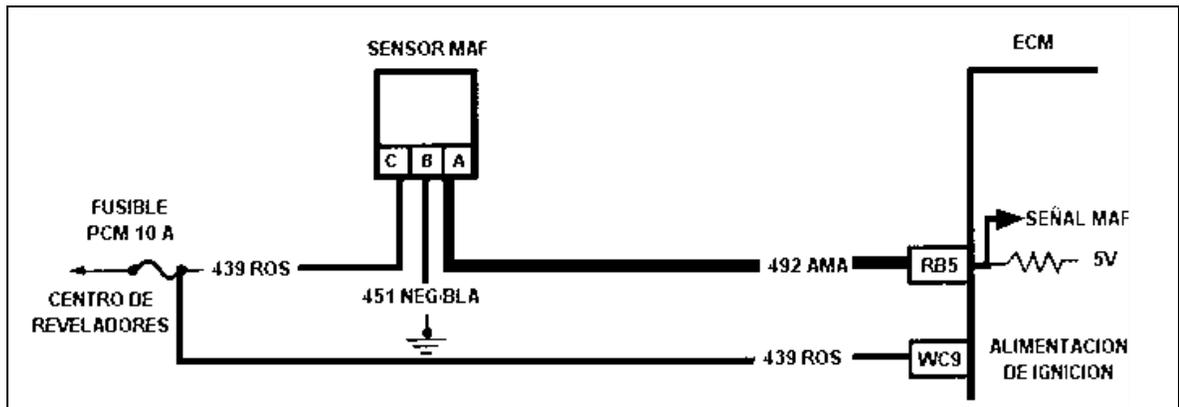


Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 26.

- Sensor de flujo y masa de aire (MAF)

El sensor MAF está ubicado en el conducto de aire de admisión o en el conducto del múltiple de admisión, ver figura 29. El sensor MAF mide temperatura y humedad del aire que entra al motor. Todas estas variables juntas determinan la masa de aire actual para calcular los requerimientos de combustible.

Figura 29. Circuito eléctrico del sensor de flujo y masa de aire (MAF)



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 34.

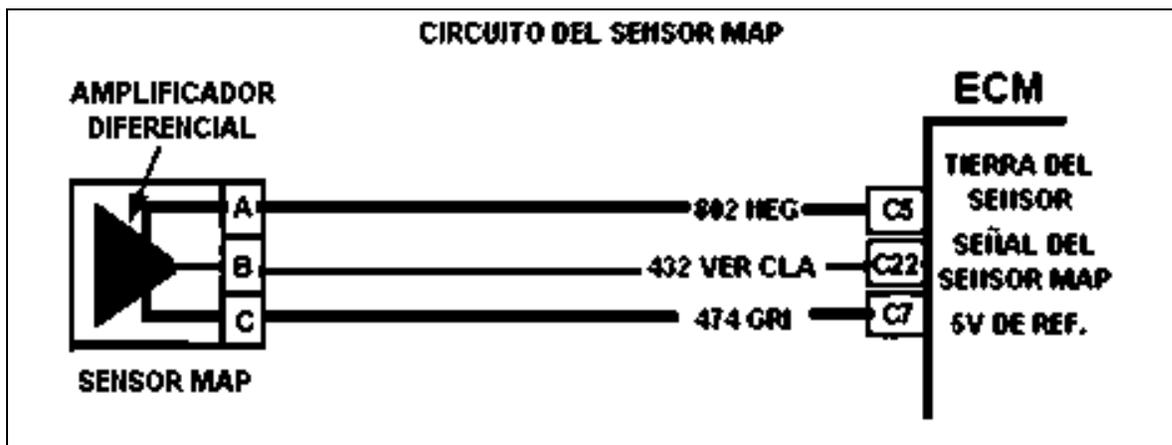
- Sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)

Es un sensor de tres cables, el sensor MAP se localiza en el compartimiento de motor y está conectado a la presión del múltiple de admisión (vacío). Este sensor MAP que usan actualmente los vehículos, es de medidor de esfuerzos, este sensor contiene un chip de silicio de aproximadamente 3 mm cuadrado, el chip está conectado al múltiple de admisión. Cuando el motor está funcionando y se crea un vacío en múltiple de admisión la presión abajo del chip cae, creando un cambio en la resistencia. El sensor MAP mide los cambios de presión en el aire del múltiple de admisión. El ECM usa la información del sensor MAP, la cual le indica la carga del motor, con el fin de calcular los requerimientos de combustible y el tiempo de encendido.

La presión absoluta del múltiple de admisión es exactamente lo opuesto a vacío del múltiple, éste quiere decir que, el MAP es bajo, cuando el vacío es alto (acelerador cerrado), y el MAP es alto cuando el vacío es

bajo (acelerador totalmente abierto). Cuando el motor no está funcionando la presión del múltiple de admisión es la presión atmosférica y el sensor registra la presión barométrica. Eléctricamente, cuando la presión del múltiple de admisión es baja (motor en marcha mínima), el voltaje del sensor es bajo, aproximadamente 1 volt, cuando la presión del múltiple de admisión es alta (acelerador totalmente abierto), el voltaje del sensor es alto, aproximadamente de 4.5 a 5 voltios ver figura 30.

Figura 30. **Circuito eléctrico del sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión (MAF)**



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 35.

- Sensor de velocidad del vehículo (VSS)

La información de velocidad del vehículo es proporcionada al ECM, por medio del sensor de velocidad del vehículo (VSS, *vehicule speed sensor*). Hay varios tipos de VSS:

- Óptico

- Magnético
- Sensor de velocidad magnético (VSS)

En la mayoría de los modelos, los cables del velocímetro han sido reemplazados por un generador de imán permanente, ver figura 31. Éste está montado en la carcasa de la transmisión/transeje en el lugar que ocupa del cable del velocímetro.

El VSS magnético consiste en un generador de imán permanente el cual produce, una señal de voltaje pulsante (A,C), en el momento en que la velocidad del vehículo rebasa los 5 Km. /h el nivel del voltaje AC (corriente alterna), y el número de pulsos se incrementa con la velocidad del vehículo.

La salida del VSS es voltaje AC (señal analógica), la cual no puede ser usada directamente por componentes digitales como el ECM, por lo que es convertida a una señal digital de un convertidor análogo a digital (buffer), llamado módulo amplificador del VSS.

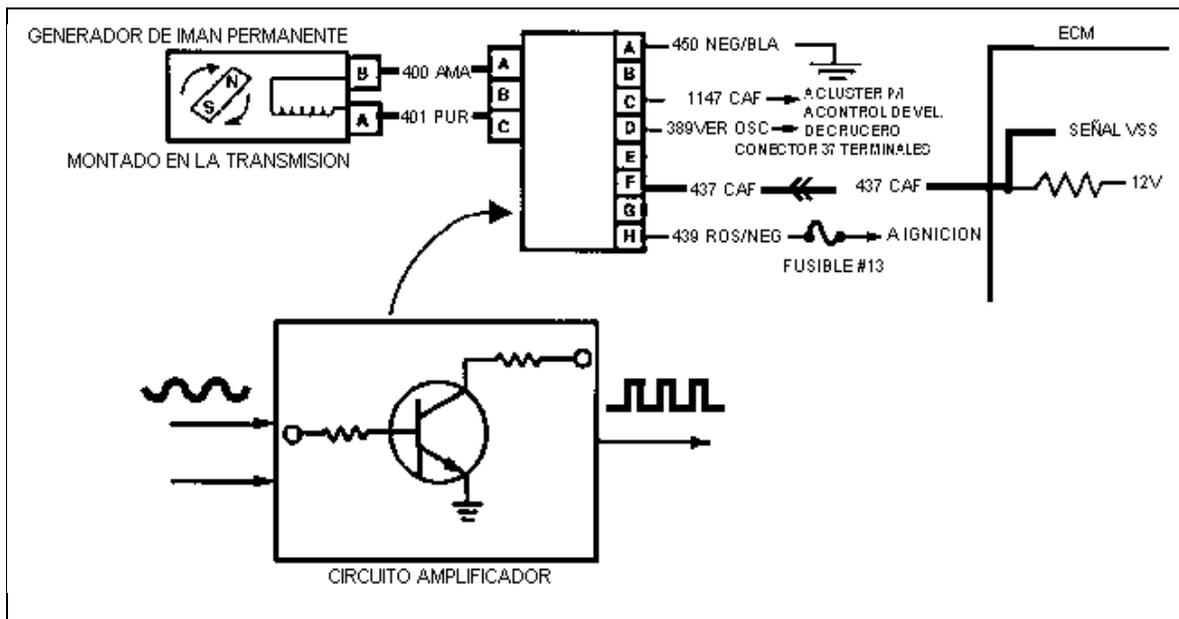
La información del módulo amplificador del VSS puede ser compartida por el ECM con el control de velocidad de cruceo y el velocímetro.

El ECM necesita la información del VSS para controlar.

- La válvula del control de aire de mancha mínima.
- Purga del canister (EVAP).
- Embrague del convertidor en par.
- Control de velocidad del cruceo.

- Solenoides de cambios de transmisión ventilador(es) de enfriamiento.

Figura 31. Circuito eléctrico del sensor de velocidad magnético (VSS)



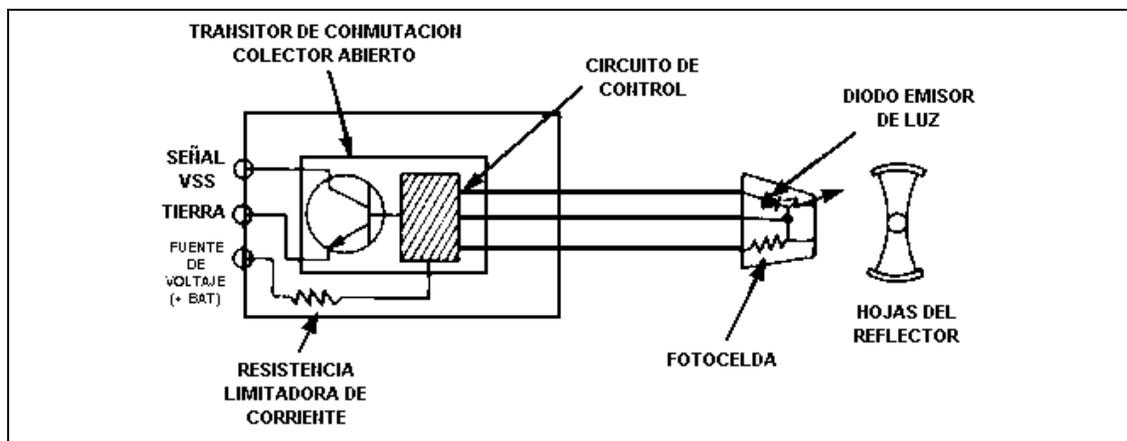
Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 41.

- Sensor de velocidad óptico (VSS)

El VSS óptico está ubicado dentro del velocímetro y consiste de una foto celda y un diodo emisor de luz (LED), montado en una caja. Este ensamble está conectado a un círculo amplificador. Dentro del velocímetro hay un reflector de hojas giratorio que completa el sistema. Cuando el interruptor del encendido está en la posición de *on*, el *led* del VSS óptico emite una luz infrarroja.

Al girar el cable del velocímetro, las laminas planas de metal del reflector reflejan la luz por medio de una *led*, Por cada revolución que se origina del cable del velocímetro se origina una luz que es reflejada por la foto celda, la cual envía una señal eléctrica que proporciona la velocidad del vehículo, y también la envía al módulo amplificador, éste conmuta la señal *on* y *off*, enviándosela después al ECM, que interpreta los voltajes altos y bajos, como velocidad del vehículo, ver figura 32.

Figura 32. Circuito eléctrico del sensor óptico



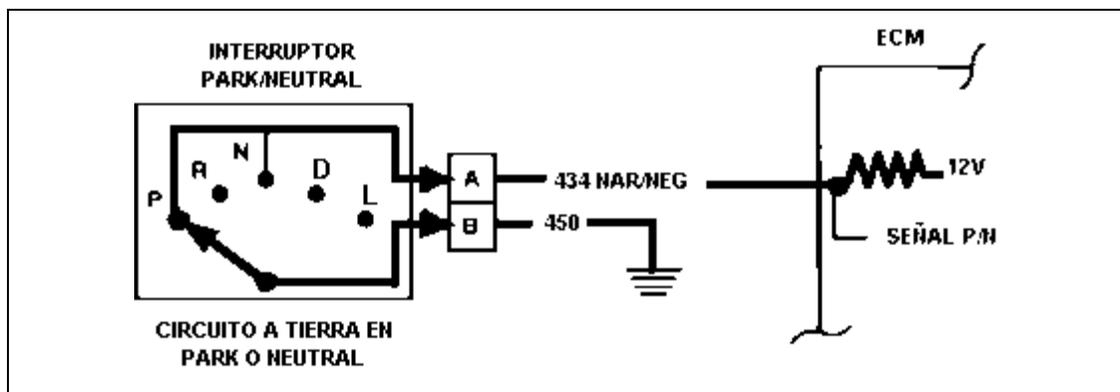
Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 42.

- Interruptor de Park/Neutral (PNP, estacionado y vehículo sin ninguna velocidad accionada)

El interruptor de Park/Neutral (PNP), ver figura 33, es operado por el mecanismo de la palanca de selección de velocidades, proporcionando un camino a tierra al voltaje de referencia del ECM (el interruptor del PNP es el tipo *pull down*), cuando selecciona cualquier otra posición de velocidad el interruptor PNP, el cual puede estar localizado en la columna

de la dirección del timón, o en piso de la columna de la transmisión. El ECM usa la información del interruptor PNP para incrementar la velocidad de la transmisión.

Figura 33. **Circuito eléctrico de la palanca selectora de velocidad en *parking* (estacionarse)**



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 43.

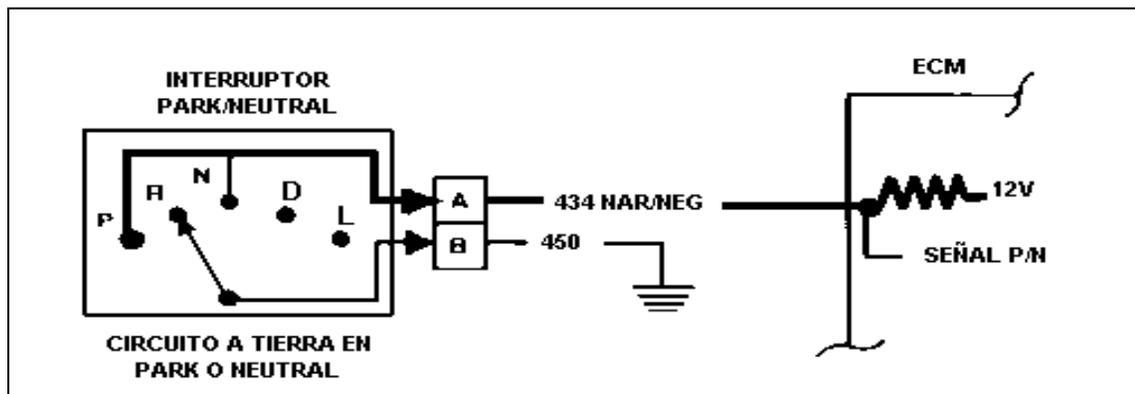
El ECM usa la información del interruptor del PNP, para incrementar la velocidad de mancha mínima conforme la transmisión cambia de park o neutral a una velocidad para evitar el jaloneo del vehículo debido a la carga de transmisión; ver figura 34.

La entrada del interruptor PNP también es usada por el ECM para controlar.

- El embrague del convertidor de par (ICC).
- El tiempo de encendido.
- El sistema EGR.
- El diagnóstico del VSS.

- El control de la válvula IAC.

Figura 34. **Circuito eléctrico de la palanca selectora de velocidad en retroceso**



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 44.

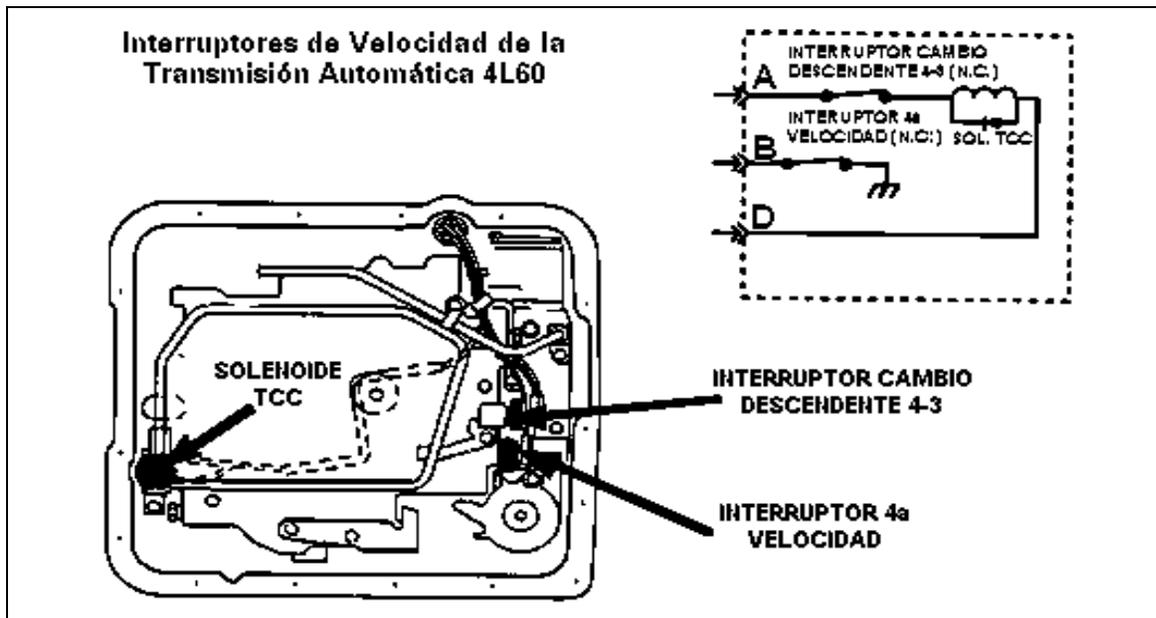
- Interruptores de velocidad de la transmisión

Dependiendo del sistema de potencias el ECM/PCM puede requerir qué velocidad ha sido embragada (acoplada) en la transmisión con el fin de aplicar el embrague del convertidor de par o como retroalimentación de la velocidad embragada. Los interruptores de velocidad de la transmisión son del tipo *pull down*, y pueden ser normalmente cerrados.

En interruptores, normalmente abiertos, cuando la velocidad que les corresponde está embragada, le proporcionan al ECM un voltaje bajo.

En interruptores, normalmente cerrados, cuando la velocidad que les corresponde está embragada, le proporciona un voltaje alto al ECM.

Figura 35. **Localización de interruptores en la transmisión automática 4L60**



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 46.

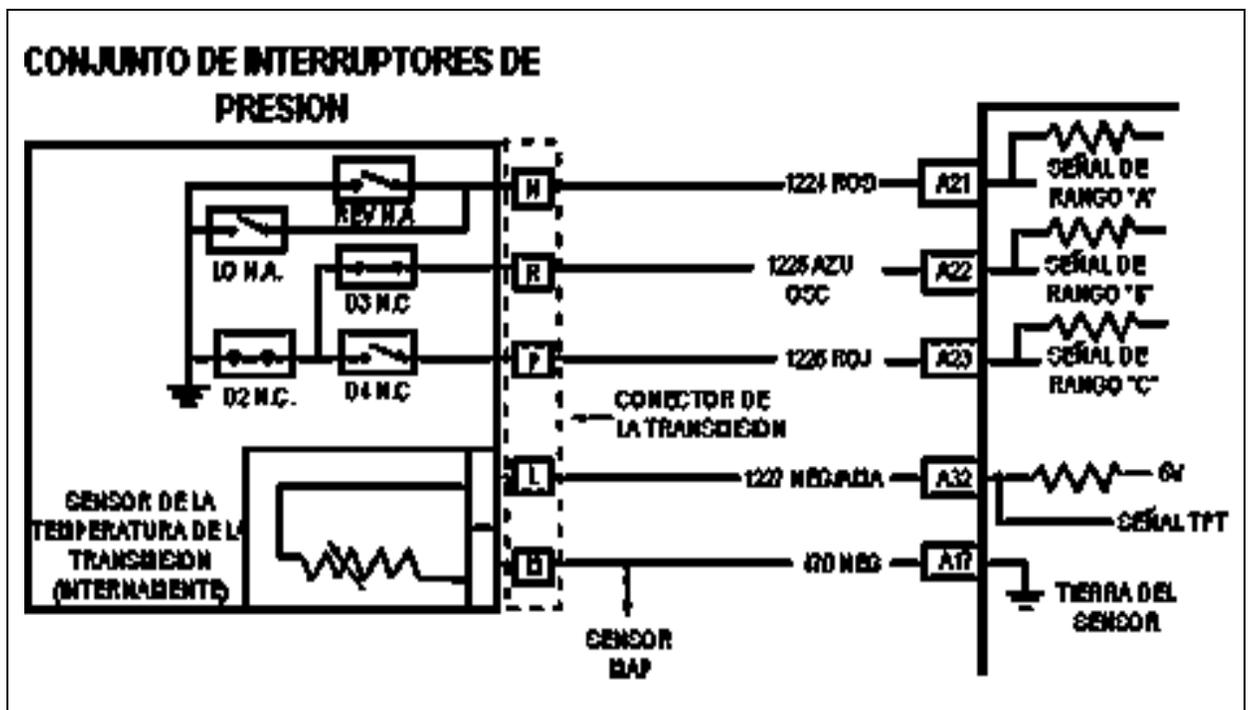
- Sensor de la temperatura de la transmisión (TFT)

El sensor TFT es un termistor similar a otros sensores de temperatura usados para controlar el motor, que está sumergido en el fluido de la transmisión y se encuentra montado en el PSA. La resistencia del sensor altera la señal de referencia de 5 voltios enviada por el PCM.

- El PCM usa esta señal para
  - Controlar la aplicación del TCC
  - Controlar la presión de línea de la transmisión

A altas temperaturas el PCM puede comandar la aplicación del TCC para reducir la temperatura generada por el acoplamiento hidráulico del convertidor de par, ver figura 36.

Figura 36. Circuito eléctrico de interruptores de presión en la transmisión automática



Fuente: Curso de capacitación General Motor Inyección Electrónica, diapositiva No. 47.

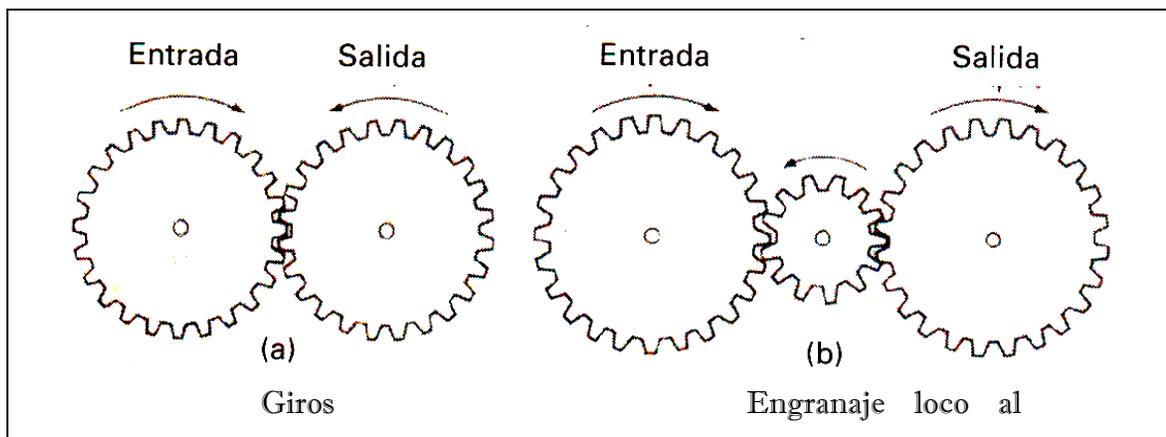


### 3. ACCIONAMIENTO Y MECANISMOS DE LA TRANSMISIÓN

#### 3.1. Engranajes

Los engranajes y los ejes son partes muy importantes de cualquier transmisión, ya sea automática o manual. Para reducir la fricción, los engranajes y los ejes operan en cojinetes, y los engranajes se recargan contra cojinetes y arandelas de empuje. Se necesitan sellos (a los que también se les llama retenedores de aceite o de grasa), para mantener el lubricante dentro de la caja y el polvo fuera de ella.

Figura 37. Efecto del engranaje loco sobre el sistema de rotación entrada-salida

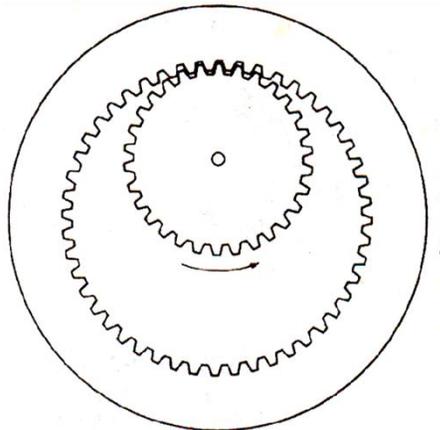


Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 25.

Si sólo se tiene un engranaje, es como si se tratara de aplaudir con una sola mano. Para que trabaje debe engranar o acoplarse con otro. A dos o más engranajes acoplados entre sí, a esto se le llama tren de engranajes.

La figura 37 muestra dos engranajes del mismo tamaño acoplados; observar que giran en dirección opuesta. Así mismo, se ha agregado un tercer engranaje entre ellos para hacer que la entrada y salida tengan la misma dirección. Se llama engranaje loco (o intermedio) porque su único objetivo es cambiar la dirección. Podrían ser del mismo tamaño, o aún mayor, que los otros engranajes, pero por lo general es menor para ahorrar espacio, materiales y costo. La figura 38 muestra un engranaje externo (porque tiene los dientes en el exterior) acoplados con un engranaje interno (dientes en el lado interior). Cuando un engranaje interno engrana con uno externo, ambos giran en la misma dirección.

Figura 38. **Engranaje interno trabajando con un engranaje externo**



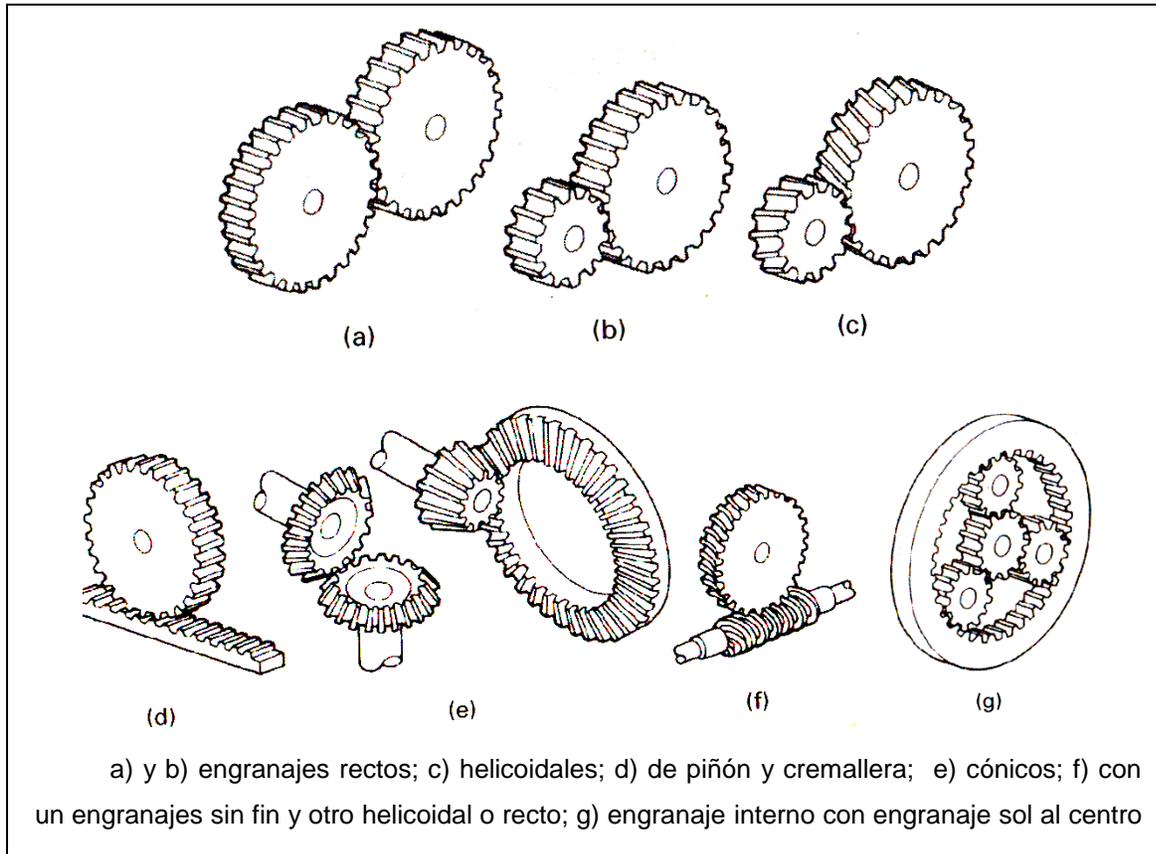
Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 25.

### 3.1.1. Tipos y formas de engranajes

En la figura 39 aparecen ejemplos de engranajes básicos.

- Engranajes rectos: tienen sus dientes paralelos al eje del engranaje, como en (a) y (b), mientras que los dientes de los engranajes helicoidales (c) forman un ángulo con el eje. El tren de engranajes en (d) se emplea en muchos sistemas de dirección. Aunque es una combinación de engranajes de cremallera (un engranaje de caja plano) y un engranaje recto, se usa en este caso el término piñón en lugar del recto. Un engranaje piñón es cualquier engranaje considerablemente menor que otro contra el que acciona.

Figura 39. **Trenes de engranajes**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 26.

- Engranajes pequeños en la figura 39, en (b), (c), (d), (e) y (g), son todos piñones. El tren de engranajes de cremallera y piñón se transforman el movimiento giratorio en trayecto lineal perpendicular al eje del giro. Los trenes de engranajes cónicos conectan dos ejes que giran a determinado ángulo entre sí. La parte derecha de (e) de la figura 39, es un anillo piñón. Un engranaje interno de anillo (al que a veces se le llama anular) o un externo. Los engranajes externos de anillo se montan por lo general alrededor de alguna otra parte, por ejemplo, un engranaje de anillos para arranque de motor se puede montar sobre un volante, placa flexible o

convertidor de par. Un anillo de tercer miembro se monta sobre la caja diferencial. El sinfín y engranajes de sinfín (f) (o de tornillo) consiste en un engranaje en forma de hélice cilíndrica cuyo diámetro es, por lo general, sólo un poco mayor que su eje y un engranaje recto circular. Se usa en ciertos casos para impulsar elementos cuyos ejes se encuentran en ángulos rectos. Un empleo corriente del sinfín es para impulsar el cable del velocímetro con el eje de salida de la transmisión. En (g) se muestran un tren de engranajes planetarios simple. Las variaciones de él se emplean mucho en la mayor parte de los diseños de transmisión automáticas. Obviamente, recibe el nombre de planetas (engranajes piñón) que se mueve alrededor del sol (engranaje central).

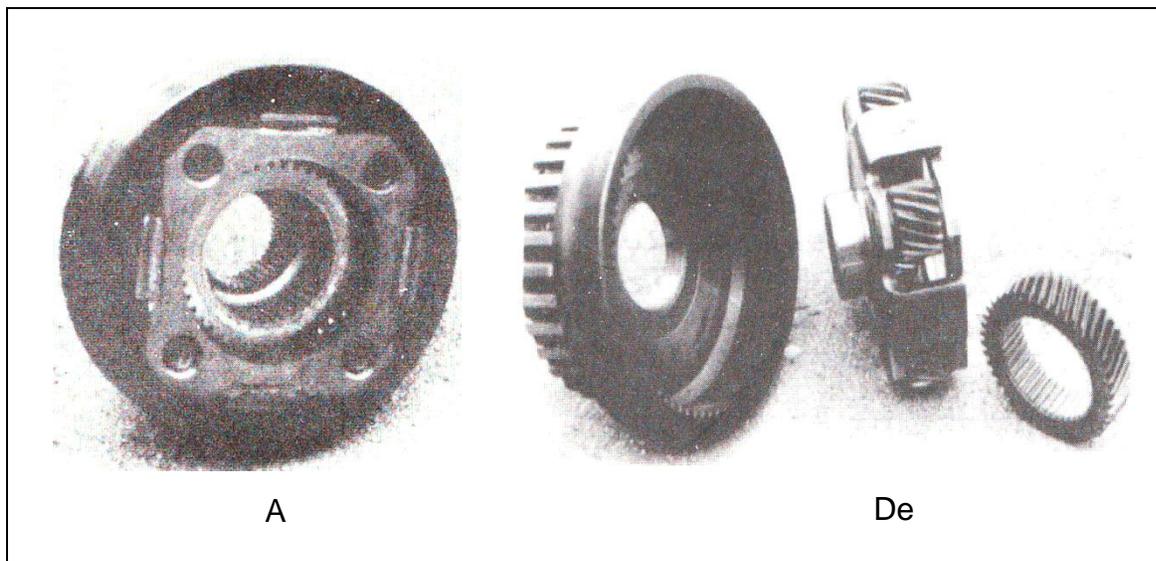
Las tres partes de un tren simple de engranajes planetarios son: engranaje interno, engranaje sol y tres engranajes piñón planetarios. Otra parte, que se llama soporte planetario (o caja), sostiene a las tres partes mencionadas anteriormente donde ambos giran junto con los engranajes planetarios. El soporte mismo, gira alrededor del mismo centro que los engranajes de anillo y sol. Cuando uno se refiere a la entrada y salida de los engranajes piñón planetarios, se habla en términos del soporte planetario, o simplemente soporte.

Los trenes de engranaje planetarios tienen acoplamiento constante. No se acoplan o desacoplan resbalando para engranar o desengranar como lo hacen mucho de los engranajes de una transmisión manual.

El engranaje sol se acopla con los engranajes planetarios, y éstos engranan con el engranaje interno. También, los tres son estriados, o bien están conectados de alguna manera a sus partes giratorias en la transmisión.

La figura 40 muestra las tres partes principales de un tren de engranajes planetarios simple (b), y las mismas armadas en una unidad (a). Puede haber sólo tres engranajes planetarios en algunos diseños, y los engranajes mismos pueden ser de diversos tamaños dependiendo del fabricante. Pero en las aplicaciones automotrices siempre son menores que el engranaje sol o el de anillo.

Figura 40. **Tren de engranajes planetarios sencillos**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 28.

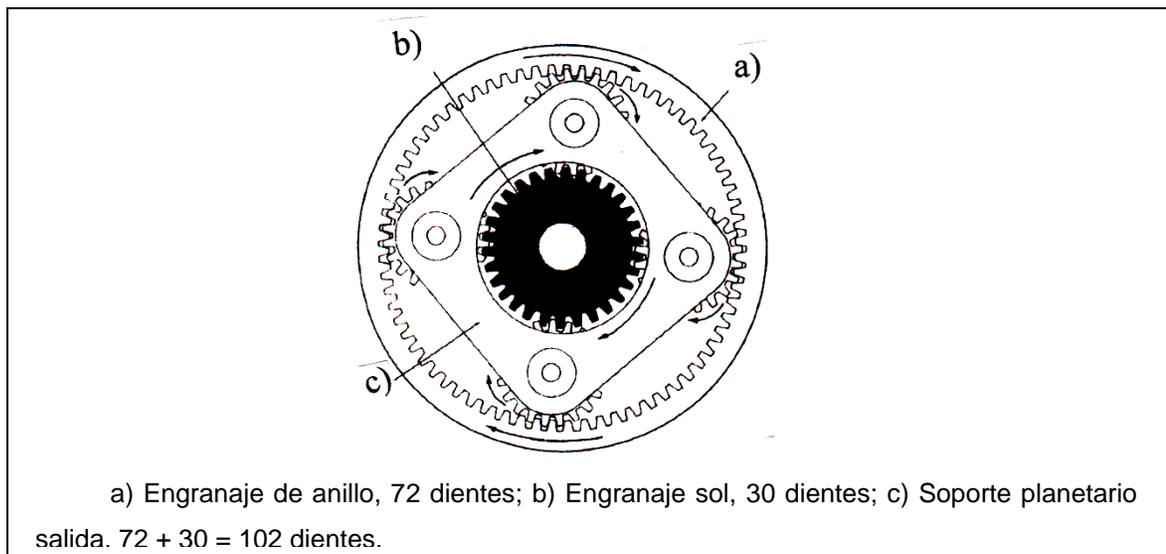
Un tren de engranajes planetario puede producir reducción o sobremarcha en un vehículo hacia adelante o atrás. Esto se logra empleando un engranaje para la entrada, otro para la salida, y el restante como miembro de reacción, manteniéndolo estacionario.

A menos que uno de los engranajes se mantenga estacionario, no se transmitirá par (punto muerto, o neutral).

Si se sujetan entre si dos de los engranajes, el par de entrada es igual al de salida (impulsión directa).

La tabla I lista todas las combinaciones posibles de un tren de engranajes planetario simple, junto con los cálculos para la relación correspondiente de engranaje, usando el número de dientes como medida. Ver figura 41, y observar que el número del soporte no es el número de dientes de los engranajes planetarios. Éstos sólo son engranajes locos. El número de dientes del soporte es igual al total de dientes del engranaje sol y del engranaje de anillo; ya que cuando el engranaje o el de anillo se sujetan mientras los demás giran la rotación del soporte esta influida por ambos engranajes, el sol y el de anillo. El efecto es semejante a avanzar dos pasos hacia delante y uno hacia atrás. Por lo tanto, la circunferencia del soporte sí es igual a la suma de la circunferencia del engranaje anular más la del engranaje sol.

Figura 41. **Tren de engranaje planetario sencillo en neutral: engranaje de anillo y engranaje sol**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 29.

Tabla I. **Posiciones posibles en un engranaje para un tren planetario sencillo**

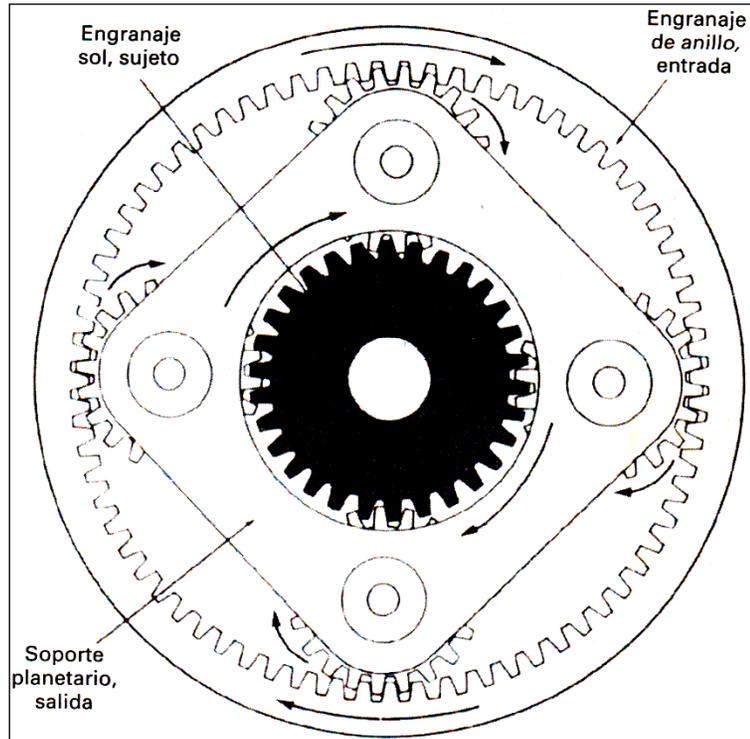
Sol (30 dientes)	Soporte (102 dientes <sup>a)</sup> )	Anillo (72 dientes)	Salida/ entrada	Relación	Velocidad
Sujeto	Salida	Entrada	$\frac{102}{72} = \frac{1.43}{1}$	1.43:1	Segunda b f. (3-10)
Sujeto	Entrada	Salida	$\frac{72}{102} = \frac{0.71}{1}$	0.71:1	Sobremarcha f. 3-11
Entrada	Sujeto	Salida	$\frac{72}{30} = \frac{2.40}{1}$	2.40:1	Reversa f.3-12
Sujeto	Salida	Sujeto	_____	1:1	Directa
Sujeto	Sujeto	Salida	_____	1:1	Directa
Salida	Sujeto	Sujeto	_____	1:1	C
Entrada	Salida	Sujeto	$\frac{102}{30} = \frac{3.34}{1}$	3.34:1	C
Salida	Entrada	Sujeto	$\frac{30}{102} = \frac{0.29}{1}$	0.29:1	C
Salida	Sujeto	Entrada	$\frac{30}{72} = \frac{0.42}{1}$	0.42:1	C

**a** 30+72 = 102  
**b** la baja relación de las primera velocidad (más de 2:1) necesita el empleo de un segundo tren planetario de engranajes  
**c** No se emplean en las transmisiones automáticas.

Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 29.

En las figuras 42, y 43 se muestran las tres primeras combinaciones de engranajes de la tabla I. Éstas, y la impulsión directa son las únicas combinaciones simples que se usan en las transmisiones automotrices.

Figura 42. **Reducción (segunda velocidad)  $102/72 = 1.43: 1$  y  
sobremarcha  $72/102 = 0.71: 1$**



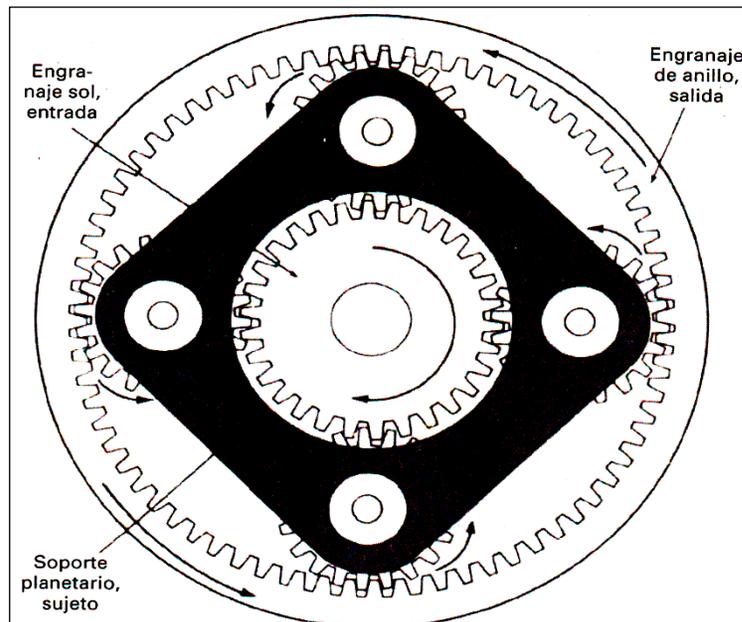
Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 29.

El resto de las combinaciones mostradas en la parte inferior de la tabla I, de la página 79, no se usan en las transmisiones debido a una o ambas de las razones siguientes:

- Las relaciones de engranaje que resultan son demasiado altas o demasiado bajas para amoldarse a los requisitos del resto del tren de impulsión.

- La combinación de requerimientos para engranajes de entrada, salida y estacionario sería imposible, o ineficiente en un diseño general de transmisión.

Figura 43. **Reversa**  $72/30 = 2.4:1$



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 29.

- Trenes de engranajes planetarios compuestos

Un tren simple de engranajes planetarios da tan sólo dos velocidades hacia delante, o de avance, de uso práctico en las transmisiones automotrices; pero se necesitan tres, o hasta cuatro y cinco engranajes planetarios para las que tienen sobremarcha. De modo que en el lugar de emplear dos trenes de engranajes planetarios simples, se han desarrollado trenes de engranajes planetarios compuestos, o

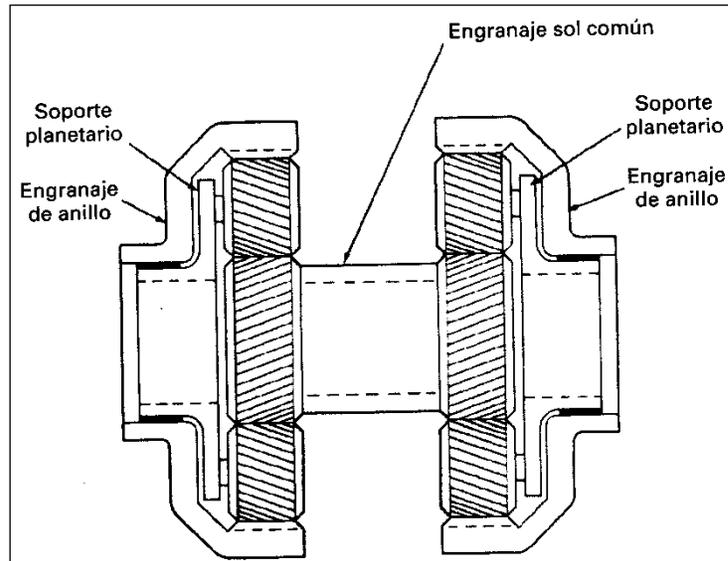
combinados. En algunos diseños se emplean tanto un tren compuesto como uno simple.

En las transmisiones automotrices existen dos diseños de trenes compuestos de engranajes planetarios: el Simpson y el Ravigneaux. De los dos, el Simpson es el que más se usa. Se emplea en todas las transmisiones serie C de Ford, las JATCO, las series 125 y 200-400 de General Motors, y en los Chrysler y American Motors, BMW, Volkswagen, Mazda, Nissan con transeje y Toyota. El Ravigneaux se usa en algunos de los diseños Borg-Warner, Renault, Mitsubishi, Mercedes y los Ford y General Motors con transeje.

- Tren planetario Simpson

En una transmisión automática a una mitad se le llama el planetario delantero, y a la otra el planetario trasero. En realidad, consiste en dos trenes planetarios cuyos engranajes sol, son de una pieza. Los engranajes pueden tener el mismo tamaño o distinto.

Figura 44. **Tren de engranaje planetario Simpson**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 29.

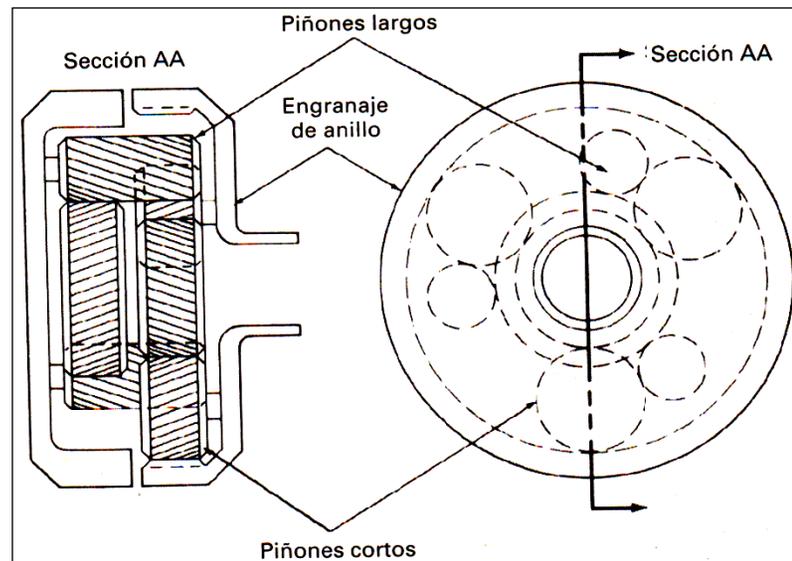
En un tipo, ambas partes del tren compuesto se usan en primera velocidad, pero la segunda y la reversa usan distintas mitades del tren. La impulsión directa necesita de la sujeción, afianzamiento o aseguramiento de dos de las partes de cualquier mitad del tren compuesto. Hay diferentes formas de combinar la entrada, salida y sujeción dependiendo de las necesidades de diseño.

- **Tren planetario Ravigneaux**

Es más complejo que el Simpson, tiene un sólo engranaje anular y dos engranajes sol. El soporte o caja está equipado con dos conjuntos de engranajes piñón o planetarios, siendo un juego más largo que el otro. El juego corto engrana con el engranaje anular y uno de los engranajes sol. El conjunto largo engrana con el otro engranaje sol y con los piñones

cortos. De este modo, los dos conjuntos de engranajes sol y el soporte usan el mismo engranaje anular.

Figura 45. **Tren de engranajes planetarios Ravigneaux**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 29.

### 3.1.2. Reducción y sobremarcha

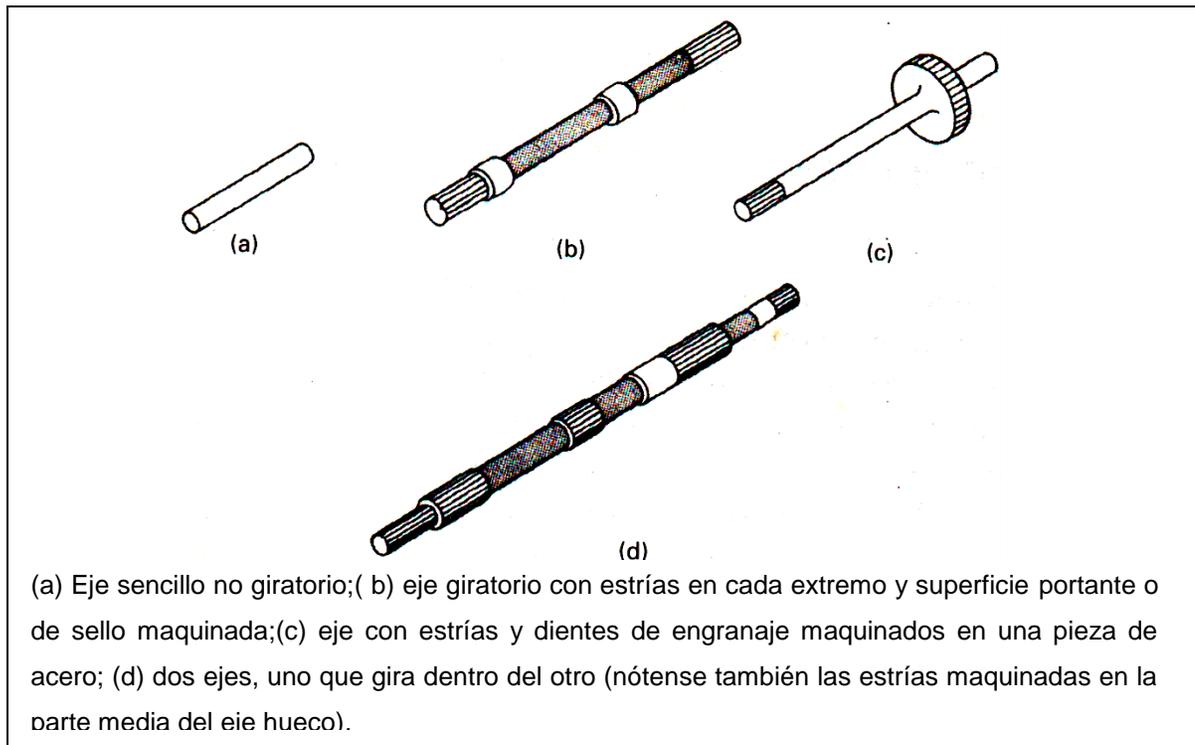
Cuando la entrada es en el engranaje menor, a la relación de engranaje (es una expresión del número de veces que gira el engranaje de salida con respecto al engranaje de entrada) se le llama reducción del tren de marcha, se necesita más de una vuelta del engranaje menor, el de entrada, para que el mayor dé una vuelta: es una reducción de revoluciones de la entrada a la salida. Pero cuando el engranaje mayor es el de la entrada, el engranaje menor gira más que una revolución (o vuelta) por cada vuelta el engranaje mayor, de salida. Entonces, a la relación de engranaje se le llama sobre marcha. El engranaje mayor, sobreimpulsa al menor; esto es, lo hace que de más de una

vuelta cuando él se mueve una vuelta. Se da también que el par resultante en la sobre marcha es menor a la salida que la entrada.

### **3.2. Ejes**

El eje o flecha, o árbol de transmisión más sencillo es un tramo estacionario de acero de diámetro uniforme que sirve como eje de soporte de un engranaje o algún dispositivo rotatorio. En la figura 46 a), se muestra una flecha estacionaria sencilla. Muchos ejes son complicados. Son diferentes longitudes y tamaños, y pueden tener superficies externas maquinadas para que giren engranes sobre ellas, agujeros y venas de lubricación para conducir aceite a presión hacia varias partes del eje, o ranuras para sujetar en sellos y retenedores. Los ejes giratorios tienen un conjunto de dientes largos llamado estrías, maquinadas en uno o ambos extremos (fig. 46. b), y a veces en algún otro lugar (fig. 46.d).

Figura 46. Ejes más comunes en las transmisiones automáticas



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 31.

- Estrías

La estría macho en un eje tiene cierta tolerancia con la estría hembra de alguna otra pieza que debe girar con el eje. Con frecuencia, la estría macho es más larga que la hembra, y por lo tanto esta última puede trabajar en distintos lugares a lo largo del eje. Las estrías pueden ser espirales en lugar de tener dientes rectos.

Desgaste de las estrías y los ejes

Una estría no acopla con otra como lo hace un diente de engranaje.

Su desgaste se presenta debido a fricción de deslizamiento y a fuerzas de par en sentido contrario de las manecillas del reloj, o en sentido contrario a ellas. Por lo general, basta una inspección visual para descubrir una estría dañada o desgastada, pero si hay un ajuste muy libre al acoplar las estrías, se debe pensar en su cambio.

Debe determinarse el desgaste que sufren las superficies maquinadas lisas de un eje, mediante mediciones con micrómetro; de esta manera, será fácil reconocer las zonas de la superficie que no se han usado. Debe medirse, y anotar el diámetro de la zona que no haya trabajado; hacerlo así, al menos dos determinaciones, una cerca de cada extremo, para ver si la superficie tiene conicidad en la zona de desgaste, medir al menos otras dos lecturas a 90° entre sí, para determinar si la superficie está o no redonda.

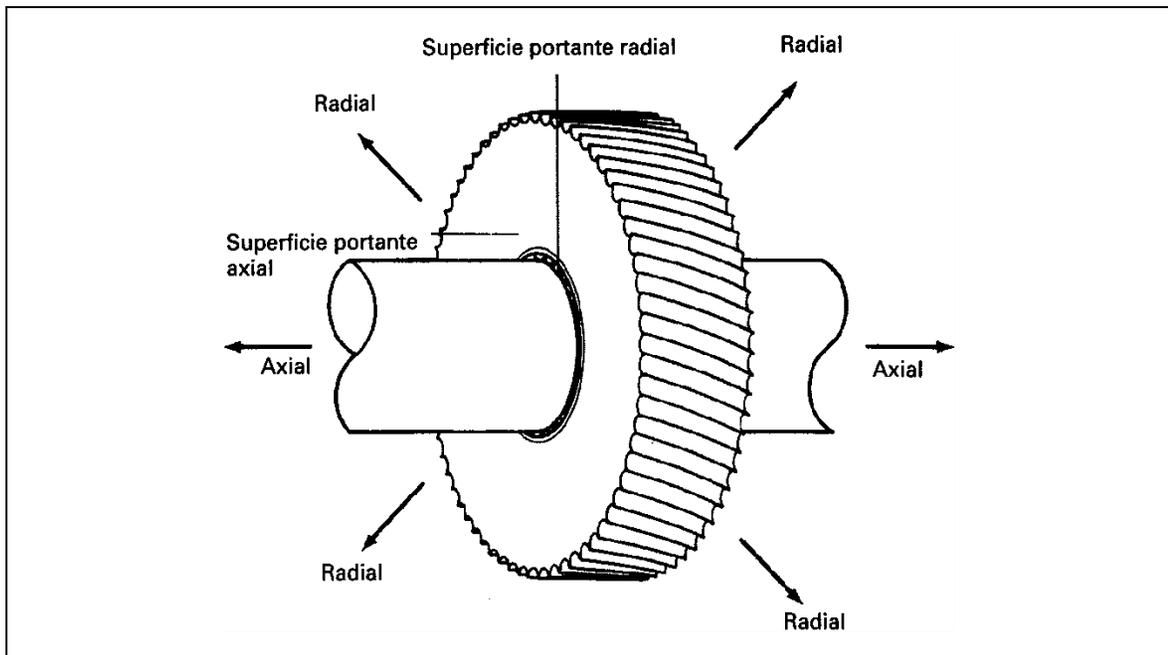
### **3.3. Cojinetes**

Cuando la parte de una máquina desliza sobre, o gira alrededor de otra, las superficies que hacen contacto entre sí se llaman superficies deslizantes, o superficies de carga o portantes. Un engranaje que gira alrededor de un eje fijo puede tener más de una superficie deslizante. Se le soporta y mantiene en su lugar mediante el eje en una dirección radial, esto es, por fuerzas que irradian desde el centro del eje. También, el engranaje tiende a moverse a lo largo del eje en una dirección axial al girar, y por lo tanto se le mantiene en su lugar mediante otras partes. Las superficies entre los lados del engranaje y los otros componentes también son superficies de deslizamientos (ver figura 47).

Un cojinete es un dispositivo que se coloca entre dos superficies deslizantes para reducir la fricción y el desgaste.

La mayor parte de los cojinetes tienen superficies que se deslizan o que ruedan entre sí. En este último caso se le llama rodamientos, (llamados baleros). En las transmisiones automáticas los cojinetes de deslizamiento se emplean cuando prevalece una o más de las condiciones siguientes: baja velocidad de giro, superficies de deslizamiento muy grandes en comparación con las fuerzas que se desarrollan, o poco uso.

Figura 47. **Fuerzas a las que se somete un cojinete**



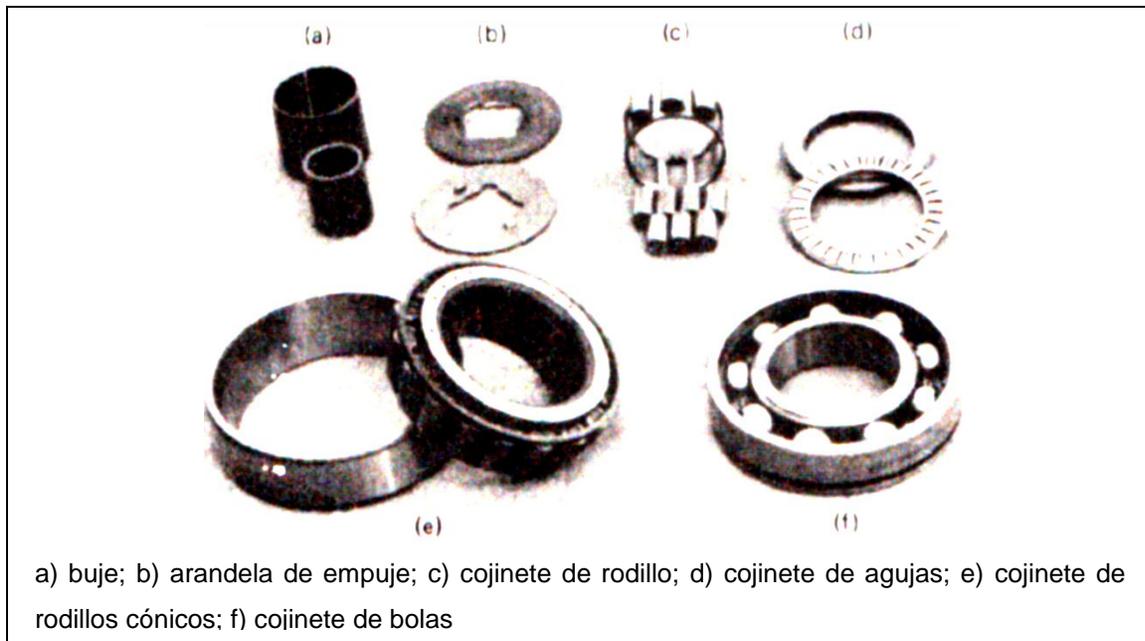
Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 31.

Los rodamientos (de rodillo o de bolas) se usan en superficies de alta velocidad, alta carga y pequeñas superficies de deslizamiento, y mucho uso.

### 3.3.1. Cojinetes de deslizamiento

Las transmisiones automáticas emplean cojinetes de deslizamiento que se componen de una aleación de bronce relativamente blanda. Muchos están fabricados con acero y en ellos la superficie de deslizamiento está ligada o fundida, al acero. A los que toman cargas radiales se les llaman bujes, y a los que toman cargas axiales se les llaman arandelas de empuje. Ver figura. 48, (a) y figura. 48 (b), respectivamente. La superficie de deslizamiento gira por lo general contra la superficie más dura, como el acero, para producir características de mínima fricción y calor.

Figura 48. **Cojinetes**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 33.

- Bujes

Los bujes tienen forma cilíndrica y casi siempre se les mantiene en su lugar mediante un ajuste de prensa; esto es, su diámetro exterior es unas pocas milésimas de pulgada mayor que el diámetro interior del agujero donde se introducen, y por lo mismo, el buje se introduce en su lugar mediante una prensa. En realidad, el ajuste de prensa cambia el diámetro interior, lo cual se toma en cuenta en el diseño del buje para que al comprimirse tenga el tamaño que se requiere para su instalación.

- Arandelas de empuje

Con frecuencia sirven como cojinetes, y a la vez como distanciadores, y se fabrican en varios espesores. Pueden tener una o más ranuras en la circunferencia interior o exterior que coinciden con el agujero en el eje para evitar que se den vuelta. Algunas arandelas de empuje están hechas de nylon o de teflón. Se emplean donde las cargas son pequeñas.

- Lubricación y desgaste

Algunos cojinetes deslizantes tienen agujeros barrenados que coinciden con las venas de aceite, para que se puedan lubricar a presión. Otros funcionan en un simple baño de aceite. Con frecuencia, la superficie deslizante tiene surcos para ayudar al flujo del lubricante. Con frecuencia se aprecia con claridad el desgaste tanto en bujes como en arandelas de empuje. Los dos son partes de recambio, de poco costo. Siempre se deben comprobar las especificaciones de la holgura de las arandelas de

empuje, aun al instalarlas nuevas. Si hay demasiada holgura axial se puede originar mucho desgaste en otras partes principales.

### **3.3.2. Rodamientos de rodillos**

La superficie de carga se reduce mucho al usar rodamientos de rodillo. El diseño más sencillo de estos rodamientos deja suficiente holgura entre las superficies portantes de dos partes deslizantes o giratorias en donde cabe media docena o más de rodillos, cada una de las dos líneas de contacto de los rodillos entre las superficies portantes tiene superficie tan pequeña que la fricción se reduce mucho. La superficie portante se asemeja más a una línea que a un área.

Si la relación de longitud a diámetro del rodillo es de 5:1 o más, al rodillo se le llama aguja y al rodamiento se le llama rodamientos de agujas. A veces las agujas están sueltas, como en el rodamiento que se acaba de describir, o bien pueden mantenerse en su lugar mediante un cilindro de acero o mediante anillos a cada extremo. Con frecuencia estos últimos están barrenados para aceptar pernos en los extremos de cada aguja que actúa como un eje. Estos pequeños ensambles ayudan a evitar la molestia de perder una aguja de las doce o más que tiene el juego, con la consiguiente demora para encontrarla o tener que comprar un nuevo rodamiento.

Muchos otros rodamientos de rodillos se diseñan como ensambles o conjuntos. El conjunto consiste en:

- Una pista interior y una exterior, de acero, en forma de anillo.
- Rodillos.

- Una pieza a la que se le llama jaula par ayudar a mantener en su lugar y separados los rodillos.

Hay rodamientos de rodillos diseñados para cargas radiales y otros para cargas axiales. Los dos se utilizan mucho en las transmisiones automáticas. Aunque los rodamientos de rodillos son más caros que los bujes y la arandelas de empuje, cuestan menos que las partes a las que se ajustan (ejes, engranes, cajas, etc.), y por ello una de sus ventajas es que se pueden cambiar a un costo relativamente bajo. Hay un diseño de rodamiento de rodillos que acepta cargas tanto radiales como axiales. Es el rodamiento de rodillos cónicos figura 48 inciso e), de la página 80. Sus rodillos giran formando un ángulo con el eje del conjunto del rodamiento, en lugar de estar paralelos a él. Y, desde luego, los rodillos mismos son ligeramente cónicos para ajustarse con el ángulo que forman las pistas interior y exterior.

El conjunto del rodamiento consiste en dos partes:

- La pista interior, los rodillos y la jaula.
- La pista exterior, o taza.

Como la pista exterior está separada, se puede ajustar la holgura, o precarga del rodamiento durante el armado para cumplir al mismo tiempo con las especificaciones axiales y radiales. La precarga es tan sólo un proceso desajuste que se logra con calzas o suplementos, o bien apretando una tuerca en el eje hasta llegar a un par especificado que no permita el juego axial.

Los rodamientos de rodillos cónicos se usan, por lo general en pares. Aunque rara vez se usan en las transmisiones, este tipo de rodamientos se emplea casi siempre en los transejes, por ejemplo par el engranaje anular de la caja del diferencial, y para el piñón motriz, así como otras aplicaciones donde se necesita precarga.

### **3.3.3. Rodamientos de bolas**

Las mayores cargas radiales en las transmisiones automáticas se apoyan sobre rodamientos de bolas o de rodillos. Los rodamientos de bolas se fabrican de modo semejante a los de rodillos, con la excepción de que las pistas están ranuradas para alojar las bolas de rodamiento. El radio de la ranura o surco es ligeramente mayor que el de las bolas, lo cual reduce la superficie portante más que en el caso de los rodillos.

Otra ventaja del rodamiento de bolas es que, al igual que el de rodillos, puede manejar al mismo tiempo cargas radiales y de empuje; sin embargo, no puede tomar altas precargas que se permiten en los rodamientos de rodillos cónicos.

- Lubricación y desgaste de los rodamientos

Los rodillos, las bolas y las pistas de los rodamientos se fabrican con acero de calidad extremadamente alta, y se terminan con tolerancias menores que 0.00005 (5/100,000) de pulgada (0.0013 mm). Están lubricados con grasa sólida en algunos casos, pero en las transmisiones y transejes automáticos, trabajan en un baño de aceite.

Probablemente la causa más común de deterioro de los rodamientos es el daño por calentamiento, a su vez debido a la falta de lubricación suficiente, y que cuando se presenta es necesario cambiar el rodamiento. Después sigue el desgaste debido a lubricación insuficiente o sucia. Las superficies portantes que se han calentado demasiado muestran decoloraciones azul-negras irregulares.

Los rodamientos que se han lubricado en forma adecuada a lo largo de su vida, finalmente fallarán o se comenzarán a picar debido a fatiga. La picadura de las pistas, rodillos o bolas es originada por diminutas grietas por el esfuerzo originado por muchos millones de giros bajo cargas pesadas.

La prueba más fácil para detectar desgaste en los rodamientos es sujetarlos antes de limpiarlos, y hacerlos girar, con una poca presión. El giro debe ser completamente uniforme. Si se siente cualquier aspereza, o atoramiento, o puntos planos, se debe cambiar el rodamiento.

Si el rodamiento pasa esta prueba, limpiarlo rápidamente con solvente, y no secarlo. Se prueba de nuevo. A continuación buscar si hay pavonamiento o marcas de desgaste. Muchos rodamientos se desgastan tanto, que hacen ruido al girarlos a mano.

### **3.4. Sellos**

Los ejes y demás partes giratorias de las transmisiones automáticas trabajan dentro del fluido que se encuentran en la caja de la transmisión. Algunas tienen conductos para dirigir el flujo de aceite bajo presión. Los sellos abrazan esas partes giratorias en determinados puntos y confinan al fluido en zonas (lugares) específicos.

Aunque se usa con poca frecuencia en las transmisiones automáticas, otro dispositivo que ayuda a retener los fluidos se llama sello hidrodinámico. En realidad es más una bomba que un sello. Consiste en ranuras en espiral que se cortan en un eje de modo que se mueve una gran cantidad de fluido alejándolo de una superficie sellada cuando gira el eje. También, a veces se usan anillos de tipo O, para aplicaciones dinámicas (sellos), pero se usan con más frecuencia en aplicaciones estáticas (empaquetaduras).

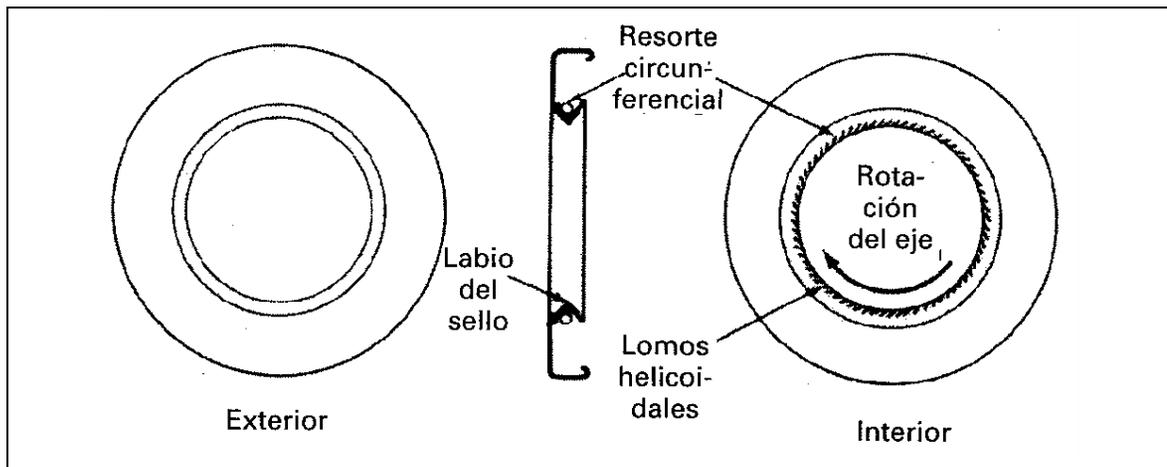
#### **3.4.1. Sellos de labios**

Los sellos de labio se usan alrededor de los ejes de entrada y salida para mantener al fluido dentro de la caja y el polvo fuera de ella. Los sellos de labio y de otros tipos están a veces interconstruidos en los rodamientos de bolas para retener al lubricante.

La parte flexible del sello se fabrica por lo general con hule sintético, como neopreno o de silicona, conformado y de tamaño adecuado para que se flexione al instalarlo, para que aplique presión en el lado agudo del labio.

Algunos sellos tienen doble labio.

Figura 49. Sellos de labio



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 35.

En muchos sellos de labio se encuentra encerrado un resorte toroidal, o circunferencial, para ayudar a mantener la presión del sellado. Esta presión y las superficies secantes están diseñadas para permitir una película de aceite de aproximadamente 0.0001 (1/10,000) de pulgada (0.0025 mm). Si el espesor es mayor se originan las fugas. Los sellos de labio deben cambiarse siempre.

El calor, a la larga, destruye al hule, haciéndolo duro e inflexible. Revisar siempre la superficie que trabaja contra el sello. Un lubricante sucio puede formar surcos de desgaste en ejes, camisas y cubos de acero. A veces se puede colocar un sello nuevo para trabajar en una parte no gastada de la superficie. Si no se puede, se cambia la parte, porque de lo contrario se presentarán fugas, sea nuevo o no el sello

### **3.4.2. Sellos de anillo**

Para sellar el interior de la transmisión en puntos donde se puede aceptar algo de fugas, se usan los sellos de anillo. Son semejantes a los sellos de pistón, y se ajustan a una ranura o surco en un eje, y su circunferencia externa se desliza contra el cubo de la pieza compañera. Pero los sellos de anillo de una transmisión automática sellan en presencia de movimiento giratorio en lugar de movimiento de vaivén o recíprocante, como es el caso de los pistones. Se colocan cerca de salida de fluido a presión en ejes, para ayudar a mantener esa presión. Algunos de ellos se fabrican de fierro colado, otros de nylon o teflón. Como en el caso de otros tipos de sellos, estos sellos de anillo deben cambiarse al rearmar.

### **3.5. Bandas y embragues**

Las bandas y embragues utilizan la fricción, pero en las transmisiones automáticas, los embragues giran mientras se aplican o se sueltan, y las bandas no.

Las bandas están conectadas a la caja de la transmisión y se usan para detener o parar tambores giratorios o cajas cilíndricas. Esto es el porqué a veces a las bandas se le conoce como elementos de reacción.

Las bandas se han empleado durante mucho tiempo. Aunque se emplearon como embragues giratorios en algunas de las máquinas muy antiguas impulsadas por bandas planas, una de las primeras aplicaciones automotrices fue el freno externo de tambor. Durante muchos años, Chrysler empleó una banda externa de frenado y un tambor en el extremo del eje de salida de la transmisión como freno de estacionamiento.

De hecho, algunos fabricantes de transmisiones automáticas llaman frenos a las bandas de la transmisión. Las bandas y los embragues se usan en conjunto en las transmisiones automáticas para cambiar las relaciones de engranes y aun la dirección.

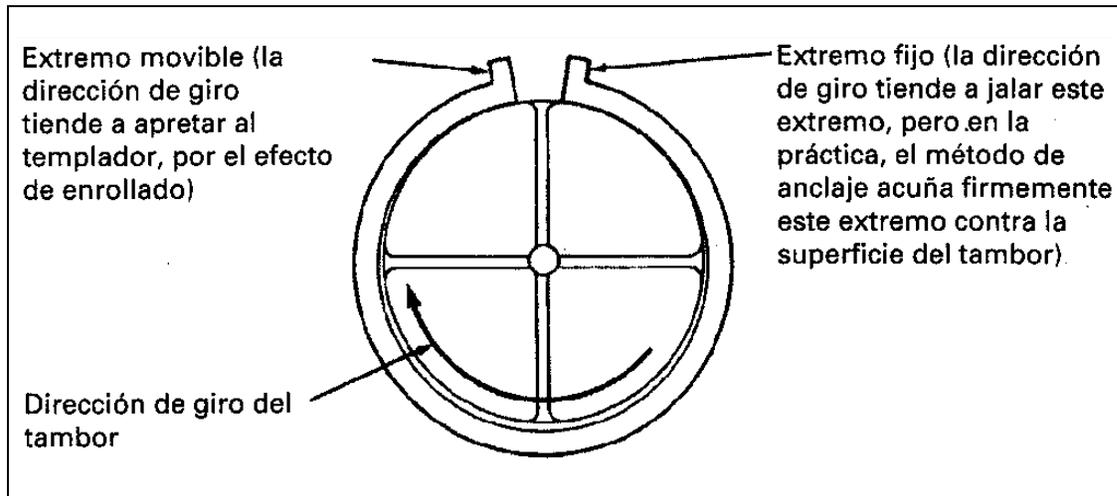
### **3.5.1. Tipos de bandas**

Las bandas se aplican anclando uno de sus extremos y moviendo el otro hacia el primero. La banda se puede montar de modo que la fuerza aplicada se mueva contra la dirección de giro, o en el mismo sentido. Se requiere más fuerza cuando es contra la dirección de giro, debido a la fricción entre ese extremo de la banda y el tambor, que se oponen al giro. Si la banda se monta de tal modo que se aplique la fuerza en la misma dirección en la que gira el tambor, en este caso el tambor se suma a la fuerza aplicada en vez de oponerse a ella. A esto se le llama efecto autoenergizante.

Otros factores que intervienen en el diseño de las bandas son:

- El área superficial (ancho y circunferencial) y la configuración (estriado, con ranuras).
- Material y acabado superficial del tambor.
- Material de la banda, o material de recubrimiento de la banda.
- Fluido de transmisión.

Figura 50. **Tambor y bandas simples mostrando el efecto autoenergizante**

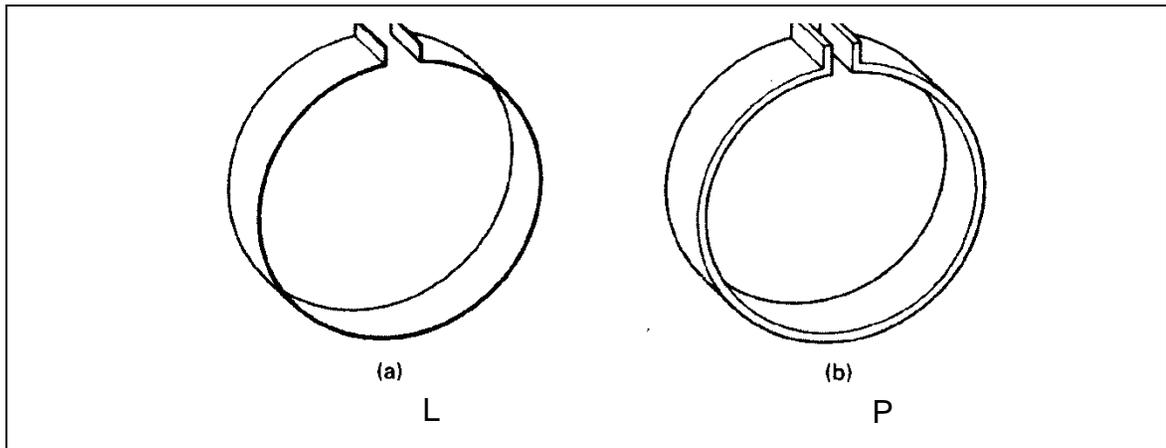


Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 40.

- **Bandas de una vuelta**

Hay dos tipos de bandas de una vuelta, o de una pieza: una es de acero flexible y ligero, y la otra es una pieza pesada de hierro colado con flexibilidad más limitada, pero suficiente para que se suelte cuando se quita la fuerza de prensado. Las bandas pesadas se emplean donde hay mayor necesidad de par estático, por ejemplo, en la reversa.

Figura 51. **Bandas de una vuelta**



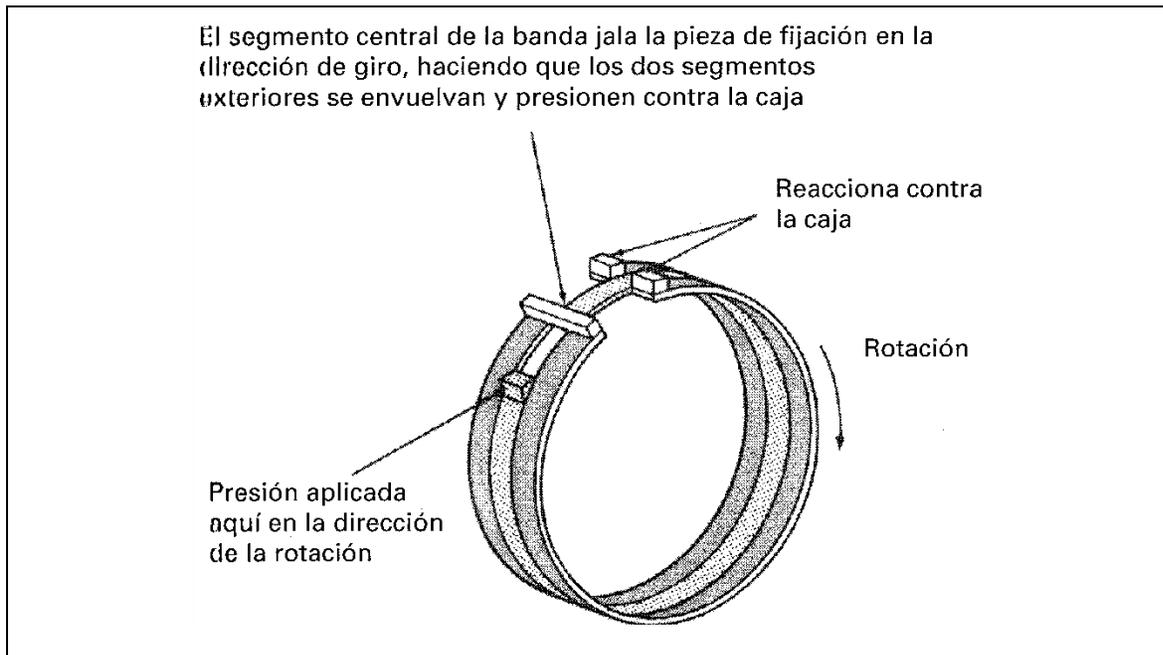
Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 40.

Se fabrican con un material metálico de recubrimiento que puede resistir grandes presiones de sujeción, pero estos materiales son más abrasivos que otros. Las bandas livianas se emplean cuando predomina el par dinámico, como en los cambios de una velocidad de avance a la siguiente, y se recubren con material menos abrasivo, que ayuda a mantener bajo el desgaste del tambor.

- **Bandas de dos vueltas**

También se les llama bandas bipartidas, o bandas duales, las bandas de dos vueltas son de diseño más costoso, pero tienen una ventaja que las distingue de las de una vuelta: proporcionan una sujeción más uniforme y son más sensibles al autoenergizamiento-necesitan menos presión para ejercer la misma magnitud de frenado que una banda de una vuelta. Esto se puede demostrar jalando un trozo de cuerda o listón de algodón que se haya dado vuelta una vez alrededor de la cintura.

Figura 52. **La banda de dos vueltas**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 41.

No se afianza con tanta fuerza como cuando se dan dos vueltas, y esto es comparable con el efecto real de las bandas de una y dos vueltas.

Se muestra el diseño fundamental de una banda de dos vueltas. El diámetro y el ancho general son muy semejantes a los de la banda de una vuelta, con la excepción de que la de dos vueltas, en realidad tiene tres bandas que actúan como una. Se aplica en el lado anterior de la banda central, y en el extremo posterior de esa banda se conecta al extremo delantero de las dos bandas externas mediante un bloque metálico, o aleta. Con ello, la banda del centro funciona de modo muy semejante a una banda de una vuelta, pero cuando se tensa, su extremo posterior jala los extremos delanteros de las dos bandas externas, haciéndolas también que se tensionen.

Los extremos posteriores de las dos bandas externas están anclados a la caja de la transmisión.

### **3.5.2. Desgaste de las bandas**

El mayor punto del desgaste es en el recubrimiento de la banda, aunque la superficie del tambor también está sujeta al desgaste. Tanto el recubrimiento, o forro de la banda y la superficie del tambor se deben revisar. Algunas bandas son autoajustables; otras necesitan de ajuste y verificación en cada servicio. Cualquier manual de servicio proporciona las instrucciones necesarias y las especificaciones de ajuste. La mayor parte de los recubrimientos de las bandas tienen una o más ranuras o surcos a lo largo de ellas. Con ello se asegura que haya suficiente fluido de transmisión para ayudar a amortiguar la acción de frenado y el enfriamiento de la interfase banda a tambor. Si se desgasta, aunque sea una parte del rasurado de la banda y desaparece, se debe cambiar la banda.

### **3.6. Acoplamiento hidráulico**

Los fluidos son líquidos que se comportan de modo semejante, pero no dejan de tener diferencias significativas. El acoplamiento con fluido, que debería llamarse acoplamiento líquido emplea líquidos (fluido o líquido de transmisión).

#### **3.6.1. Orígenes del acoplamiento**

Así como el tren planetario de engranajes se popularizó muchos años antes del desarrollo de la transmisión automática, sucedió con el acoplamiento fluido. Se empezó a utilizar a principios de siglo en propulsión marítima, y después se

empleó para ayudar a amortiguar las vibraciones de los motores diesel grandes. El interés por su aplicación en los automóviles surgió en primera instancia por el deseo de eliminar los engranajes de los cambios de velocidad y el oprimir el pedal del embrague. Debía haber medios automáticos que permitieran que el motor operara mientras que el vehículo estuviera detenido, y el acoplamiento fluido era el mejor.

Poco antes de la Segunda Guerra Mundial, Chrysler lo empleó por primera vez en los Estados Unidos agregándoselo al tren normal de impulsión, permitiendo que el motor estuviera en marcha mínima estando embragado, pero todavía se usaba el embrague operado con el pie al cambiar las velocidades. Desde entonces, el concepto de acoplamiento fluido se ha desarrollado pasando por una serie de diseños, muchos muy complicados, hasta llegar a las unidades altamente refinadas de convertidor de par que se usa hoy en día.

### **3.6.2. Tipos de embragues**

Hay tres tipos de embragues que se emplean en las transmisiones automáticas:

- De disco
- De un sentido
- Centrifugo

Dentro de una misma transmisión pueden existir varios de ellos, en especial los dos primeros.

Los fabricantes emplean términos distintos para las diferentes aplicaciones del embrague de disco: por ejemplo, el embrague que trabaja para la reversa alta, Chrysler lo llama embrague delantero, Ford embrague trasero y General Motors embrague directo. Y lo que General Motors llama embrague de avance, Chrysler lo llama embrague trasero y Ford embrague delantero. En la práctica alguien que trabaje quizá principalmente con transmisión Ford podría tender a emplear la terminología de Ford: embrague trasero, aun cuando trabaje en un embrague delantero de Chrysler. Es mejor pensar en términos de la función del embrague (reversa alta, avance, reversa baja, intermedia); así se evitarán confusiones.

- Embrague de disco

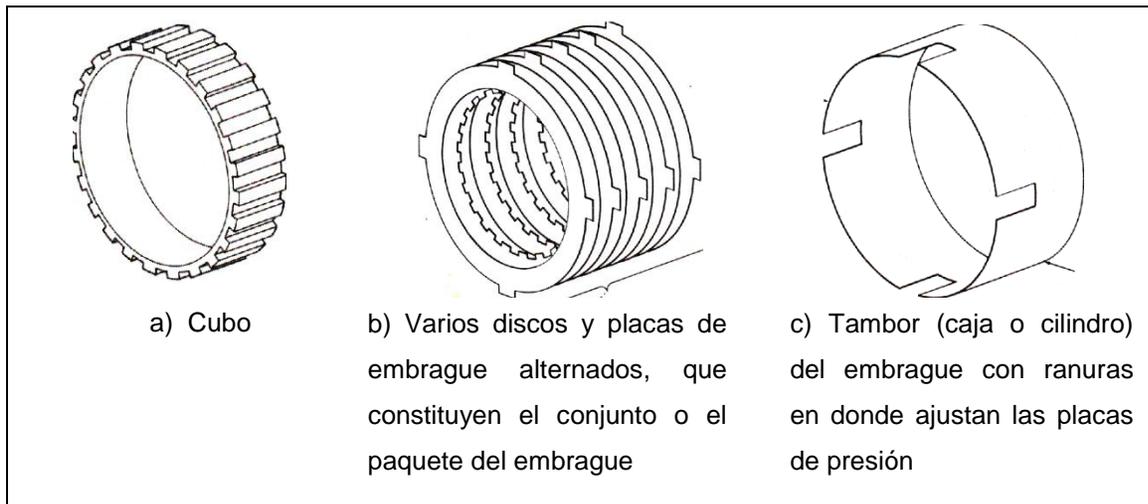
El embrague de disco sencillo consiste en:

Un disco recubierto que está unido con estrías a un miembro del tren de impulsión mediante un mamelón (cubo), y dos placas, una cada lado del disco, conectadas al otro miembro del tren de impulsión. Los dos miembros del tren de impulsión giran a su vez en forma independiente entre sí, hasta que se aplica la presión, forzando las placas a apretarse firmemente contra el disco de embrague conectando así los dos miembros del tren de impulsión para que giren al mismo tiempo.

Se reconocerá que este es el mismo principio que se emplea en las transmisiones manuales de automóviles y camiones ligeros. La principal diferencia entre esos casos y la aplicación del disco único en las transmisiones automáticas, es que en estas últimas se trata de un embrague mojado, esto es, funciona en el fluido de transmisión, mientras

que los embragues de trabajo liviano de transmisión manual están diseñados para trabajar en seco.

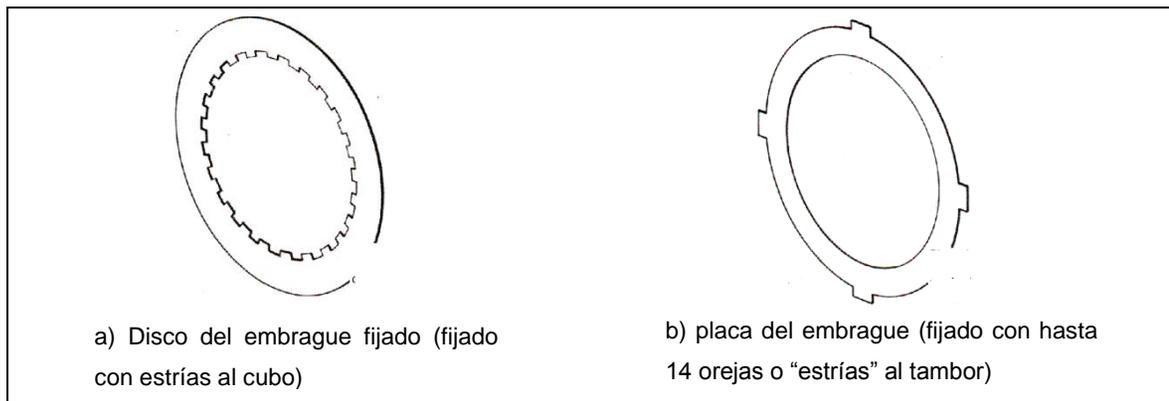
Figura 53. **Despiece simplificado de un embrague de discos múltiples**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 42.

En las transmisiones automáticas se usan más los embragues de disco múltiples. Tienen el mismo arreglo de placa y disco, con excepción de que, como el nombre lo indica, hay cierta cantidad de placas y discos alternándose para crear un paquete de embrague, por lo general de dos a cinco pares, o más.

Figura 54. Tipos de discos de embrague



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 42.

En principio, mientras mayor sea la cantidad de pares placa-disco, menor será el diámetro necesario para lograr la misma fuerza de sujeción. Ese principio se emplea extensamente para acoplar entre si miembros rotatorios de trenes de engranaje planetarios. Los embragues de disco múltiples también se emplean en algunas transmisiones automáticas para detener un miembro planetario giratorio asegurándolo, o aterrizándolo a la caja, la misma aplicación para la que se emplea las bandas. La figura 53 muestra el arreglo de cubo, disco, placa y tambor en forma simplificada. En algunas aplicaciones, se elimina el tambor, y las aletas de la placa se deslizan directamente hacia estrías maquinadas en el interior de la caja de transmisión.

El recubrimiento de la mayor parte de los discos de embrague está ranurado, con frecuencia en forma más compleja que el ranurado de las bandas. También se fabrica de material metálico a base de papel, dependiendo de la aplicación. El dibujo y la cantidad de rasurado se estampan con cuidado en el recubrimiento. Ayuda a efectuar cambios uniformes y mejora la circulación del fluido para un mejor enfriamiento. El embrague de disco múltiple tiene más

que un cubo, tambor, discos y placas. El mecanismo para aplicarlo y soltarlo implica el empleo del sistema hidráulico y de muelles de varios tipos.

Figura 55. **Configuraciones de ranuras en discos de embrague**

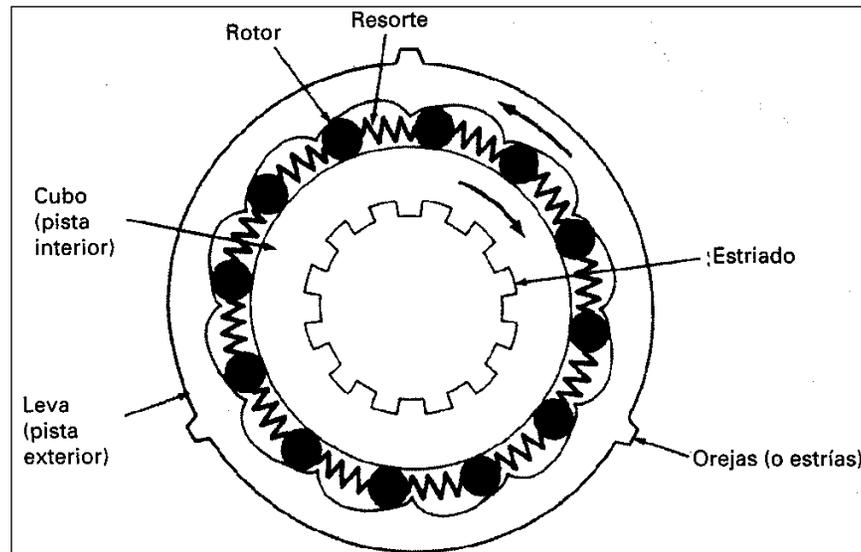


Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 42.

- **Embrague de un sentido**

Este es nombre que describe un mecanismo, al que también se le conoce con embrague de contravuelta, embrague de desboque, embrague de rodillos o embrague de puntuales; está diseñado para girar en un sólo sentido. El embrague de un sentido tiene diseño muy sencillo, confiable y resistente. Consiste de una pista interior y una exterior separadas por rodillos, ver figura 56, o por puntuales en forma de hueso, ver figura 57. La circunferencia interior de la pista exterior en este embrague tiene ranuras en forma de cuña, que se llaman levas, una para cada rodillo. El resorte detrás de cada rodillo aplica la presión exacta necesaria para mantener al rodillo en el extremo angosto de la leva.

Figura 56. Embrague en un sentido o de rodillos



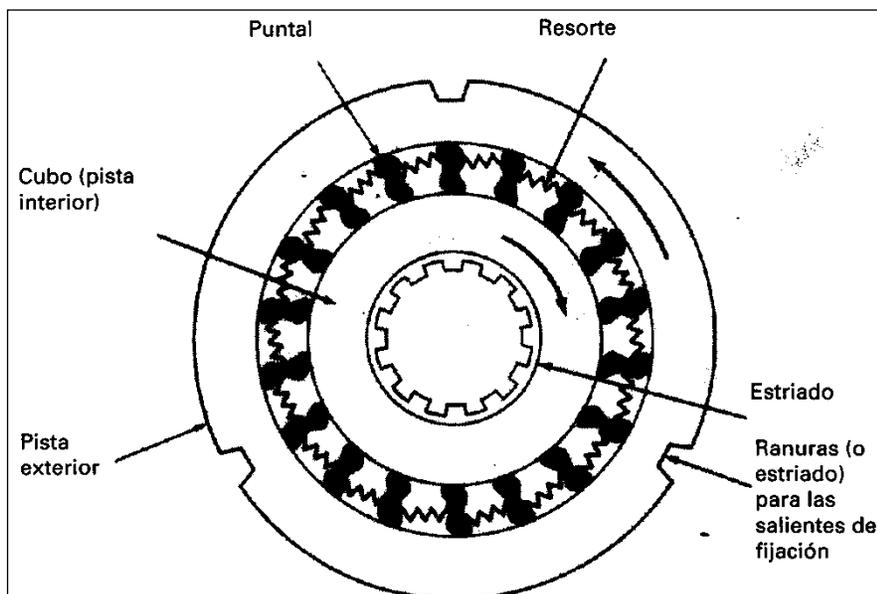
Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 44.

La pista interior puede girar en la dirección hacia la parte ancha de la leva porque tiende a mover al rodillo con ella, alejándolo del extremo acuñado de la leva. Tan pronto como trata de tirar en la dirección contraria, el rodillo que está en el extremo angosto de la leva (ayudado por el resorte) se encuña firmemente entre las pistas interior y exterior, con lo que se aseguran las dos entre sí. Lo mismo ocurre con el embrague de puntales, con la excepción de que la cuña, o leva es el mismo puntal, la pista exterior es lisa. Cuando el embrague se gira en una dirección, el puntal tiende a patinar, permitiendo que las pistas giren en direcciones opuestas. Pero tan pronto como trata de girar en la otra dirección, los puntales se enderezan, ligando las pistas interior y exterior entre sí. Esas dos pistas tienen superficies circulares lisas que se recargan contra los puntales, mientras que sólo la pista interior del embrague de rodillos es lisa.

Los embragues de un sentido se usan en combinación con embragues de discos múltiples para sujetar miembros del tren planetario de engranajes, y se emplean para permitir que gire el estator del convertidor de par cuando se ha alcanzado la fase de acoplamiento, ver figura 56.

Algunos embragues de un sentido se pueden armar para que giren, ya sea en sentido de las manecillas del reloj, o en sentido contrario, simplemente volteándolos durante su ensamblaje. Si se sujeta un embrague de un sentido de modo que su cubo sólo gire en el sentido de las manecillas del reloj, al darle vuelta, permite su rotación sólo en un sentido contrario a las mismas. Hay que tener cuidado el armado: algunos embragues pueden instalarse de las dos formas.

Figura 57. **Embrague de puntales, en un sentido**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 44.

- Embrague centrífugo

Este aprovecha la ventaja de la fuerza centrífuga, incorporando dos o más segmentos (llamados contrapesos o zapatas) unidos a un cubo, y un cilindro (o tambor) contra el que se impulsan los contrapesos cuando el cubo alcanza una velocidad determinada. La fuerza centrífuga está en proporción directa con la velocidad del cubo giratorio, de modo que la zapata se mueve desde cero contactos con el tambor, pasa por contacto deslizante a bajas velocidades del cubo, y llega a contacto fijo a una velocidad mayor. La velocidad del cubo, llega a contacto fijo a la misma velocidad del cubo, el peso de las zapatas y aun su diseño y la carga sobre el tambor afectan la velocidades a la que el contacto se hace fijo, con esto se mejora la velocidad del cubo donde no habrá deslizamiento, o patinaje de las piezas móviles.

Aunque el embrague centrífugo tiene muchas aplicaciones, no se utilizan mucho en las transmisiones automáticas actuales. En una de sus pocas aplicaciones, sirve como dispositivo de aseguramiento en convertidores precisamente de aseguramiento, pero aun en esta aplicación no se usa tan ampliamente como los dispositivos de aseguramiento con convertidor de par que se describe en el capítulo 3 de la página 113 se define el concepto del convertidor de par.

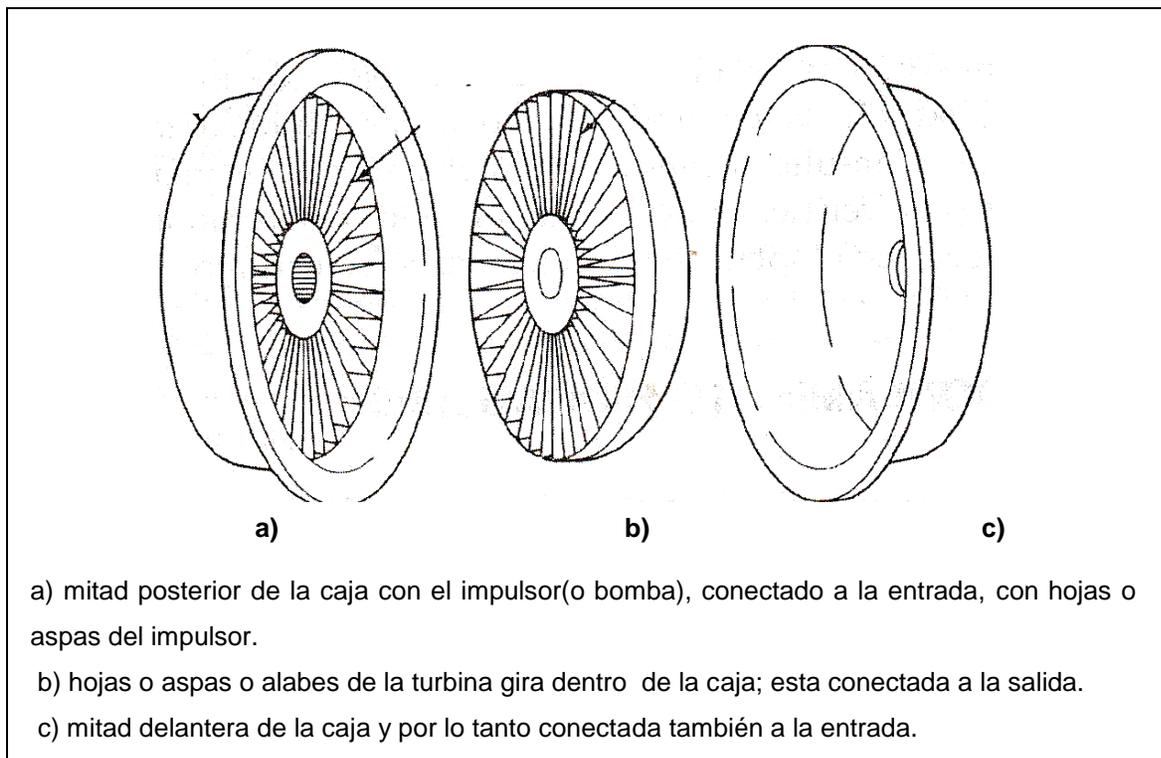
### **3.6.3. Estructura y funcionamiento**

- Estructura

Un acoplamiento fluido simple consiste en tres partes básicas:

Una caja, un impulsor y una turbina. El impulsor y la turbina tienen la forma de las dos mitades de una dona. Las aspas se pueden ver en los lados seccionados como los gajos entre dos mitades de una toronja.

Figura 58. **Piezas del acoplamiento fluido**



- a) mitad posterior de la caja con el impulsor(o bomba), conectado a la entrada, con hojas o aspas del impulsor.
- b) hojas o aspas o alabes de la turbina gira dentro de la caja; esta conectada a la salida.
- c) mitad delantera de la caja y por lo tanto conectada también a la entrada.

Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 44.

- **Funcionamiento**

Cuando las dos mitades de la caja están selladas entre sí y llenas de fluido, el impulsor, que se conecta directamente a la caja, se mueve mediante una fuente de entrada (el motor) y trabaja como una bomba, moviendo al fluido (líquido) en su dirección de giro. El fluido en movimiento choca contra las aspas de la turbina, que gira

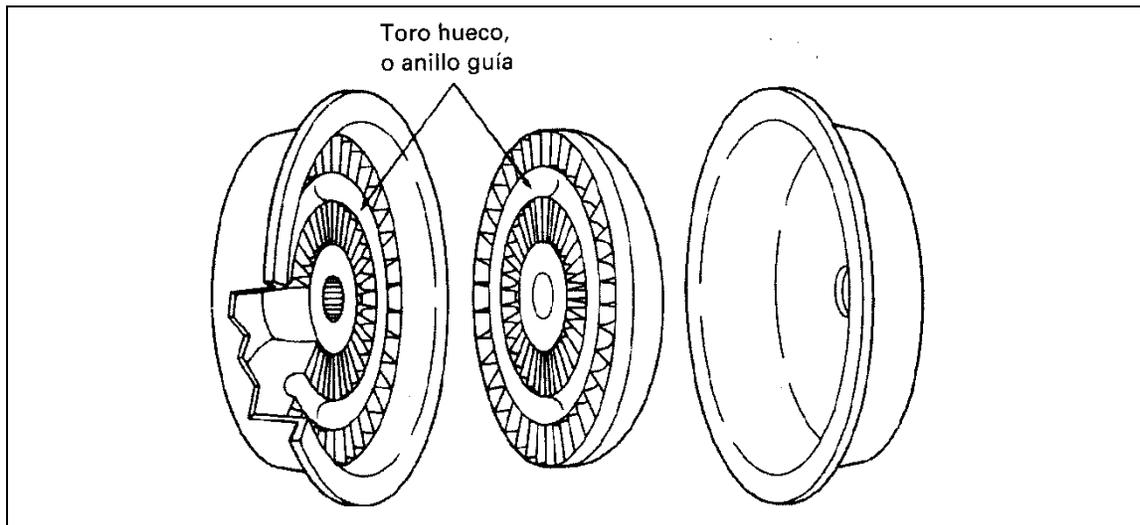
independientemente de la caja y está conectada al dispositivo de salida (la transmisión). La eficiencia del acoplamiento fluido va desde casi cero (motor en marcha mínima, el vehículo detenido) hasta un 90%, dependiendo de varios factores, en aspas, o alabes de la turbina, carga del vehículo, y par del motor. Es este rango de eficiencias lo que hace que el acoplamiento fluido sea tan útil en el tren de impulsión automotriz. Cuando el motor se encuentra en marcha mínima, el impulsor gira tan lentamente que no puede mover el fluido lo bastante rápido para resistir la carga en la turbina o hacer que el motor se pare. Pero cuando aumenta la velocidad del motor, el impulsor aumenta la fuerza del fluido a la turbina que vence a la inercia de la carga de la transmisión.

La baja eficiencia que permite que el motor quede en ralenti mientras la transmisión está en velocidad, también permite demasiado deslizamiento (ineficiencia) a altas cargas de la turbina (aceleración). Éste fue el problema que condujo al convertidor de par.

- Flujo de fluido

Uno de los primeros pasos en ese desarrollo fue identificar con exactitud cómo se movía el fluido dentro de la caja. Uno de los tipos más obvios de flujo, en especial a baja eficiencia es el de flujo turbulento, fluyendo en dirección incorrecta que se encuentra a sí mismo produciendo poca fuerza útil. El flujo turbulento se redujo mucho al agregar un toro hueco, o anillo guía, al centro de las dos mitades del toro, constituyendo el impulsor y la turbina, ver figura 59. Debido a que esa parte central tanto del impulsor como de los alabes no se mejoró de manera notable la eficiencia general.

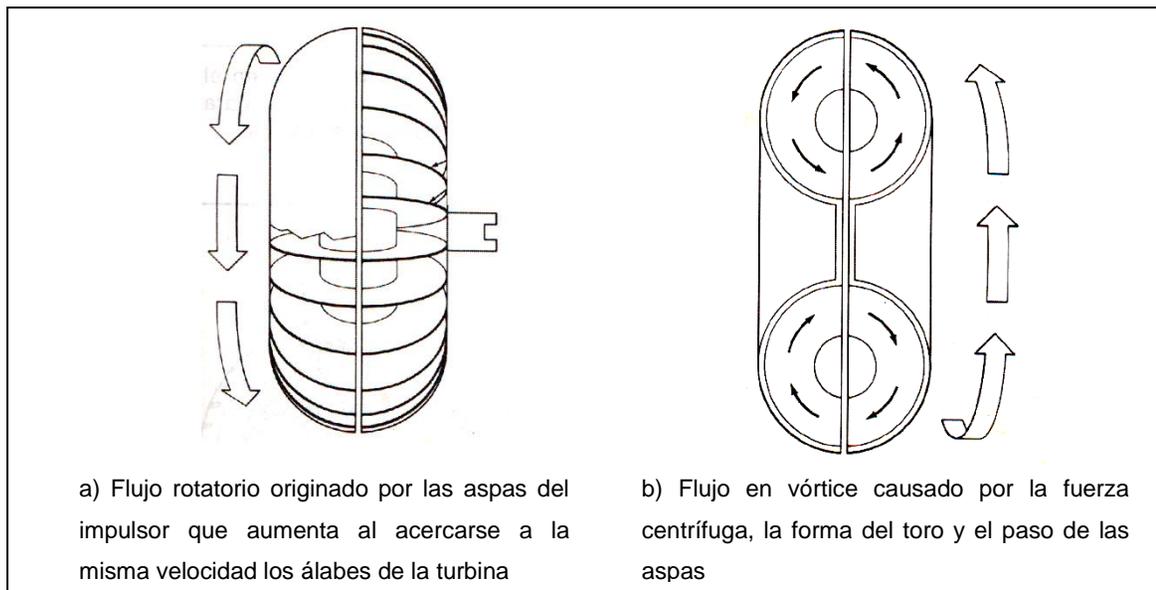
Figura 59. **Adición de un toro hueco al centro del toro del conjunto impulsor/turbina**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 44.

Se encontraron dos tipos más de flujo fluido: el rotatorio y el de remolino o vértice. Se complementan entre sí, dependiendo de la diferencia de velocidad entre el impulsor y la turbina. A altas velocidades de impulsor y bajas velocidades de la turbina se acerca a la del impulsor, toma su lugar el flujo rotatorio. El flujo rotatorio se verifica en al dirección de giro del impulsor y es el resultado de la acción de paleta de las aspas del impulsor contra el fluido ver figura 61. a).

Figura 60. **Flujo de aceite hidráulico en la turbina**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 46.

El flujo en vórtice o remolino es consecuencia del efecto combinado de la fuerza centrífuga, de la curva exterior del toro, y del esparcimiento de las aspadas del impulsor, figura 60. b).

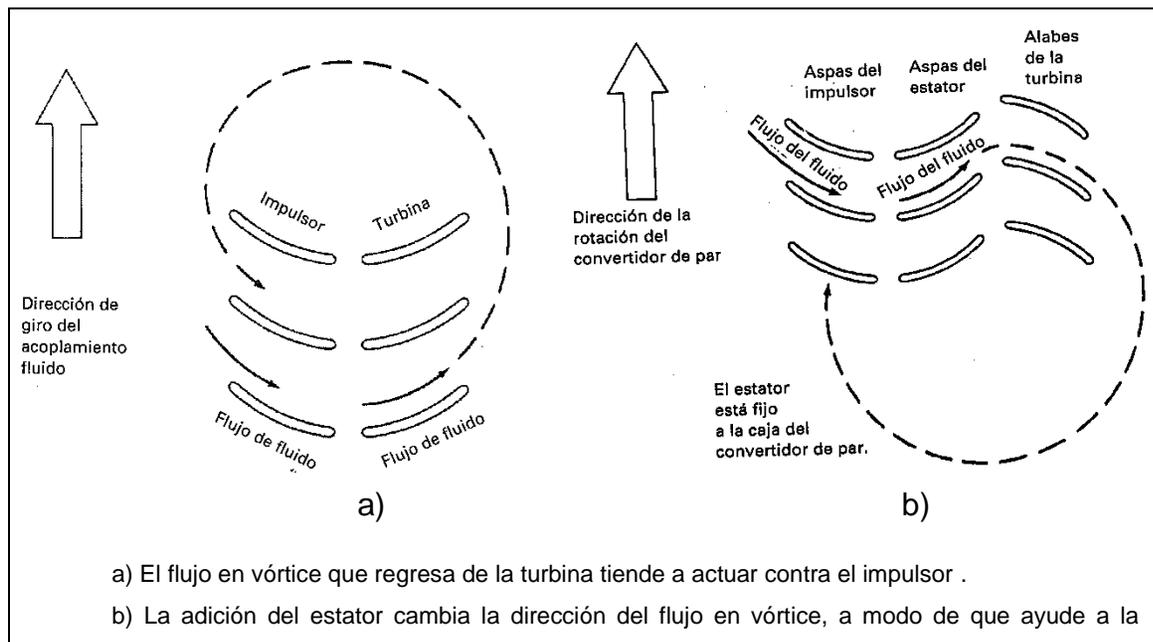
#### 3.6.4. **Convertidor de par**

Es importante tomar en cuenta el efecto del flujo en vórtice en el cople fluido: comienza en el impulsor, sigue hasta los álbes de la turbina que han cambiado su dirección, de modo que tiende a trabajar contra el impulsor. Pero cuando regresa al impulsor, los álbes de la turbina han cambiado su dirección, de modo que tiende a trabajar contra el impulsor, ver figura 61 a).

La inclusión de álbes de reacción o estacionarios para redirigir el flujo figura 61. b), para que no sólo trabaje en el sentido del impulsor, sino para que

duplique el efecto del par, fue el paso sencillo en el desarrollo que creó el convertidor de par.

Figura 61. **Convertidor de par**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 48.

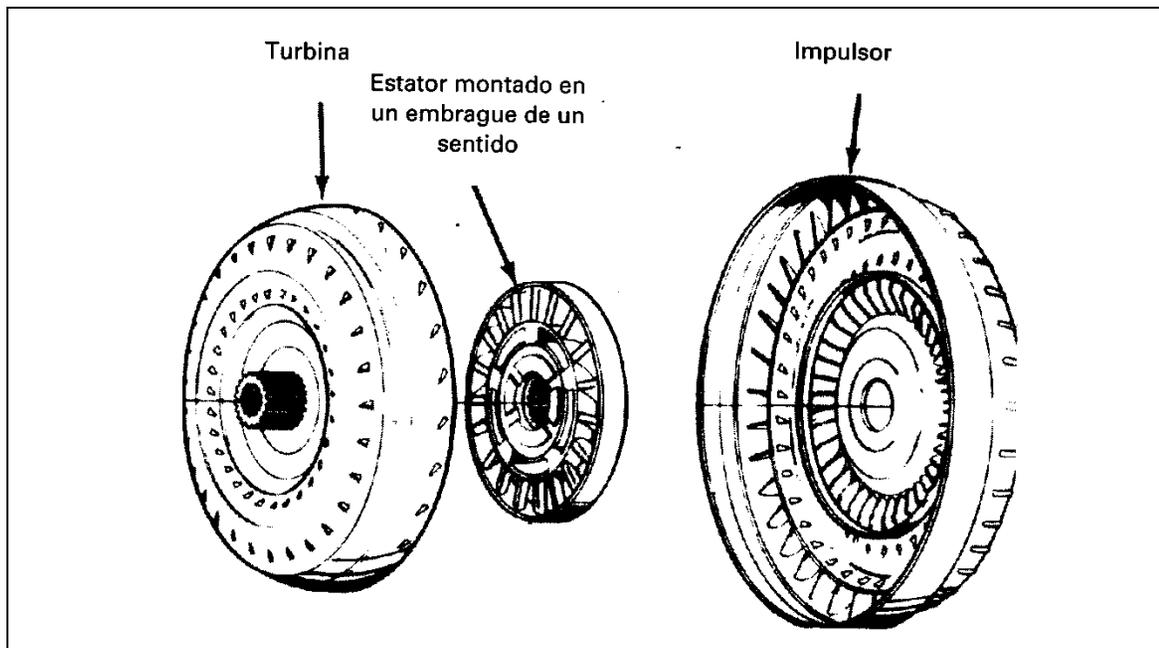
- **Estator**

El convertidor de par básicos tiene tres elementos: impulsor, turbina y estator. El estator tiene los álabes, aspas o paletas de reacción, y está montado en un embrague de un sentido, de contravuelta o de rueda libre, de modo que a medida que la velocidad de la turbina se acerca a la del impulsor, y el flujo rotatorio predomina (fase de acoplamiento), el estator puede girar con el flujo en lugar de obstruirlo.

La fase de acoplamiento tiene una relación de par muy cercana a 1:1, en lugar del 2:1 que se tiene cuando la velocidad del impulsor rebasa en grado suficiente la velocidad de la turbina. De esta forma son el acoplamiento fluido y el estator montado en un embrague de un sentido los que producen las características únicas de un convertidor de par:

- Un acoplamiento continuo mediante fluido que permite al motor la marcha mínima mientras está detenido el vehículo, pero en velocidad.
- Una conversión de par, desde tanto como una relación de velocidad de 2:1 origina que cuando la velocidad del impulsor rebasa a la de la turbina, hasta casi 1:1 es cuando el impulsor y la turbina se aproxima a la misma velocidad.

Figura 62. Tres elementos de un convertidor de básico de par



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 48.

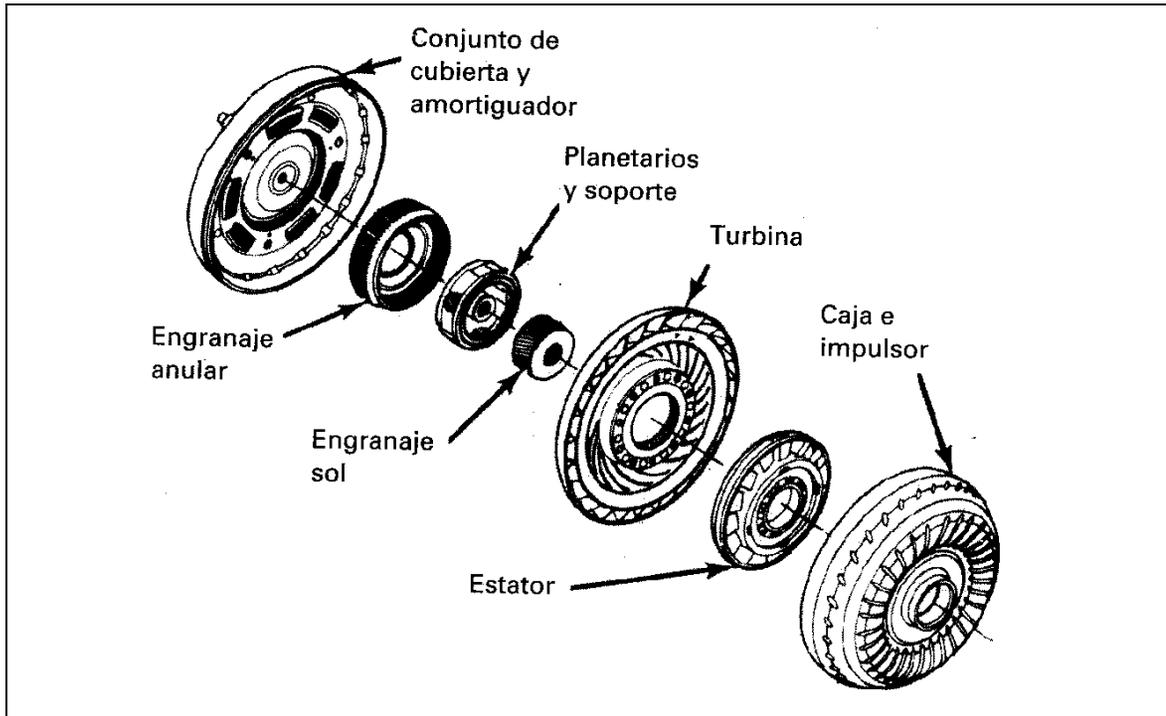
En 1956, Buick también introdujo convertidores de par de turbinas múltiple con estatores de paso variable para optimizar el flujo de fluido y obtener máxima eficiencia de par. Pero estas variaciones de elemento múltiple se suprimieron en los automóviles y los camiones ligeros en los últimos años del siglo.

- Convertidor de par con aseguramiento

La creciente preocupación por el rendimiento del combustible renovó el desarrollo y la aplicación de los convertidores de par que tienen poco o ningún deslizamiento bajo condiciones de marcha. Comprender los convertidores de par con dispositivos de embrague de acoplamiento y los que combinan acoplamientos de embrague con hidráulico. Algunos se aseguran sólo en alta velocidad (impulsión directa), y otros trabajan también en otras velocidades. Uno de ellos tienen un embrague centrífugo, y su aplicación más común es la del convertidor de par para la transmisión automática Ford C-5.

Otro tipo que usa en el transeje automático Ford (ATX), tienen un tren de engranajes planetarios que se llama el engranaje divisor. Se llama así porque divide la transferencia del par entre mecánico e hidráulico. También trabaja en la segunda y en tercera velocidad. En segunda transmite mecánicamente el 62% del par, y en tercera transmite mecánicamente el 93% del par. El engranaje planetario del anillo está conectado a la caja del convertidor de par mediante un amortiguador. El soporte o caja está conectado con estrías al eje intermedio, donde se transmite mecánicamente, y el engranaje sol está conectado con estrías a la turbina, para transmitir hidráulicamente. La relación entre el engranaje sol y el soporte es lo que termina la división del porcentaje.

Figura 63. **Convertidor par con aseguramiento y engranaje divisor**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 48.

Quizás uno de los conceptos más sencillos en los dispositivos de aseguramiento es el eje de impulsión directa. La transmisión *Ford Automatic Overdrive* (AOT), puede impulsar el eje de salida de la transmisión mediante una flecha que va directamente de la turbina hasta el centro del eje de la turbina, o eje de entrada. En sobremarcha, conecta los dos ejes mediante aplicación del embrague directo en la parte posterior de la transmisión. En tercera velocidad, también divide el par de modo semejante al convertidor de par de engranaje divisor, con la excepción de que se usa el tren de engranaje planetarios de transmisión con el embrague directo y de avance.

Por último, la aplicación más amplia es el embrague de convertidor par (TCC), de disco único, que se monta en la turbina y se aplica contra el interior de la cubierta de la caja del convertidor par de modo semejante a como se hace con el embrague de transmisión manual. Sin embargo, es más angosto, está mojado y se aplica y se suelta directamente y mediante fluido hidráulico. Este concepto permite que un eslabonamiento mecánico completo se pueda establecer a cualquier velocidad (de los cambios). La placa de presión funciona también como disco de embrague, y tiene material de fricción unido a su cara delantera (muchos tipos también tiene recubrimiento de material de fricción en la cubierta).

- Amortiguadores

Todos los convertidores de par de aseguramiento emplean amortiguadores en el eslabonamiento mecánico. Los discos del embrague manual también tienen amortiguadores ínter contruidos. Son semejantes a los que se emplean en los convertidores de par de aseguramiento.

El cubo estriado del amortiguador tienen brazos (generalmente cuatro) que irradian como los rayos de una rueda. Hay un resorte tosco entre cada brazo, y todo el conjunto está flanqueado por dos placas de acero y remachado. Las placas tienen un agujero en el centro que se ajusta a los hombros de cada lado del cubo, y tiene ranuras dimensionadas a la anchura y longitud casi total de los resortes. El cubo se fija a un miembro del tren de impulsión y las placas al otro. La súbita aplicación de par a uno de los miembros se absorbe por los resortes, al comprimirse e iniciar el giro del otro miembro.

El amortiguador es un dispositivo sencillo, pero importante. Actúa como amortiguador de golpes respecto a la vibración del motor, y suaviza la entrada del embrague. Durante la fase de impulsión de fluido, de la fase funcional del convertidor de par, los golpes y vibraciones torsionantes son absorbidos por la resistencia del fluido, de modo que no se necesita a un amortiguador mecánico hasta que se accionan los mecanismos de eslabonamiento mecánico.

- Desgaste del convertidor par

El convertidor par es un ensamble importante principal. Se considera como parte de la transmisión, pero también tienen otras funciones. Además de amortiguar la vibración, choque torsional del motor, funciona como volante; impulsa la bomba de aceite de la transmisión y, en algunos diseños, sirve como montura para el engrane anular del motor de arranque. Estas dos últimas partes se revisan con facilidad y se averían con más frecuencia debido a dificultades del engrane, en vez de por desgaste. En la parte interior hay varias zonas sujetas a desgastes, daños y fallas. Pero casi todos los convertidores son unidades soldadas que necesitan instalaciones de máquinas herramientas para desarmarlas y volverlas a armar. Se consiguen fácilmente unidades reconstruidas y se nota desgaste, daños o falla, la solución es el recambio. La experiencia muestra que los convertidor par se deben cambiar si han llegado a las 40 000 o 50 000 millas (64 000 a 80 000 Km.), en especial bajo su uso normal (es decir, servicios erráticos). Desde luego, tan solo el costo de reconstrucción de la transmisión justifica el recambio del convertidor par.

Pero, si el vehículo tiene poco kilometraje y se ha mantenido bien, y se ha desmontado la transmisión debido a una falla o recambios prematuros, se tendrá la suficiente seguridad de que el convertidor par está en buenas condiciones de funcionamiento.

### **3.6.5. Desgaste de los discos**

Las causas principales de daños al disco por desgaste son demasiado calor y polvo. En caso de que el fluido de una transmisión y el de su sistema de enfriamiento se cambiaran invariablemente de acuerdo con las especificaciones del fabricante, no se debería esperar tener desgaste apreciable antes de 160 000 Km. de conducción promedio. Con pocas excepciones, desde luego no es este el caso. Así, se puede encontrar discos y placas quemados y gastados, así como deformados en forma de cono, que en todos los casos se deben de cambiar.

No todos los fabricantes dan especificaciones de holguras. Un embrague rearmado en forma correcta debe tener suficiente holgura para permitir que los discos y las placas giren sin mucha resistencia entre sí, pero si se tiene una holgura mayor de 1/8 de pulgada, el conjunto tiene demasiado juego.

### **3.7. Flujo de potencia**

El flujo de la potencia del motor de la transmisión implica combinaciones complejas de aplicación de embragues y banda para:

- Detener los elementos de engranaje planetarios y girar los embrague múltiples.
- Conectar un elemento giratorio con otro.

## **4. DISPOSITIVOS DE CONTROL**

Algunos dispositivos de control en transmisiones automáticas funcionan directamente por medio de dispositivos eléctricos, que son llamados electromecánicos cuyo diseño y funcionamiento comprenden componentes eléctricos, tales como: bobinas, resistores, imanes e interruptores y existen otros que son accionados por vacío, o hidráulicamente, todos ellos son dispositivos mecánicos; la diferencia se encuentra en que algunos están diseñados, para operar mediante vacío y otros por medio de presión hidráulica.

### **4.1. Orificios y válvulas**

Los orificios limitan y restringen la velocidad de un fluido; mientras que las válvulas pueden accionar el paso del flujo y detenerlo, así como controlar su velocidad y dirección; los orificios son muy simples; las válvulas pueden ser mucho más complicadas.

Un orificio es simplemente un paso de un circuito o un dispositivo hidráulico que se ha hecho más pequeño para aminorar, o restringir, el flujo del fluido; en el tamaño de la restricción, se calcula (calibra) de modo que provoque una denominada caída de presión. Un orificio es una abertura fija y solo trabaja bajo presión dinámica, no bajo la presión estática. Los orificios pueden ser tapones en los conductos con agujeros calibrados, o pueden estar moldeados en las venas de aceite en el cuerpo de una válvula o en la caja de transmisión.

Cualquier válvula que se pueda mantener parcialmente abierta, esto es, en alguna posición entre la completamente abierta y la completamente cerrada

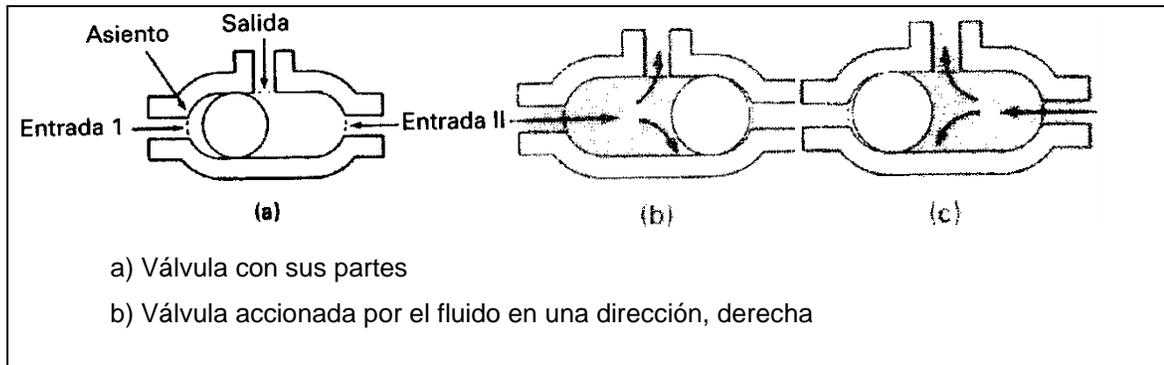
también tiene efecto de orificio. El lugar más fácil para ver los orificios es la placa separadora del cuerpo de la válvula.

Los agujeros más pequeños son orificios. Los agujeros rectangulares no son orificios por lo general; están fabricados en esa forma para tener sección transversal igual o mayor que los conductos de aceite correspondientes, para que no se restrinjan el flujo ni funcionen como orificios. Muchas placas separadoras se ven igual a primera vista, pero pueden tener orificios de tamaño diferente, agujeros adicionales, o menos agujeros de aplicaciones o cuerpos de válvulas distintos.

- Válvulas de retención

La dirección de flujo de un fluido es lo que hace trabajar las válvulas de retención (válvulas *Check*). La válvula de retención tipo bola se ve con frecuencia redirigiendo a los fluidos, como se ve en la figura. 64 evitando su regreso. En una transmisión automática, algunos agujeros de la placa separadora del cuerpo de la válvula son los asientos de válvulas de retención tipo bola.

Figura 64. **Redirecciónamiento del flujo del fluido mediante una válvula de retención tipo bola**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 56.

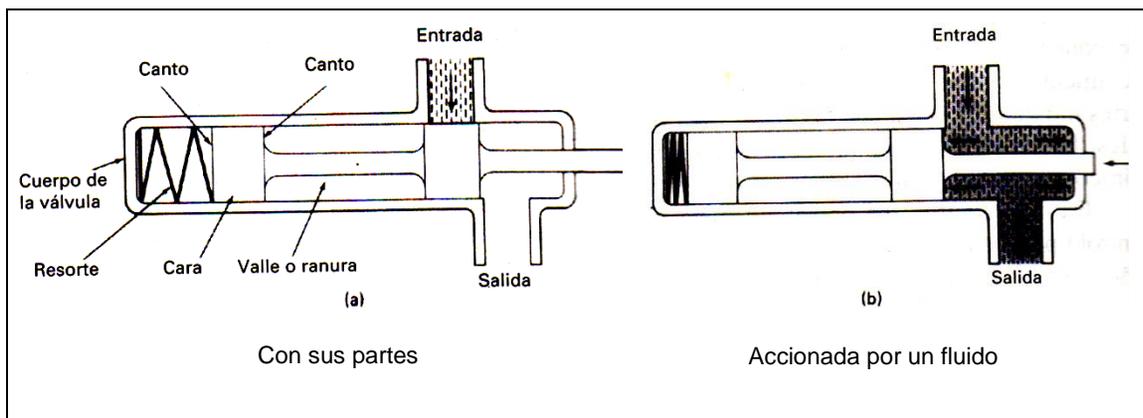
También se puede retener el regreso del fluido mediante una válvula de retención tipo disco.

El resorte de retroceso de esta válvula evita completamente el regreso porque asienta el disco justamente antes de que se detenga el flujo hacia adelante, en el momento en que la fuerza del resorte es mayor que la presión hidráulica. Las válvulas de bola sin resorte de retroceso necesitan una pequeña cantidad de flujo de regreso para que se asiente. A una válvula de retención tipo bola o disco con resorte más resistente, diseñada para comprimir a una presión determinada, se le llama válvula de alivio de depresión, su objeto es proteger al sistema de daños por alta presión. Cuando la presión es mayor que las especificaciones abre la válvula, descargando su fluido y permitiendo que el resorte cierre la válvula cuando la presión haya disminuido.

- Válvulas de carrete

Muchas de las válvulas que se emplean en los sistemas hidráulicos son variaciones del diseño básico de válvula de carrete. En la figura 65, aparece una válvula de carrete sencillo.

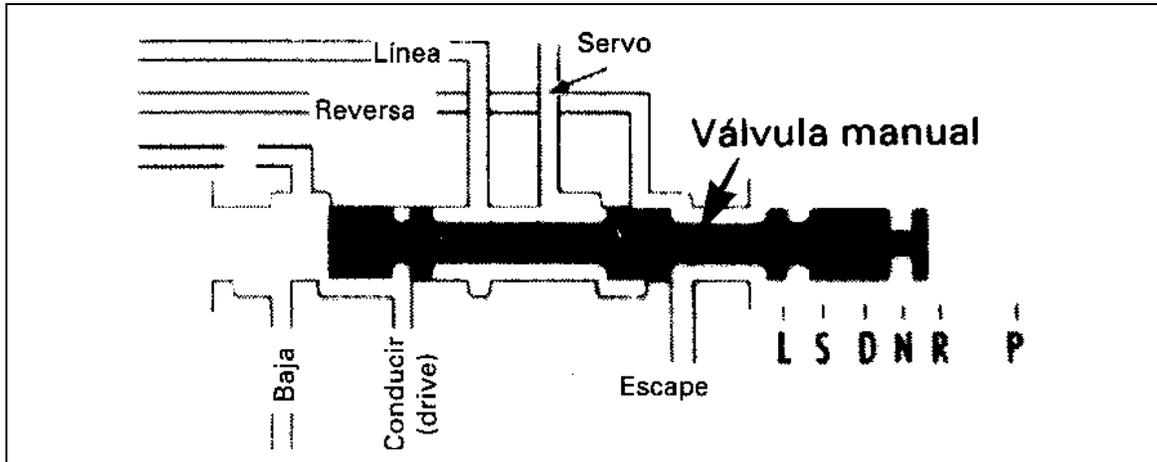
Figura 65. Vista de una válvula



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 56.

Las válvulas de carrete más complejas tienen cuerpos con más entradas y/o salidas, y carretes con más caras de contacto, lo cual aumenta las posibilidades de la válvula, desde sólo abrir-cerrar como de la figura 65, hasta una válvula de relevo o de conmutación, como en la válvula manual, o válvula selectora es un ejemplo típico del relevo complejo. Ver figura 66.

Figura 66. **Válvula manual de relevo o válvula selectora manual de palanca de velocidades**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 56.

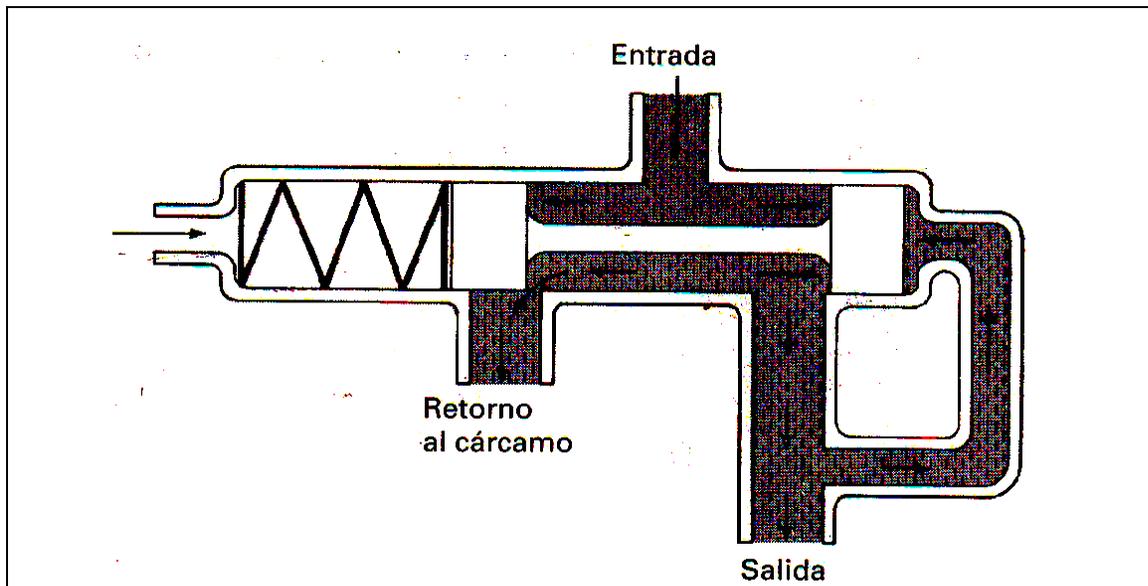
Muchas válvulas de carrete tienen accionador hidráulico y pueden tener caras de contacto de más de un tamaño en el mismo carrete para dirigir su propio accionamiento. Una válvula reguladora de presión hace uso de los principios, tanto de la válvula de alivio de presión, como de la válvula de carrete. También tiene una válvula de refuerzo que está accionada con presión hidráulica para ayudar al resorte, aumentando así la presión regulada. (Ver figura 67).

Esta idea de hacer trabajar una presión contra otra, se llama principio de válvula balanceada, es común en las válvulas reguladoras de las transmisiones automáticas, como la válvula del gobernador del acelerador, y la reguladora de presión de la bomba de aceite.

La mayor parte de las válvulas de cambio son de carrete accionadas por dos fuentes auxiliares de presión hidráulica, que se oponen entre sí. Cuando

una fuente adquiere presión de algún subsistema en la transmisión y rebasa de la otra, la válvula se corre en dirección de la menor presión. (Otras válvulas de cambios se accionan eléctricamente mediante solenoides).

Figura 67. **Válvula reguladora de presión**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 56.

Algunas válvulas de carrete trabajan dentro de una camisa o buje que se ajusta al cuerpo de la válvula.

Las superficies en contacto de la cara y del buje, camisa o cuerpo están maquinadas con mucha precisión y sólo permiten una membrana delgada de fluido para su lubricación. Esto es el porqué es importante mantener limpio el fluido de transmisión.

- Elementos hidráulicos del cambio

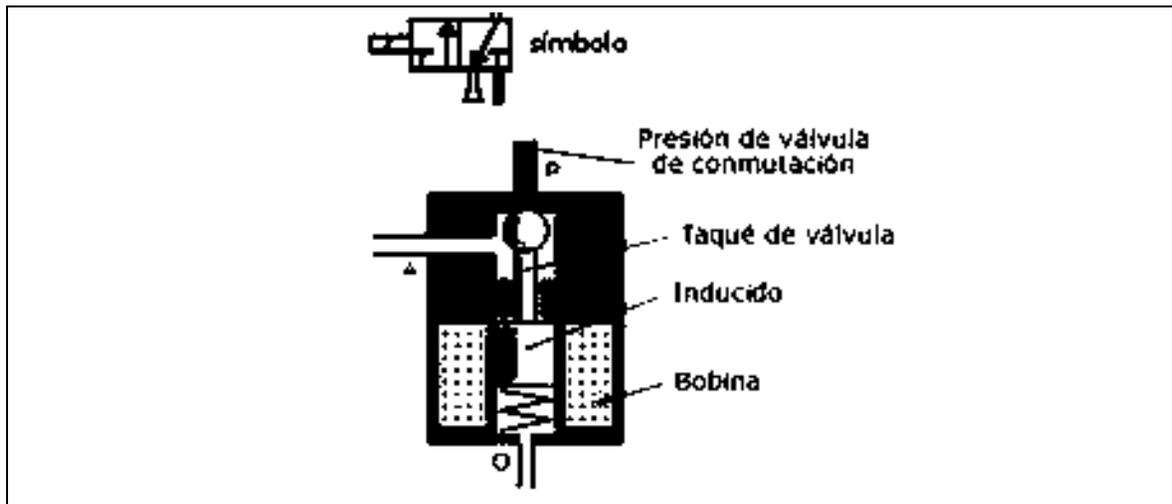
En el cambio automático de mando electrónico se utilizan electroválvulas como elementos hidráulicos (electroválvula de conmutación, electroválvula de regulación). Además encuentran aplicación válvulas de conmutación que sólo trabajan hidráulicamente.

- Electroválvulas de conmutación.

Las electroválvulas de conmutación conducen la presión del aceite a una válvula de conmutación o reducen dicha presión. Por tanto, conectan o desconectan y dan lugar a conmutaciones de los elementos del cambio, por ejemplo, se inicia el proceso del cambio de velocidades. En posición de reposo, están cerradas por acción de la fuerza elástica de muelle. El inducido está unido con el taqué (cilindro) de válvula. En la activación mediante la unidad de control electrónica, el inducido es arrastrado venciendo la fuerza elástica del muelle. El taqué deja libre el paso del punto P al punto A para la presión de la válvula de conmutación y cierra la salida para presión cero. Ver figura 67.

Las electroválvulas de conmutación se activan con señal de mando digital. La presión de válvula de conmutación actúa como presión de mando sobre la válvula de conmutación.

Figura 68. Sección de una electroválvula de conmutación



Fuente: [www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html](http://www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html). p.1. Consulta: septiembre de 2008.

- Electroválvulas de regulación

Regulan una presión progresiva del aceite. Son válvulas de cierre contra la presión cero, pretensadas mediante fuerza elástica de muelle. Al activarse, se arrastra el inducido venciendo la fuerza elástica de muelle y el taqué (cilindro) de válvula abre la salida para presión cero. De este modo, la presión de aceite disminuye en A, a saber, tanto más cuanto mayor sea la intensidad de la corriente de activación; por tanto, una activación progresiva.

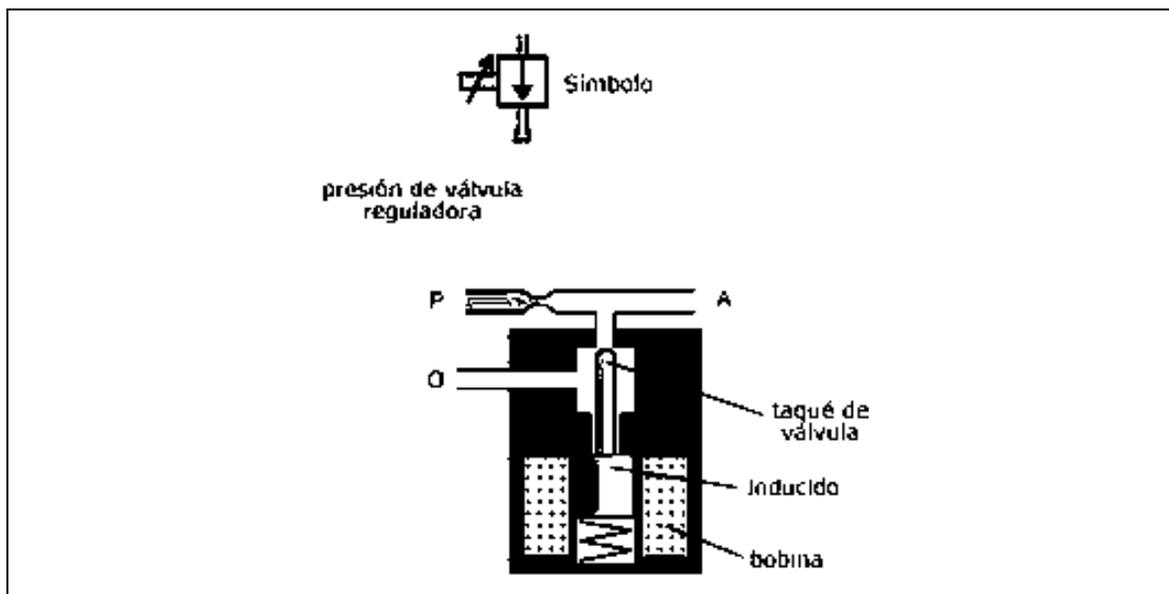
- Intensidad baja de corriente = presión alta
- Intensidad alta de corriente = presión baja

Las electroválvulas de regulación se utilizan siempre en combinación con

un estrangulador y se alimentan con presión de válvula de regulación.

No regulan directamente la presión de aceite de un elemento del cambio, sino que suministran la presión de mando que, a través de A, actúa sobre una válvula reguladora de presión pospuesta (por ejemplo presión moduladora).

Figura 69. **Sección de una electroválvula de regulación**



Fuente: [www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html](http://www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html) p.1 Consulta: septiembre de 2008.

- Funcionamiento de electroválvula de conmutación y válvula de conmutación

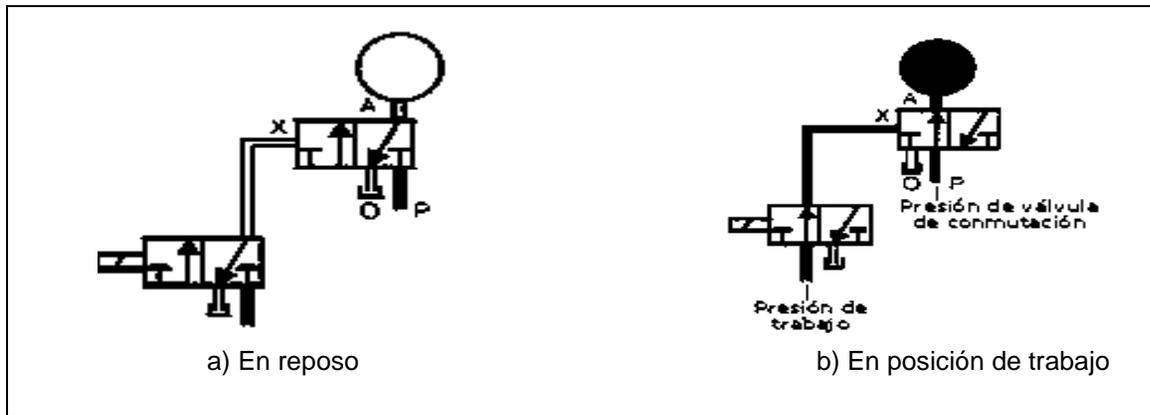
En la válvula de conmutación no actúa ninguna presión de mando (presión de válvula de conmutación). La salida para presión cero está abierta. Posición de trabajo. La electroválvula de conmutación la activa la unidad de control electrónica del cambio automático, es accionada eléctricamente. El imán atrae

un taqué de válvula y deja libre el flujo para la presión a la válvula de conmutación.

Seguidamente, el émbolo (empujador) se mueve hidráulicamente en la válvula de conmutación. Con ello se bloquea la salida para presión cero y se deja libre el empalme para la presión de trabajo.

Ahora, la presión de trabajo actúa plenamente sobre el elemento del cambio (embrague o freno, según la lógica de mando).

Figura 70. **Posición de Válvula**



Fuente: [www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html](http://www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html) Consulta: septiembre de 2008.

#### 4.2. Servos

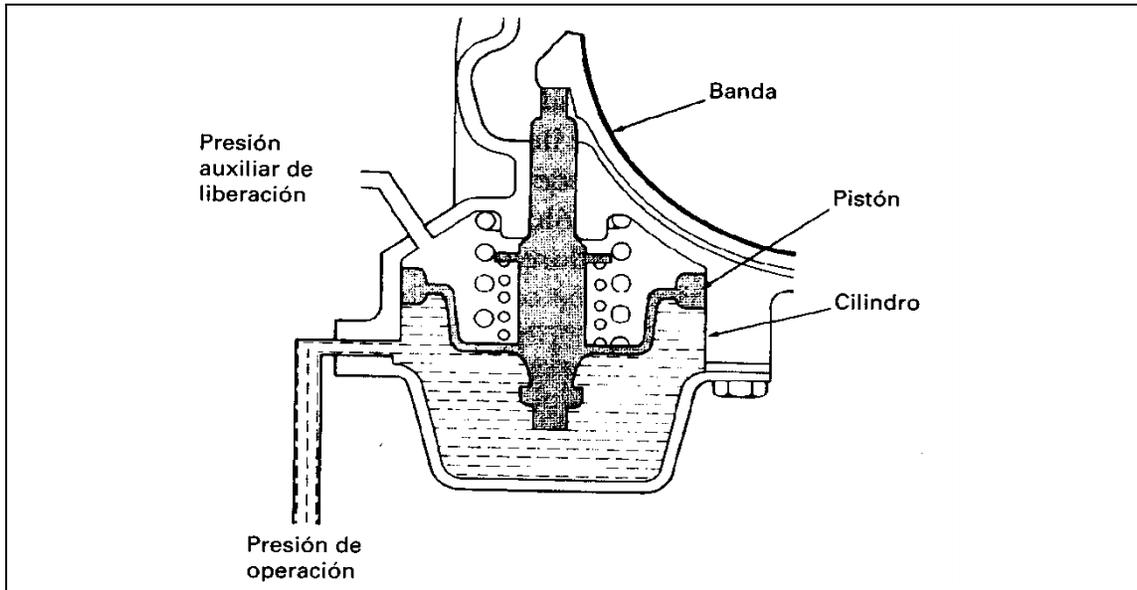
Un servo (a veces se le llama servomotor o *booster*) es un pistón y cilindro en el extremo de toda salida de un circuito hidráulico. El pistón se conecta en alguna parte que necesita de fuerza de accionamiento, por ejemplo: una banda o paquete de embrague y cuando se abre una válvula para aplicar presión

hidráulica, el pistón, cilindro y los accionamientos funcionan para transformar la fuerza hidráulica y mecánica. La figura 71 muestra el corte de un servo conectado directamente a una banda de transmisión. Está en la posición de operación.

Cuando se suelta la presión de operación, el pistón regresa mediante presión auxiliar del lado opuesto, ayudado por un resorte; este funciona también como amortiguador o cojín para suavizar la acción de operación.

- Los servos pueden multiplicar la fuerza de dos modos:
  - Ya que la presión se mide en libras por pulgada <sup>2</sup> (fuerza por unidad de superficie), mientras mayor sea el diámetro del pistón del servo, mayor será la fuerza que ejerza con la misma presión hidráulica.
  - Muchos servos están combinados con palancas para obtener ventajas mecánicas.

Figura 71. **Servo aplicando presión de una banda**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 57.

Las partes de mayor desgaste en los servos son los sellos. Algunos servos tienen varillas ajustables para compensar el desgaste de la banda. En otros casos, el medio para ajustar la banda se ubica en el área de reacción de lo mismo. Los servos de embrague de discos múltiples (a los que por general se le llama pistón o cilindro de embrague y no servo) no son ajustables.

#### **4.3. Acumuladores**

Un acumulador es semejante a un servo porque consiste en un pistón y un cilindro; su objeto es amortiguar, o suavizar, la aplicación de la presión hidráulica.

El pistón del acelerador trabaja contra un resorte helicoidal para ayudar el efecto del acojinado o suavizado. Cuando se comprime el resorte, aumenta la

presión de los embragues. (Muchos servos también tiene resortes que dan efecto de acumulador, y también ayudan al progreso rápido del pistón, y a la liberación de la banda, cuando se suelta la presión de operación.

En lugar de trabajar sólo contra la fuerza de un resorte, algunos acumuladores trabajan contra la fuerza hidráulica opuesta, que liberan presión regresando por un orificio o válvula reguladora. Algunos acumuladores están diseñados a trabajar contra el acumulador (o estrangulador). Ésta presión del acelerador opuesta es alta cuando el acelerador está completamente abierto, y permite poco efecto del acumulador, y es baja cuando el acelerador está menos abierto, para permitir el efecto de acumulación sea cada vez mayor.

#### **4.4. Gobernadores**

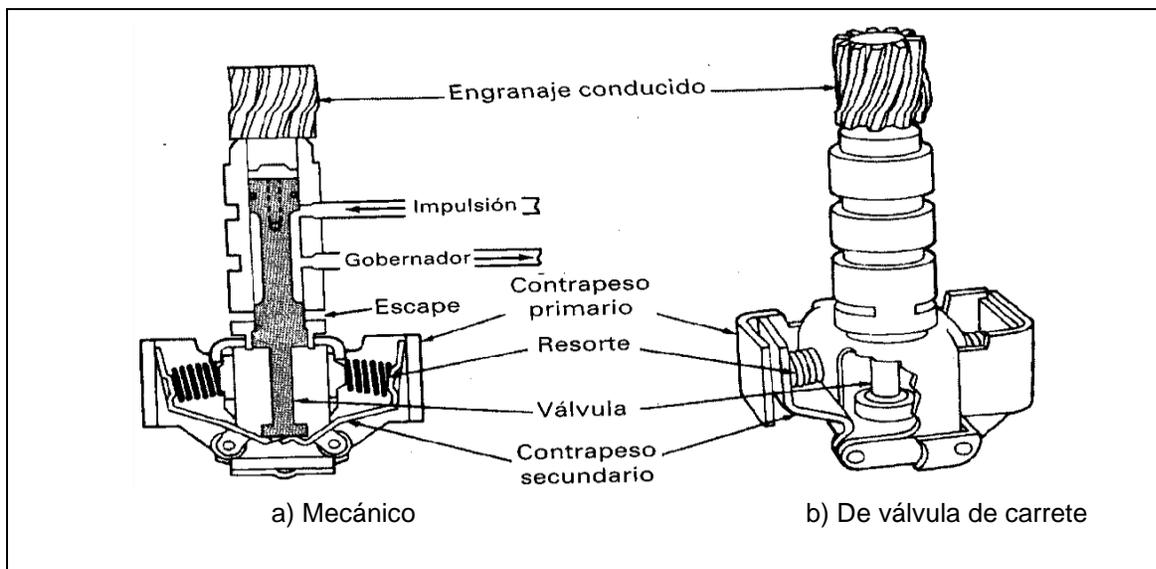
En una transmisión automática se ubica, ya sea en la caja y se impulsa mediante un tornillo sinfín, o bien se monta directamente en el eje de salida, dependiendo del diseño del fabricante.

Está conectado al eje de salida porque su objeto es responder a los cambios de la velocidad del vehículo y suministrar presión hidráulica a las válvulas de cambio por encima de determinadas velocidades.

El diseño de los gobernadores mecánicos emplea contrapesos móviles que responden a la fuerza centrífuga. A medida que aumenta la velocidad del eje de salida, la fuerza centrífuga mueve a los contrapesos más y más lejos del eje giratorio. Los contrapesos se recargan contra las válvulas que regulan la presión de otros dispositivos de control.

Hay varios tipos de gobernadores mecánicos. Todos ellos tienen, resortes, válvulas y un contrapeso primario y otro contrapeso secundario, (ver figura 71) que aumentan el efecto de la fuerza centrífuga. Los contrapesos más pesados se mueven hacia fuera (se abren) a las velocidades bajas, y a los más ligeros a velocidades altas. Todos estos gobernadores trabajan contra la presión de impulso de aceite. Los contrapesos de la válvula de carrete en el gobernador montado en el eje están montados de tal manera que a baja velocidad el resorte de la válvula primario lo mantiene en contra el centro giratorio, y al de la secundaria, la presión de control la mantiene hacia el centro. Al aumentar la velocidad, el primario se mueve hacia fuera contra la presión de su resorte, que deja descubierta una conexión de alimentación de presión a las válvulas de cambio.

Figura 72. Tipos de Gobernadores



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 59.

El gobernador ubicado en la caja automática usa válvulas de retención tipo de bola a las que la presión de impulsión del aceite fuerza a abrir para

descargar. Este flujo mueve los contrapesos tipo palanca hacia el centro giratorio, esto permite aumentar la presión del aceite del gobernador, para ejercer una fuerza sobre las válvulas de cambio. Los contrapesos en el gobernador montado en la caja de la figura 72, también son palancas, pero actúan contra una válvula de carrete ubicado en el eje del gobernador (el cual es también cuerpo de la válvula). En el corte de la izquierda se muestra lo anterior, se observa la línea punteada y el círculo en el extremo superior de la válvula. Indica una conexión (el círculo) y un pasaje (líneas punteadas) que conducen la presión motriz a la cámara en el extremo de la válvula; con ellos se ayuda a equilibrar la válvula contra la fuerza de los contrapesos. Al incrementarse la velocidad en carretera, la fuerza centrífuga mueve los contrapesos hacia fuera y con ellos se mueve hacia arriba la válvula de carrete (introduciéndose más en el cuerpo de la válvula), y cierra la conexión de salida. Aumentando la presión del gobernador.

#### **4.5. Modulador de vacío**

El vacío del motor varía con la abertura del acelerador y la carga del vehículo. Esto también es válido para los dos requerimientos de la transmisión automática. La presión del conducto principal, los puntos de cambio y la acción de cambio de velocidad deben modularse (o coordinarse) con el par del motor.

La unidad del control modulador del vacío (a la que también se le llama diafragma de vacío, o cápsula de vacío) acciona una válvula de estrangulamiento, o válvula moduladora que ayuda a lograrlo.

Consiste en una cámara dividida por un diafragma que tiene accionamiento mecánico y un resorte en el otro. Hay un puerto que va hacia la fuente de vacío del motor (por ejemplo, al múltiple de admisión), del lado del

resorte y del otro lado está conectado una válvula de carrete. Esta válvula se llama de estrangulamiento, o moduladora, dirige la presión hidráulica a otros dispositivos de control, a bajo de vacío y la retira a alto vacío.

Un diafragma de vacío responde a diferencias en la presión ambiente o atmosférica, de un lado y a presión menor que la ambiente, o vacío, del otro. Es menos efectiva a grandes altitudes porque la presión atmosférica, y por consiguiente el vacío del motor, es menor que el nivel del mar.

También hay moduladores de vacío que usan dos diafragmas. Uno de ellos toma al el vacío del múltiple, y el otro toma del venturí en el carburador (algunos lo llaman vacío de admisión). Esto significa que se toma del lado de la entrada del cuerpo de aceleración en el carburador (arriba de la válvula del acelerador, o de estrangulamiento. En ese lugar no hay vacío cuando el acelerador está cerrado (marcha mínima), ni cuando está completamente abierto.

Pero en posiciones intermedias, este vacío del carburador está disponible para ayudar al bajo vacío del motor, que es típico de los vehículos fabricados desde 1980, cuando se comenzó a usar la recirculación de gases de escape.

#### **4.6. Computadoras**

El término computadora tiene aplicación tan amplia que con frecuencia se mal interpreta su significado. La definición moderna de una computadora comprende cuatro características básicas.

- Es electrónica
- Recibe información

- Almacena y procesa información
- Comunica información

La primera característica quiere decir que, es de estado sólido, sin partes móviles y que es incapaz de efectuar trabajo.

La segunda, tercera y cuarta significan que es programable, puede hacerse que reciba y comunique información, pero en especial que guarde y procese información de acuerdo con los procedimientos que se grabaron en su sistema de almacenamiento (memoria).

Además de los programas introducidos en una computadora durante su fabricación, alguna de ellas es programable después de su fabricación. Sin embargo, aquéllas que tienen determinado efecto sobre el funcionamiento de la transmisión automática sólo tiene programas interconstruidos.

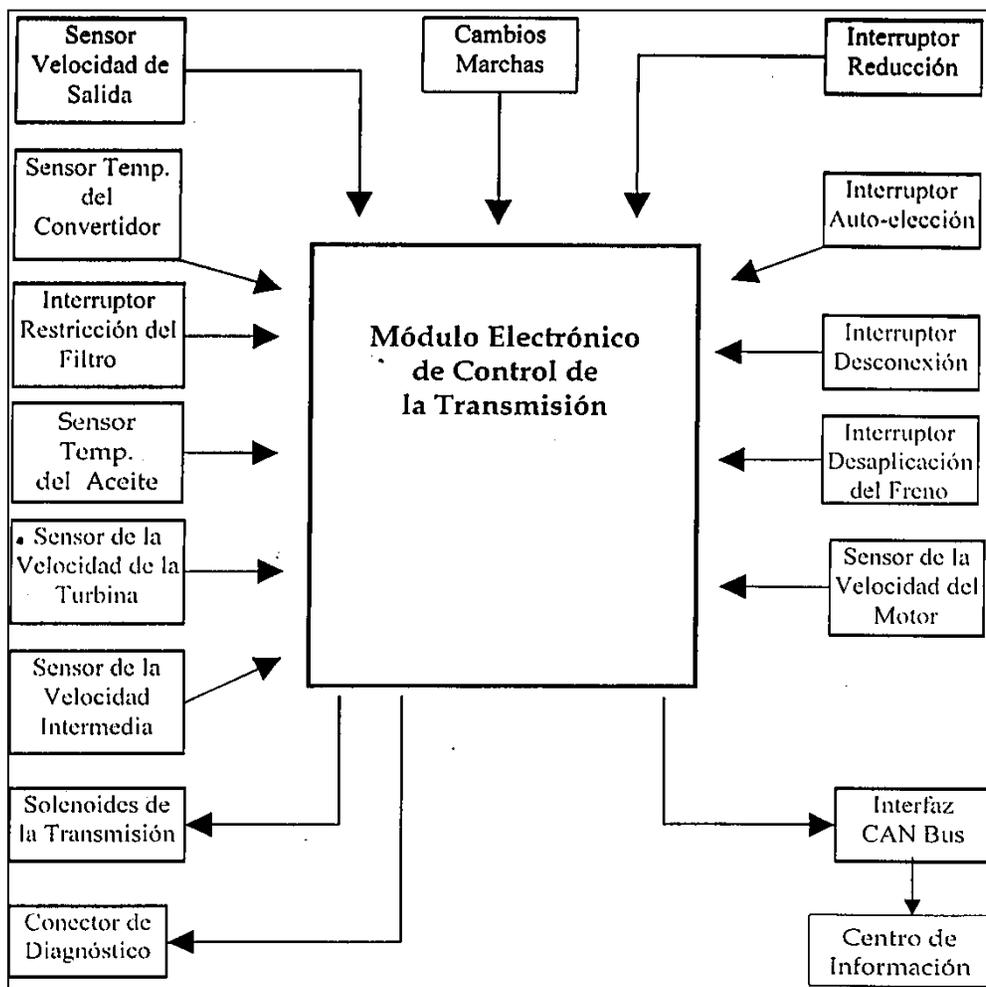
#### **4.6.1. Información general**

El módulo de control electrónico (ECM) monitorea las funciones del sistema y los cambios de marcha en la transmisión. El diagrama de la figura 73 es un esquema de sistema, que ilustra la entrada y la salida de información de ECM de la transmisión.

El ECM de la transmisión trabaja en conjunto con el centro de información utilizando como un mecanismo de comunicación con el operador o con el técnico de servicio. El ECM de la transmisión actúa como un computador, y el centro de información actúa como un instrumento de lectura.

El ECM de la transmisión controla la velocidad de conexión y desconexión de los embragues a través del monitoreo de la temperatura del aceite de la transmisión variando la corriente eléctrica que se aplica a los solenoides eléctricos de cambio de velocidades. Además de un control continuo del funcionamiento de los embragues, esto proporciona cambios suaves y casi imperceptibles, principalmente el vehículo no retrocede ante cambios de marchas, ya que no tiene que esperar que los embragues se vacíen y se rellenen de líquido de transmisión.

Figura 73. Entradas y salidas del ECM de la transmisión



Fuente: Manual Cargadores de Ruedas CASE. p. 47.

- Luz indicadora de potencia (*power*)

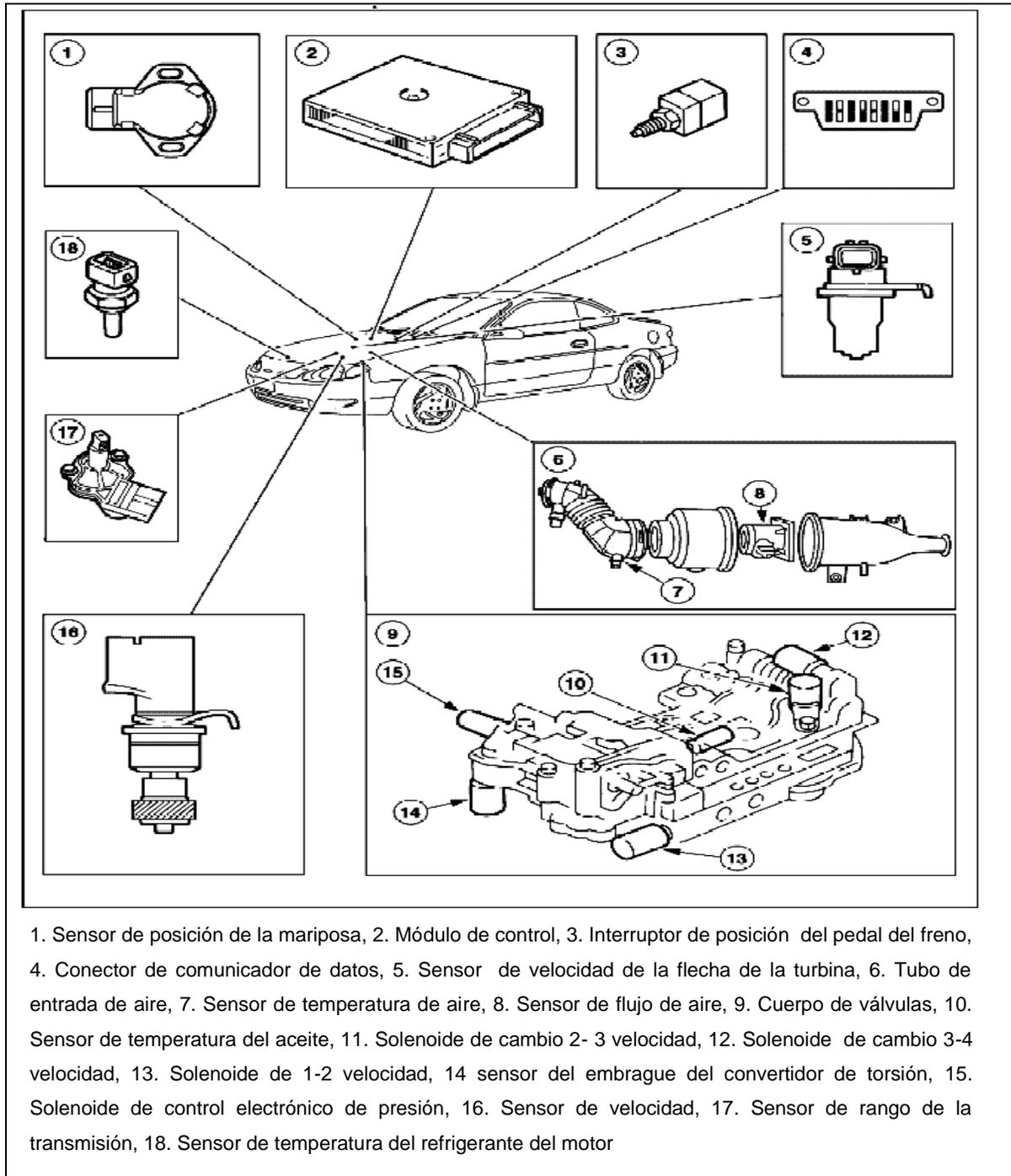
El vehículo equipado con la transmisión automática es capaz de seleccionar automáticamente dos patrones de conducción; un patrón normal apropiado para la conducción ordinaria y un patrón de potencia, apropiado para conducir en cuestas o acelerar rápidamente.

La luz de indicador de potencia se enciende cuando selecciona el patrón de potencia.

#### **4.6.2. Componentes**

Son todos aquellos componentes o equipos que hacen posible que la transmisión con módulo electrónico (ECM) opere y pueda efectuar varias funciones en el sistema de operación del vehículo. Entre éstos se encuentran algunos que varían en diseño y forma, dependiendo del fabricante ver figura 74.

Figura 74. Componentes electrónicos en el vehículo



Fuente: Transeje Automático Escort Modelo 1998. p. 26-27.

- Relé de control de la transmisión

El relé de la transmisión se localiza en el centro de distribución de tensión (PDC), del lado izquierdo del compartimiento del motor.

- Funcionamiento

El relé recibe voltaje de la batería (+) protegida por fusible y se excita desde el TCM. Se utiliza para suministrar alimentación al conjunto de solenoides cuando la transmisión está en el modo de funcionamiento normal.

Cuando el relé está en *off* (desactivado), no se suministra potencia al conjunto de solenoides y la transmisión está en modo de fallo. Después de un restablecimiento del controlador (llave de encendido en la posición *run* o después de hacer girar el motor), el TCM excita el relé. Antes de esto, el TCM verifica que todos los contactos estén abiertos, comprobando que no haya voltaje de los conmutadores de presión del conjunto de solenoides. Después de la excitación del relé, el TCM verifica los terminales para comprobar que el voltaje esté por encima de 3 voltios.

#### **4.6.2.1. Interruptores y solenoides**

- Los solenoides

Reciben alimentación eléctrica desde el relé de control de la transmisión a través de un único cable. El TCM (módulo de control de transmisión) excita o activa los solenoides individualmente al conectar corriente negativa el cable de retorno del solenoide necesario. Cuando se excita

un solenoide, la válvula solenoide conmuta, lo que implica que abre o cierra un pasaje de líquido según sea su estado de funcionamiento por defecto. El resultado es la aplicación o el retorno de un elemento de fricción. Normalmente, los solenoides de 2-4 velocidad y submultiplicación están aplicados permitiendo, a raíz del diseño, que el líquido pase a través de ellos cuando están en reposo o en posición *off* (desactivado). De este modo el transeje puede entrar en modo de fallo (P R N 2) en caso de producirse un fallo electrónico.

La continuidad de los solenoides y los circuitos se prueba periódicamente. Cada solenoide se activa o desactiva según sea su estado actual. El TCM debe detectar un punto de descarga inductivo durante esta prueba. En caso contrario, el circuito se prueba nuevamente para verificar el fallo. Además de la prueba periódica, los circuitos de los solenoides se verifican al producirse un error de relación de velocidades o de conmutador de presión.

- Solenoides de regulación de la presión de línea

El solenoide de control de presión regula una alimentación de fluido (presión de línea) que afecta la presión de fluido de la señal de par.

Cuando es necesaria una alta presión para aplicar un embrague, el PCM disminuye la corriente del solenoide de control de la presión (PCS). Esta disminución de la corriente causa que el PCS incremente la presión de fluido en la señal de par. El fluido de la señal de par es dirigido a la válvula reforzadora, moviéndola para incrementar la presión de línea en la válvula reguladora de presión. El incremento en la presión de línea

proporciona una aplicación rápida del embrague y una mayor fuerza de retención, también conocido como una aplicación firme.

La presión de fluido de la señal de par, también es dirigido a la válvula del acumulador de 1-2/ 3-4, para ayudar a regular la presión del acumulador. Incrementando la presión del acumulador se crea un cambio mas firme; por ejemplo durante aceleraciones severas.

El solenoide de control de presión (PCS) está conectado al PCM por medio de dos circuitos. El PCM usa un ciclo de trabajo con el fin de variar la corriente que fluye a través del solenoide. La operación del solenoide de control de presión es de la siguiente manera:

- A medida que disminuye la corriente del solenoide (el ciclo de trabajo se reduce), la presión hidráulica en el circuito de línea aumenta.
- A medida que incrementa la corriente en el solenoide (el ciclo de trabajo se incrementa), la presión hidráulica en el circuito de línea disminuye.

Si el solenoide no tiene alimentación de corriente, la presión hidráulica en el circuito de línea esta en su máximo nivel. El PCM monitorea los circuitos del solenoide de control de presión para detectar fallas.

- Solenoide de cambio

Las transmisiones automáticas controladas electrónicamente usan dos solenoides de cambio, de 1-2 y 2-3, llamadas también A y B para

controlar la secuencia de cambio de la transmisión, los solenoides de cambio son solenoides *on/off* localizados en los extremos de las válvulas.

Los solenoides permiten el escape del fluido cuando están en *off* o bloquean el fluido evitando que escape cuando está en *on*. Cuando los solenoides están en *on*, se crea una presión de fluido. El PCM opera a los solenoides de cambio de una combinación de secuencia *on* y *off* para controlar la posición de las válvulas de cambios 1-2, 2-3, 3-4, el PCM cambia el estado *on /off*, de uno de los solenoides para cambiar automáticamente la transmisión diferente.

- Solenoide de cambio de velocidad de 1-2

El solenoide de cambio 1-2 recibe alimentación de energía cuando el interruptor de ignición está en la posición *Run*. El PCM controla al solenoide proporcionándole una línea de corriente directa negativa, a través de un módulo controlador de salida. El solenoide está *on* en 1era y 4ta velocidad.

El PCM monitorea los circuitos del solenoide de cambios 1-2 para detectar fallas.

- Solenoide de cambio 2-3

El solenoide de cambios 2-3 velocidad recibe alimentación de energía cuando el interruptor de ignición está en la posición de *run*.

El PCM controla al solenoide proporcionándole una línea de corriente de corriente negativa, a través de un modulo controlador de salida. El solenoide está ON en tercera y cuarta velocidad.

El PCM monitorea los circuitos del solenoide de cambio 2-3 para detectar fallas.

- Solenoide de control de 3-2

En estas transmisiones el PCM usa un solenoide de control 3-2 para regular el escape del acumulador de tercera velocidad. El solenoide de control de 3- 2 puede ser *pwm* u *on/off*. Durante el control electrónico, el solenoide regula la presión hidráulica de acuerdo al ciclo de trabajo, permitiendo el escape parcial de fluido.

El fluido hidráulico del solenoide de control de 3-2 posición a la válvula de control 3-2 para regular el escape del circuito del acumulador de tercera, durante un cambio descendente de 3-2. a bajas velocidades del vehículo, el ciclo de trabajo es bajo y permite que el escape de fluido del acumulador de tercera sea más rápido. A alta velocidades del vehículo, el ciclo de trabajo es mayor y permite que el escape de fluido del acumulador sea más lento.

El solenoide de control de 3-2 recibe alimentación de energía cuando el interruptor de ignición esta en la posición de *run*. El PCM controla al solenoide proporcionándole una línea a tierra a través de un módulo controlador de salida.

El solenoide puede estar en *on* durante el cambio descendente de 3-2.

El PCM monitorea los circuitos del solenoide de cambios 2-3 para detectar fallas.

- Solenoide de aplicación de la banda de primera y segunda velocidad

En algunas transmisiones el TCM usa un solenoide de aplicación de la banda de primera y segunda velocidad.

El solenoide se localiza en el cuerpo de válvula de control y controla el flujo de fluido del servo de la banda. El TCM controla al solenoide con una señal moduladora por ancho de pulso. (PWM).

El solenoide de aplicación de la banda de primera y segunda velocidad recibe alimentación de energía del TCM. El TVM controla el solenoide proporcionando una línea de corriente directa negativa, a través de un módulo de controlador de salida. La banda siempre está aplicada en primera y segunda velocidad. El TCM monitorea los circuitos del solenoide de aplicación de la banda de primera y segunda velocidad para detectar fallas.

- Solenoide del embrague del convertidor

Dependiendo del diseño de la transmisión se puede usar uno o dos solenoides TCC. El diseño básico usa un solenoide TCC *on/off*, que funciona de forma similar a los solenoides recambios y simplemente controla el tiempo de aplicación y liberación del TCC. Cuando el solenoide está en *off*, el fluido escapa a través del solenoide y la fuerza del resorte mantiene a la válvula del TCC en la posición de liberación. Cuando el solenoide es energizado (*on*) por el PCM, el fluido es

bloqueo evitando que escape. Con el escape de fluido bloqueado, la presión del fluido se incrementa, la válvula del TCC se mueve a la posición de aplicación y el TCC es aplicado.

- Solenoide del tcc modulado por ancho de pulso (pwm)

El solenoide del TCC modulado por ancho de pulso (PWM) recibe alimentación de energía, cuando el interruptor de ignición está en posición de *run*.

El PCM opera al solenoide controlando una línea a tierra a través de un modulo controlador de salida. El solenoide puede estar en ON en tercera o cuarta velocidad .También es posible la aplicación del TCC en segunda velocidad durante la operación del modo caliente.

El deslizamiento del embrague del convertidor par es proporcional al ciclo de trabajo proporcionado por el PCM.

- A un porcentaje bajo de ciclo de trabajo, el TCC es liberado.
- A un porcentaje alto de ciclo de trabajo, el TCC es aplicado.
- A un porcentaje moderado de ciclo de trabajo, el TCC es aplicado parcialmente para controlar el deslizamiento.

- Solenoide del tcc *on/off*

Este solenoide recibe alimentación de energía, cuando el interruptor de ignición está en la posición de *run*. El PCM opera al solenoide controlando la línea a través de corriente negativa, a través de un módulo

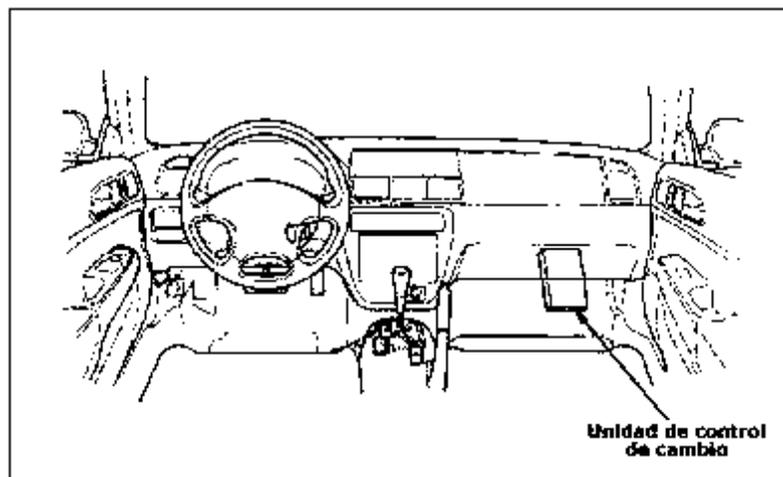
controlador de salida. También es posible la aplicación del TCC en segunda velocidad durante la operación en modo caliente.

#### **4.6.2.2. Control del cambio de marchas (velocidad)**

La acción electrónica del cambio de velocidad está compuesta por una unidad de control o centralita, sensores y seis electroválvulas (también llamados solenoide). La gestión electrónica del cambio y el bloqueo del convertidor proporcionan una conducción suave y confortable.

La centralita de cambio está instalada detrás del salpicadero (panel de mandos) al lado del pasajero. Figura 75.

Figura 75. **Ubicación de control (módulo de control electrónico ECM)**



Fuente: Manual de servicio de subaru legasy 1992, sección 3.

El par motor es transmitido por la caja de cambios que es controlada por la centralita de cambio. Esta centralita recibe información de los sensores que le

permiten determinar la selección de la marcha adecuada. La centralita selecciona la marcha actuando sobre unas electroválvulas de control A, B y C.

La gestión electrónica permite, además, tener un modo de cambio deportivo secuencial.

La centralita recibe información de los sensores:

- De velocidad del vehículo
- De la posición del pedal acelerador
- Del contactor del pedal de freno
- De la posición de palanca selectora de cambio

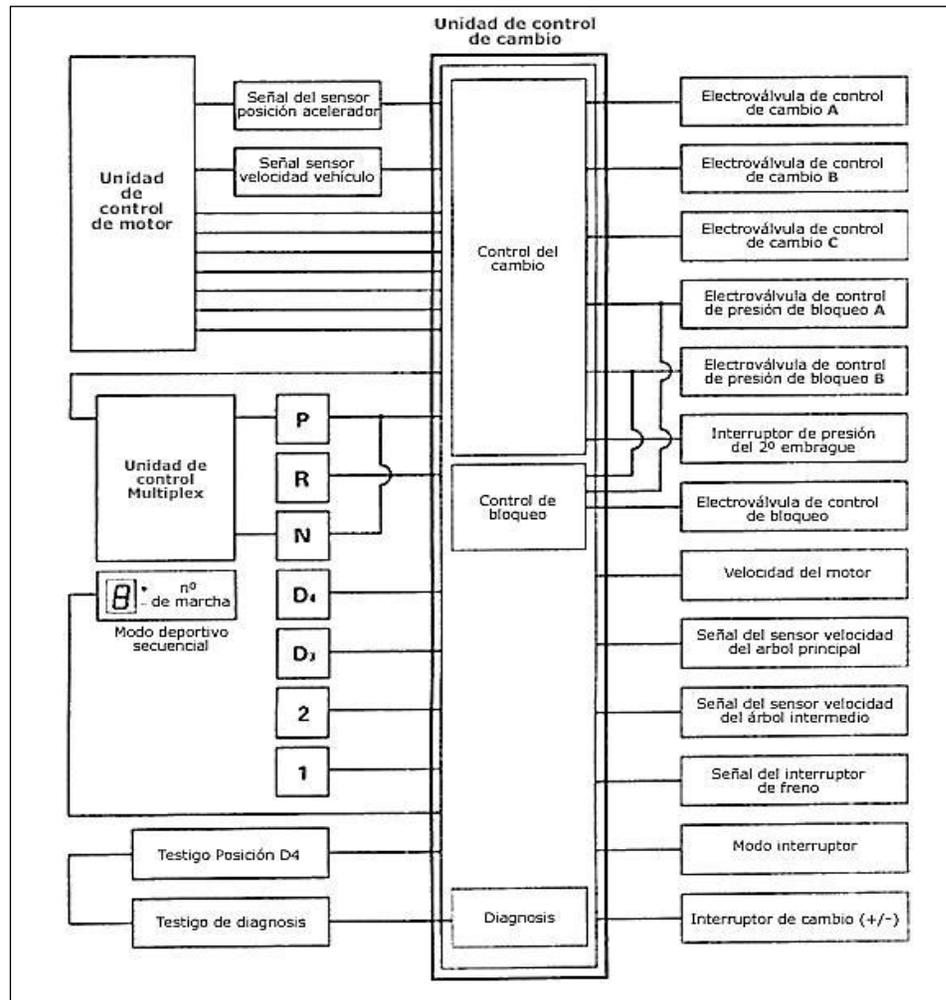
El momento en que se cambia de una marcha a otra dependen de la velocidad del vehículo, pero también interviene sobre todo la posición del pedal acelerador. Al presionar el pedal del acelerador a fondo se consigue un mayor rendimiento en cada velocidad, mientras que si se acelera parcialmente, el cambio de marchas se produce a un régimen bastante más bajo. Existe un dispositivo automático que funciona al presionar bruscamente a fondo el acelerador, mediante el cual se obtiene el paso a una velocidad más corta, siempre que las revoluciones del motor no suban en exceso y lo mismo ocurre cuando se presiona el pedal de freno y hay una fuerte desaceleración. La centralita de cambio está conectada con la centralita de control del motor. Por ejemplo: variar el momento de encendido en las bujías del motor, cuando actúa la caja de cambios.

El mando hidráulico del cambio de velocidad se convirtió en mando electrónico del cambio. El mando electrónico del cambio se convirtió en el elemento central de la lógica y ejecución de mando. Los puntos de acoplamiento del cambio se forman a partir de un gran número de

informaciones que describen la situación momentánea de funcionamiento y marcha.

- El conductor: decide cuándo, adónde y con qué rapidez, deportividad o economía. De ello se encargan el pedal del acelerador y la palanca selectora.
- Estados de funcionamiento: las resistencias al avance influyen: si se recorre una pendiente cuesta arriba/cuesta abajo, si se utiliza remolque, si hay viento contrario, si se conduce bajo carga o con empuje. Los sensores envían las informaciones a la unidad de control. Electrónica: efectúa evaluaciones a través de los sensores y se encarga de decidir que relación de marcha debe acoplar, para ello regula el dispositivo hidráulico del cambio.

Figura 76. **Esquema de componentes del cambio electrónico de velocidad**



Fuente: Cajas de cambio <http://www.taringa.net/posts/info/1147607/cajas-de-cambio-III.html>.

Consulta: septiembre de 2008.

El mando electrónico del cambio no es ningún sistema que trabaje aisladamente. Se comunica con otros sistemas electrónicos del vehículo a fin de minimizar el despliegue técnico de sensores, optimizar el confort del acoplamiento de marchas y aumentar la seguridad al conducir.

A fin de suavizar las presiones de acoplamiento durante el accionamiento de los elementos del cambio (embragues de discos, frenos de discos), se comunica a la unidad de control del motor el momento del acoplamiento de una marcha. Para ello, la unidad de control para el cambio automático está enlazada por una línea directa con la unidad de control del motor. Durante el momento de acoplar la velocidad deseada, se varía brevemente el punto de encendido en sentido de retardo, con lo cual se suprime el par motor en ese tiempo.

En algunos sistemas de mando electrónico del cambio se efectúan intercambios de informaciones con los diferentes sistemas del vehículo. Electrónica del tren de rodaje: en caso de una intervención reguladora de un sistema de control de estabilidad (control electrónico de tracción o bloqueo electrónico del diferencial), el mando electrónico del cambio impide que se efectúen acoplamientos de marchas. En caso de una intervención reguladora durante el arranque del vehículo (sistema de tracción antideslizante), el mando electrónico del cambio utiliza la segunda marcha para reducir el par motor.

En caso de recorrer una curva cerrada, un sensor registra la aceleración transversal y la transmite al mando electrónico del cambio. En este momento se impiden procesos de acoplamiento de marchas.

Las modernas cajas de cambio automático con mando electrónico conservan de las cajas de mando hidráulico: las posiciones más importantes de la palanca selectora: P - R - N - D que siguen transmitiéndose como antes, adicionalmente por medios mecánicos, de la palanca selectora a la corredera selectora en el dispositivo hidráulico de acoplamiento de marchas.

Esto asegura la disponibilidad de funcionamiento del cambio automático, también en caso de fallar la unidad de control electrónica.

#### 4.6.2.3. Tipos de sensores

- Sensor del regulador del acelerador del motor (sensor de vacío ubicado en el carburador)

Detecta la abertura del regulador y determina el punto de cambio, la presión de línea y la velocidad del vehículo en enclavamiento, de acuerdo con la carga del vehículo.

- Sensor de velocidad del vehículo 1 (montado en la transmisión)

Detecta la velocidad del vehículo. Esta señal se emplea para controlar el cambio, enclavamiento, presión de línea y embrague de caja de reenvío.

- Sensor de velocidad del vehículo 2 (incorporado en el medidor)

FWD Utilizando como refuerzo en caso de fallo del sensor de revoluciones del vehículo 1. 4WD Utilizando para controlar el embrague de caja de reenvío y como refuerzo en caso de fallo del sensor del vehículo 1.

- Sensor de temperatura atf

Detecta la temperatura de ATF. Esta señal se emplea para inhibir el enclavamiento, liberar la directa y detectar la temperatura de ATF.

La definición y funcionamiento de cada uno de los tipos de sensores que se encuentran en la caja de transmisión electrónica se explicó en el capítulo 2 en el inciso 2.4.3, actuadores y sensores.

#### 4.6.2.4. Interruptores de marcha

Uno de los dispositivos eléctricos más comunes, el interruptor, simplemente hace o interrumpe un circuito eléctrico. Van desde el tipo simple de encendido o apagado de motor, hasta conmutadores complejos de circuitos múltiples que pasan simultáneamente de un circuito a otro, y que con frecuencia son parte integral de otro dispositivo eléctrico.

En las cajas automáticas pueden variar los interruptores en función o aplicación, en donde se necesite, todo depende del diseño del fabricante, entre los más importantes son:

Interruptor de seguridad de la caja automática electrónica.

- El interruptor inhibidor proporciona seguridad al arrancar el motor. Este interruptor va montado en el lado derecho de la caja de la transmisión, y es accionado por la palanca selectora de velocidad.
- Cuando la palanca selectora está en P ó N, se conecta el circuito eléctrico del interruptor inhibidor y se energiza el circuito del motor de arranque para arrancar el motor.
- Cuando la palanca selectora está en las posiciones R, D, 3, 2, ó 1. Se desconecta el circuito eléctrico del interruptor inhibidor.
- Así no es posible arrancar el motor. En la posición “R”, se cierra el circuito de luz de marcha atrás en el interruptor, y se enciende la luz de marcha atrás.

- Además de esta función, el interruptor inhibidor incorpora un circuito para detectar la posición de la posición seleccionada y enviar la señal de gama al TCM.

- Interruptor de marcha en vacío (I/D)

Detecta el cierre del regulador. Esta señal se emplea para liberar el enclavamiento y para controlar la presión de línea.

- Interruptor de crucero (Control de crucero)

Detecta el funcionamiento del control de crucero y amplía la gama de operación 4ta velocidad o directa.

- Interruptor manual

Se emplea para mantener la transmisión en la gama seleccionada, 2da., 3ra., al subir o bajar cuestas inclinadas, al circular sobre arena, barro, o superficies deslizantes.

- Interruptor de economía

Cuando esta interruptor este en *on*, se fija un patrón de cambio en modo económico, para mejorar el consumo de combustible.

- Interruptor de fwd

Se emplea para cambiar el modo 4WD a FWD. También se usa para adaptar el vehículo al rodillo comprobador de FWD. El cambio de 4WD a

FWD puede completarse insertando un fusible en los portafusiles. (Sólo para 4WD).

- Interruptor de aceleración forzada

Detecta la abertura del regulador. Esta señal se emplea para controlar la aceleración forzada

#### **4.6.2.5. Estado del código de fallas**

- Controles o mediciones de averías
  - Luz mil

El pcm usa la luz mil (luz indicadora de fallas) para avisar al conductor que ha detectado una falla que requiere diagnóstico y reparación. La luz mil esta ubicada en el panel de conjunto de instrumentos (ipc). Algunas fallas que detecta el pcm no provocan que este encienda la luz mil.

La luz mil recibe alimentación del interruptor de ignición y el pcm enciende a la luz cerrando el circuito por medio de una corriente negativa, que hace la luz se encienda.

El pcm se autodiagnostica y monitorea a la línea de datos seriadados clase 2 y a la luz mil. Cuando el pcm detecta una falla, puede tomar las siguientes acciones de diagnóstico:

- Almacenar en su memoria uno o mas códigos de diagnóstico de falla (dtcs).
  - Dtc PO560 para el sistema de voltaje.
  - Dtc PO601 para el PCM y sus funciones críticas.
  - Dtc Pxxxx Y Uxxxx (los números varían) para la comunicación de la línea de datos seriadados clase 2.
  - Dtc Pxxxx para la luz mil.
- Almacenar información de los dtcs capturados, relacionados con emisiones.
- Encender la luz mil cuando detecta determinadas fallas.
- Autodiagnóstico

El sistema de auto diagnóstico es capaz de detectar cualquier problema que haya ocurrido en cualquiera de los siguientes sistemas de señales de entrada y de salida.

- Sensor de velocidad del vehículo 1
- Sensor velocidad del vehículo 2
- Sensor el regulador
- Solenoide de cambio 1
- Solenoide de cambio 2
- Solenoide de cambio 3

- Solenoide de servicio B
- Solenoide de servicio C (Solo 4WD)
- Sensor de temperatura atf
- Impulsor de encendido
- Solenoide de servicio A
- Sensor de presión atmosférica

Los resultados de autodiagnóstico se indican por el parpadeo de la lámpara indicadora de potencia.

Tabla II. **Algunos códigos de averías pueden variar según el fabricante**

<b>Código de averías</b>	<b>ITEM</b>
11	Solenoide de servicio a
12	Solenoide de servicio b
13	Solenoide de cambio 3
14	Solenoide de cambio 2
15	Solenoide de cambio 1
21	Sensor de temperatura de atf
23	Revoluciones del motor
24	Solenoide de servicio c
31	Sensor del regulador
32	Sensor de velocidad de vehículo 1
33	Sensor de velocidad del vehículo 2

Fuente: Manual de servicio de subaru legasy 1992 sección 3.

## 5. SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema de mando hidráulico tiene cuatro funciones:

- Creación de presión: la bomba suministra presión a todos los mandos hidráulicos y al embrague.
- Regulación de presión: la válvula reguladora de presión controla la presión principal a un valor que depende de la apertura de la mariposa del acelerador. Esta válvula centrífuga regula en función de la velocidad del vehículo el cambio en ambos sentidos (Kick-Down).
- Control del circuito: esta válvula manual permite accionar las diferentes velocidades a voluntad del conductor, válvula de paso de 1ª a 2ª y 2ª a 1ª, y válvula de paso de 2ª a 3ª y de 3ª a 2ª.
- Accionamiento de embragues, servos y acumuladores de presión: los dos embragues y los dos servos son desplazados hidráulicamente para accionar los embragues y apretar las bandas.

### 5.1. Fluido hidráulico

El aceite en el cambio automático ha de cumplir en su circuito diferentes requerimientos: transmitir fuerzas (en el convertidor par) efectuar acoplamientos (en los elementos hidráulicos del cambio). Establecer valores de fricción (en los embragues y frenos de discos, en el embrague de anulación del

convertidor par) lubricar piezas (todas las piezas rotatorias del cambio de velocidades), disipar calor, transportar residuos de abrasión.

Estas tareas las tiene que realizar el aceite en un margen de temperatura de -30 °C a 150 °C (puntos de medición de la temperatura en el cárter de aceite de la caja de velocidades). Durante el cambio de velocidades, en los embragues y frenos de discos se pueden alcanzar por un breve tiempo incluso temperaturas de 250 °C a 400 °C. El aceite deberá cumplir todas las tareas en cualquier condición. En especial en los aceites utilizados en este tipo de cambios, se mejora el índice de viscosidad, para garantizar un líquido constantemente espeso en todo el margen de temperaturas.

En todo el mundo se reconocen los estándares para el aceite hidráulico de transmisión establecidos por General Motors (*ATF Dexron*) y Ford (*ATF Mercon*).

#### **5.1.1. Propiedades físicas y químicas del aceite**

Se le agregan aditivos cuyas propiedades lo hacen especialmente adecuado para las características de flujo y de fricción que se necesitan para el funcionamiento de la transmisión automática.

Por lo general es de color rojo, más que nada para ayudar a distinguirlo de los otros tipos de aceite que existen.

El 10% del volumen del fluido está compuesto por hasta 10 diferentes tipos de aditivos. Los primeros tres que se describen a continuación contribuyen a las propiedades categóricas del aceite de transmisión.

- Modificadores de fricción; mejora el coeficiente de fricción.
- Modificadores de fluidez; mejora el flujo del fluido.
- Agentes de hinchamientos de sellos; ayuda a proteger los sellos del endurecimiento y de la descomposición por alta temperatura.

Desde luego, los aditivos deben ser compatibles con los materiales antifricción y adhesivos, así como con diversas aleaciones metálicas en la transmisión.

- Estabilizadores de viscosidad: ayudan a que el fluido conserve su cuerpo y fluidez dentro de las temperaturas de operación.
- Inhibidores de corrosión y óxido: retardan la corrosión y el óxido originados por la condensación.
- Agentes antiespumantes: destruyen la espuma que se forma al agitarse el fluido.
- Inhibidores de oxidación: retardan la oxidación a altas temperaturas.
- Dispersantes y detergentes: mantienen en suspensión a las partículas extrañas y limpian el aceite.
- Agentes para alta presión: mejoran la tensión superficial del fluido.
- Depresor del punto de fluidez: reduce la temperatura a la cual todavía fluye el líquido.

Las primeras clasificaciones de fluido en el siglo se denominaron Tipo A, mejoraba la oxidación. Cada una de las diferentes clasificaciones de aceite de transmisión que se han dado durante todos estos años, dependiendo de las diferentes marcas que existen, su fin es tener un efecto importante sobre la calidad de los cambios de velocidad y el poder de cumplir con las normas internacionales de calidad del aceite.

### **5.1.2. Bomba hidráulica de la transmisión**

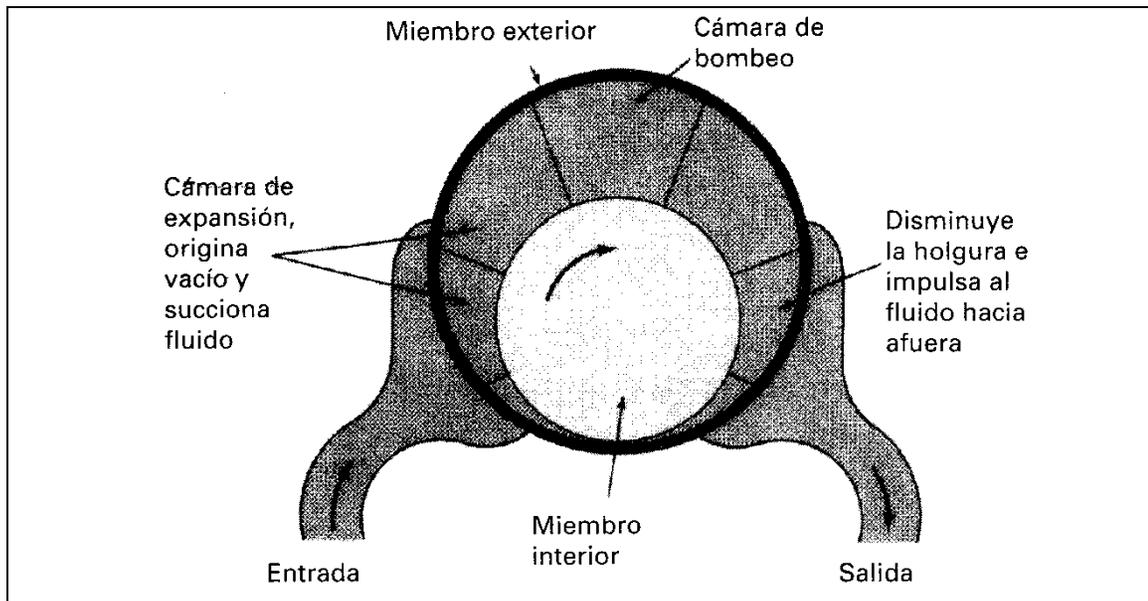
Una sola bomba hidráulica del tipo rotatorio, ubicada al frente de la transmisión, suministra fluido a presión al sistema hidráulico de la transmisión automática. Esta bomba está impulsada por el motor mediante la caja del convertidor par. Succiona el fluido y hace presión contra una válvula reguladora, que hace que el fluido pase a las demás partes del sistema a una presión controlada.

#### **5.1.2.1. Tipos de bombas**

- Bomba tipo rotatoria

En este tipo de bomba se pueden encontrar con engranaje o de rotor, y de aspas. Las bombas de engranaje y rotor son bombas de desplazamiento fijo que entregan la misma cantidad de fluido en cada revolución.

Figura 77. **Esquema de cómo funciona una bomba rotatoria de engranajes, de rotor o de paletas**

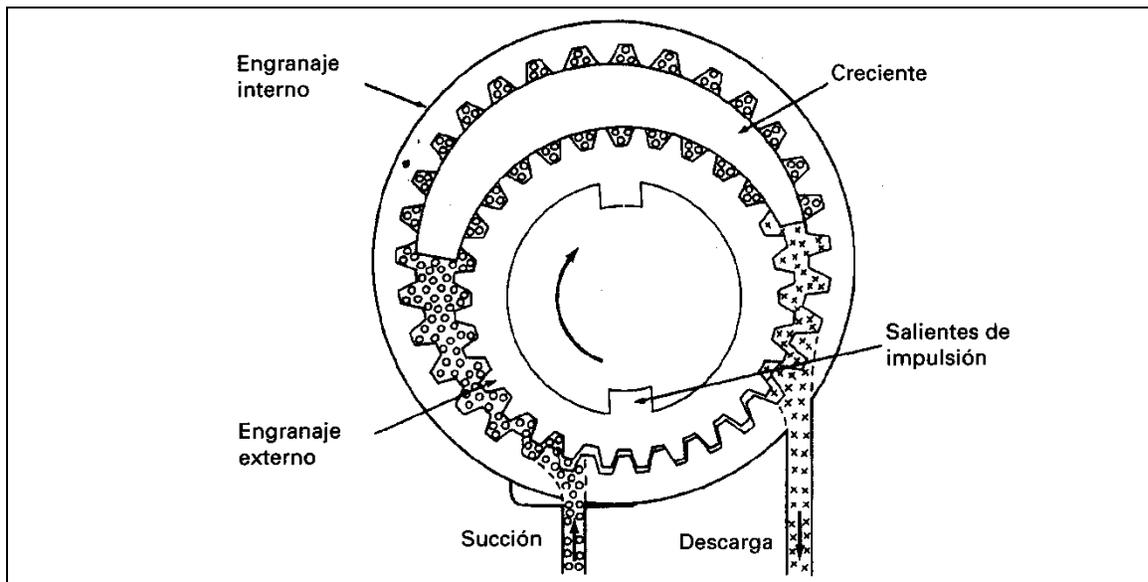


Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p. 76.

- **Bomba de engranaje interno-externo**

La bomba de engranajes interno-externo se muestra en la figura 78. El engranaje externo fijado a la caja del convertidor del par mediante dos salientes de impulsión, mueve al engranaje interno, excéntrico. Al continuar la rotación, el espacio entre los dientes de los engranajes (cuando comienza a desengranar cerca de a cámara de entrada) aumenta. Esto crea una baja presión (vacío) que succiona fluido del depósito de aceite. La creciente es parte de la fundición del cuerpo de la bomba, y sirve para retener el fluido atrapado entre los dientes de los engranajes interno y externo. Al continuar la rotación, disminuye el espacio entre los dientes de los engranajes.

Figura 78. **Bomba de engranajes (desplazamiento fijo)**



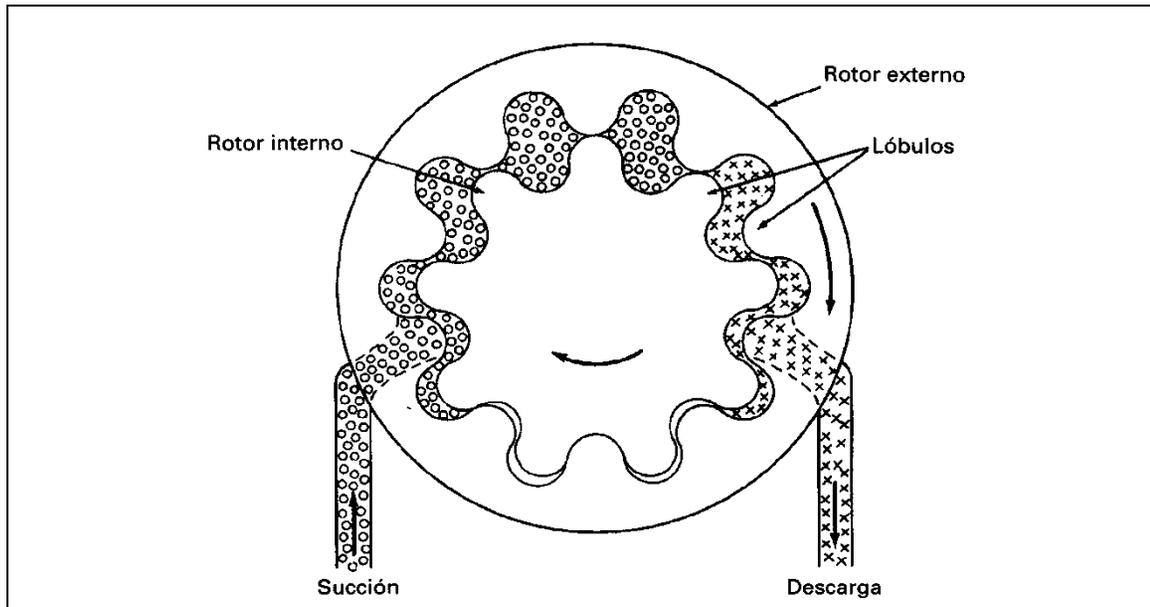
Fuente: Manual transmisiones automáticas y transejes. p 76.

Con ello se comprime el fluido, aumentando su presión y acelerando su flujo por la salida hacia la válvula reguladora de presión.

- La bomba de rotor, de engranaje interno-externo

Es muy semejante a la bomba de engranajes interno-externo descrita anteriormente, la diferencia es que no tiene divisor de creciente como la de engranajes. Esto se debe a la forma exclusiva de los lóbulos que engranan. Al igual que en la bomba de engranajes, el espacio entre los lóbulos aumenta a medida que los mismo comienzan a desacoplarse en el lado de la succión. Pero la forma de los lóbulos es tal que las superficies entre ellos siempre son tangentes y casi se tocan. Con ello se retiene al fluido, al continuar la rotación, el espacio disminuye, forzando al fluido a través de la descarga de presión de la bomba.

Figura 79. **Bomba de rotor (desplazamiento fijo)**



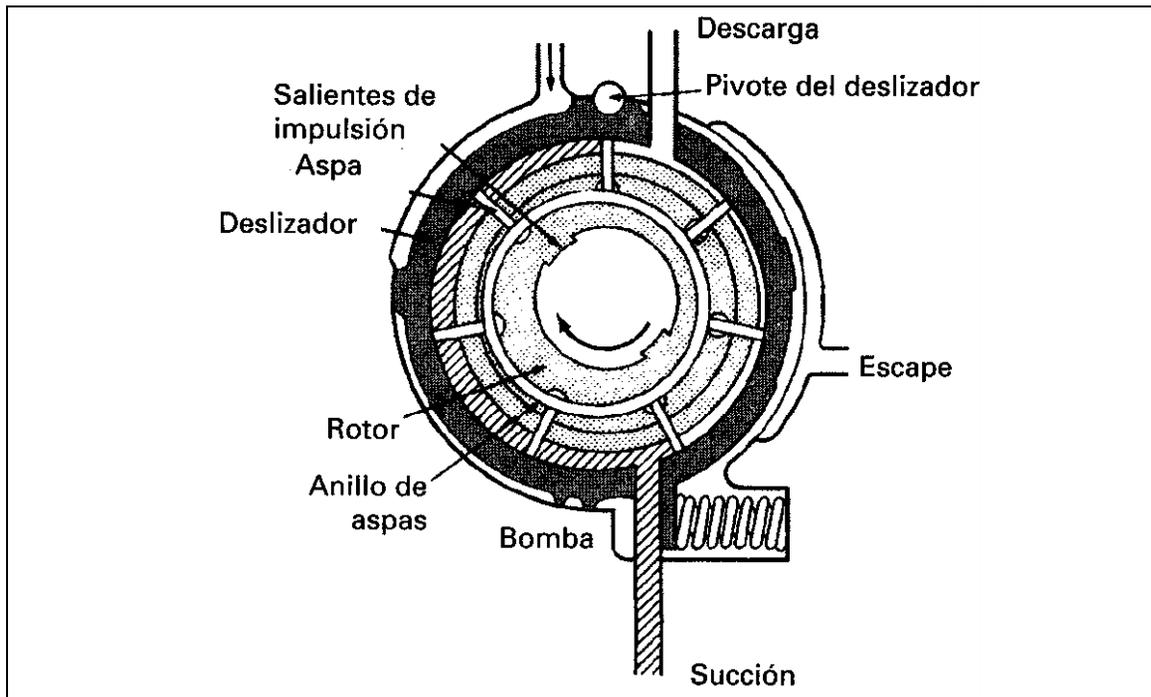
Fuente: Manual Transmisiones automáticas y transejes. p 76.

- **Bombas de aspas o paletas**

En este tipo las aspas flotan libremente en las ranuras del rotor. El extremo de cada aspa se recarga contra el perímetro interno del deslizador (en realidad un cuerpo móvil de bomba), y el otro extremo se recarga contra el anillo flota y funciona como distanciador, de tal modo que los extremos exteriores de las aspas siempre siguen al contorno interior excéntrico (fuera de centro) del deslizador retenido el fluido atrapado.

Esto es cuando un aspa se acerca al lado derecho, es empujada hacia dentro de la ranura del rotor, con ello se mueve el anillo empujando hacia afuera las aspas del lado izquierdo. En la figura 80 se muestra la posición del deslizador (cuerpo).

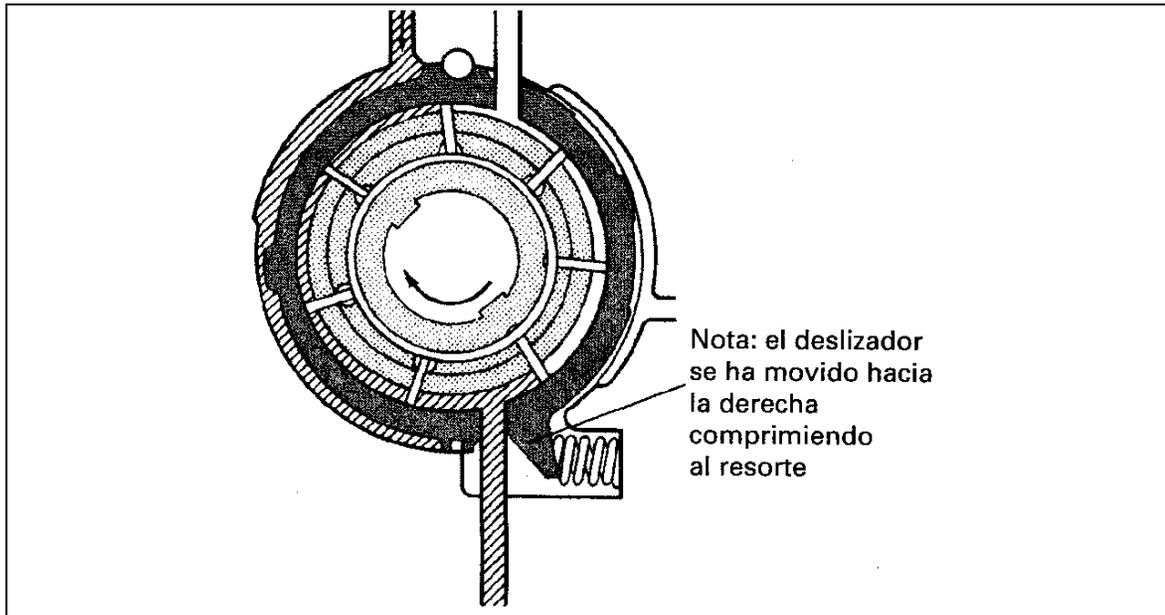
Figura 80. **Bomba de aspas o paletas**



Fuente: Manual transmisiones automáticas y transejes. p 76.

La presión hidráulica contra su lado izquierdo lo ha movido el resorte hacia la derecha (observe que comprime el resorte), de modo que el espacio entre él y el rotor es casi igual alrededor de toda la circunferencia (se ha variado el desplazamiento: desplazamiento variable). Ver figura 81.

Figura 81. **La presión de aceite mueve al deslizador hacia la derecha**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 77.

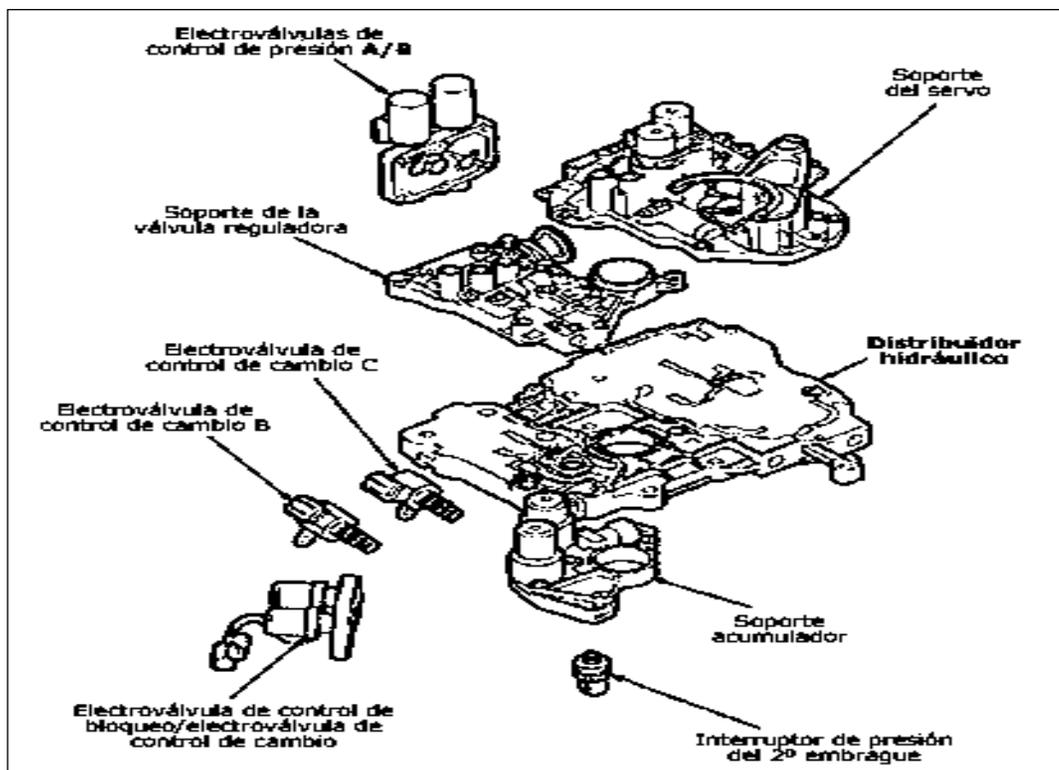
En esta configuración, la bomba maneja menos cantidad de aceite, y necesita menos potencia para girar. Gran parte del tiempo no se necesita la presión desarrollada por una bomba de engranaje o rotor (desplazamiento fijo) y ésta sale (escapa) por la válvula reguladora de presión regresando al depósito. La potencia para que la bomba gire y desarrolle esa presión fija (alta) se desperdicia. Esta es la razón por la que está aumentado el empleo de la bomba rotatoria del tipo de aspas.

### **5.1.3. Válvulas de control de la transmisión**

El distribuidor hidráulico o soporte de válvulas incluye: el soporte de la válvula principal, el soporte de la válvula reguladora, el soporte del servo y del acumulador hidráulico. La bomba de presión de alimentación del aceite ATF es

accionada por el convertidor par. El aceite a presión fluye a través de la válvula reguladora que mantiene la presión del aceite a un valor especificado, este aceite pasa a través del distribuidor hidráulico, que lo envía a la válvula manual que lo reparte a cada uno de los embragues de accionamiento. Las electroválvulas de cambio B y C están montada fuera de la carcasa del convertidor par.

Figura 82. Esquema de un distribuidor hidráulico de válvula



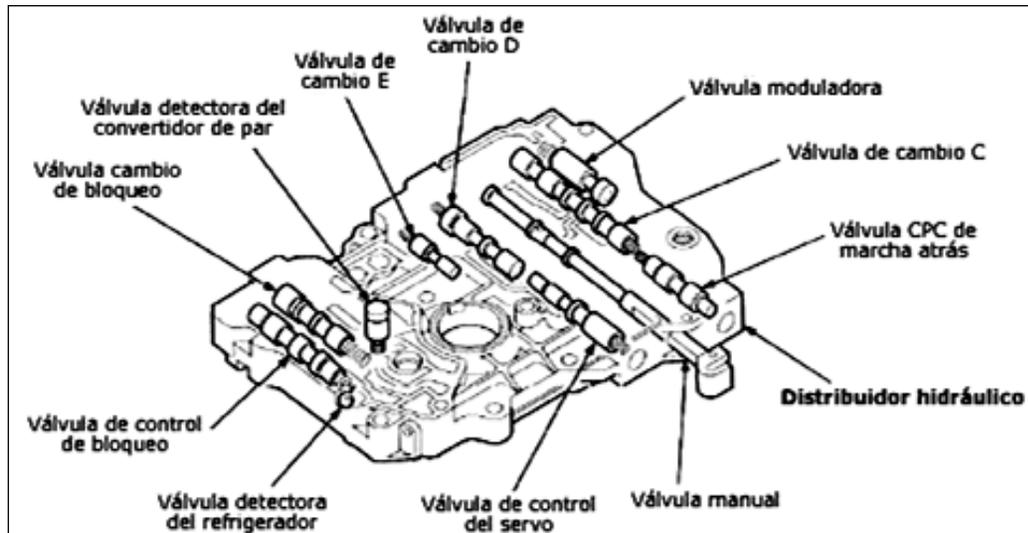
Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: febrero 2009.

La electroválvula de cambio A y la electroválvula de control de bloqueo del convertidor están montadas sobre la carcasa del convertidor de par. Las

electroválvulas de control de presión A y B están montadas sobre la carcasa de la caja de cambios. Ver figura 82.

El distribuidor hidráulico tiene la función de controlar el suministro o no suministro de aceite hidráulico, así como el control de la presión que se envía al circuito hidráulico ver figura 83.

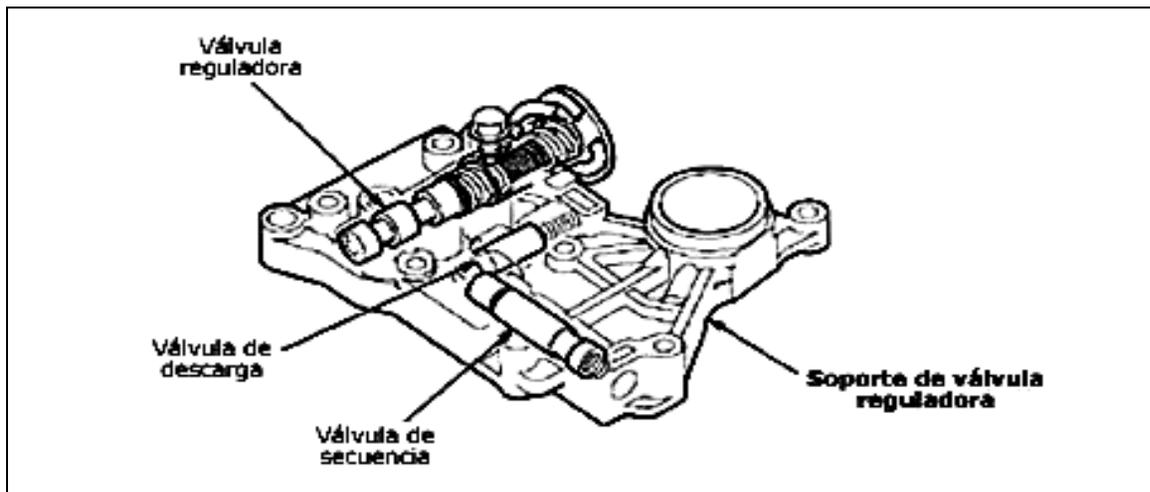
Figura 83. **Esquema de un distribuidor hidráulico**



Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: febrero 2009.

El soporte de la válvula reguladora está situado sobre la válvula distribuidora. Este soporte contiene la válvula reguladora, la válvula secuencial de bloqueo, y la válvula de descarga. Ver figura 84.

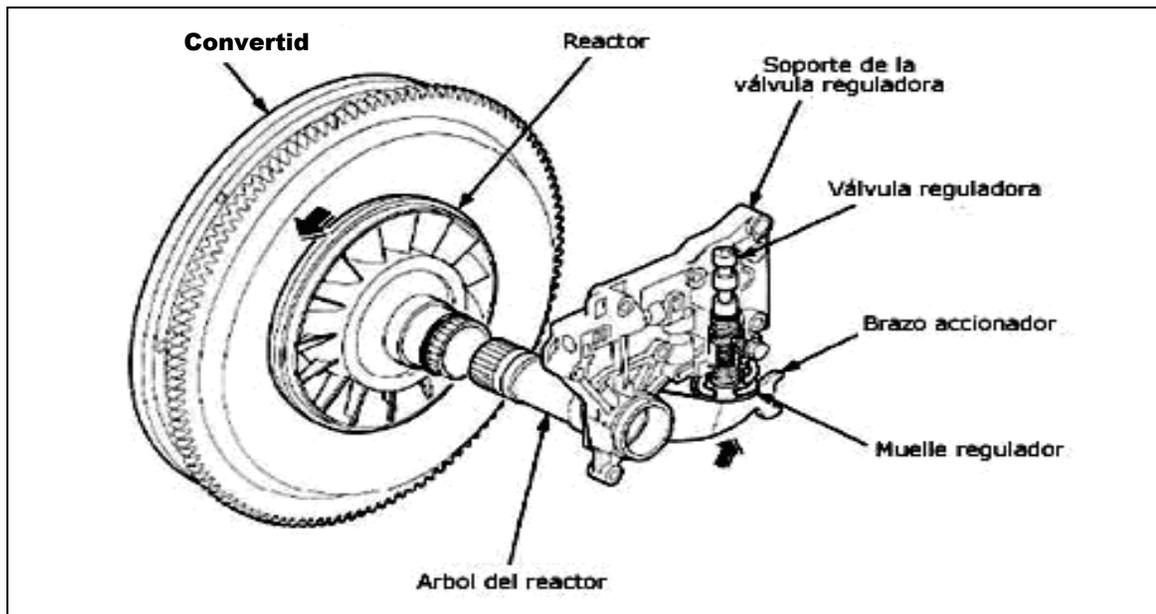
Figura 84. **Esquema de soporte de válvula reguladora**



Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

La válvula reguladora de presión esta condicionada en su funcionamiento por el reactor del convertidor de par.

Figura 85. **Válvula reguladora con su soporte y accionamiento**

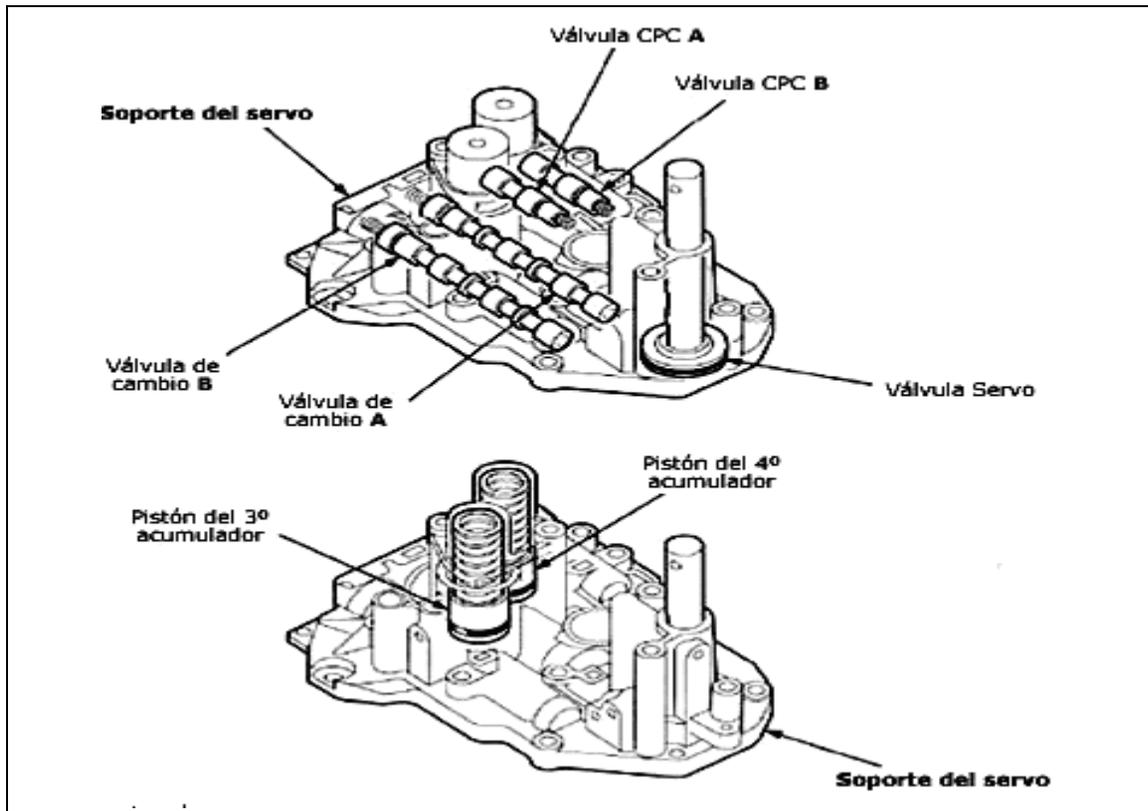


Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

El convertidor par tiene un árbol con un brazo que incide sobre el muelle de la válvula reguladora, comprimiéndolo, sobre todo cuando se solicita una fuerte aceleración por parte del conductor o cuando el vehículo sube por una pronunciada pendiente. Al comprimirse el muelle de la válvula reguladora, esta permite un aumento de presión en el circuito hidráulico. Ver figura 85.

El soporte del servo esta situado sobre el distribuidor hidráulico. Contiene la servo válvula, la válvula de cambio A, la válvula de cambio B, la válvula CPC A y B y el 3º y 4º acumulador.

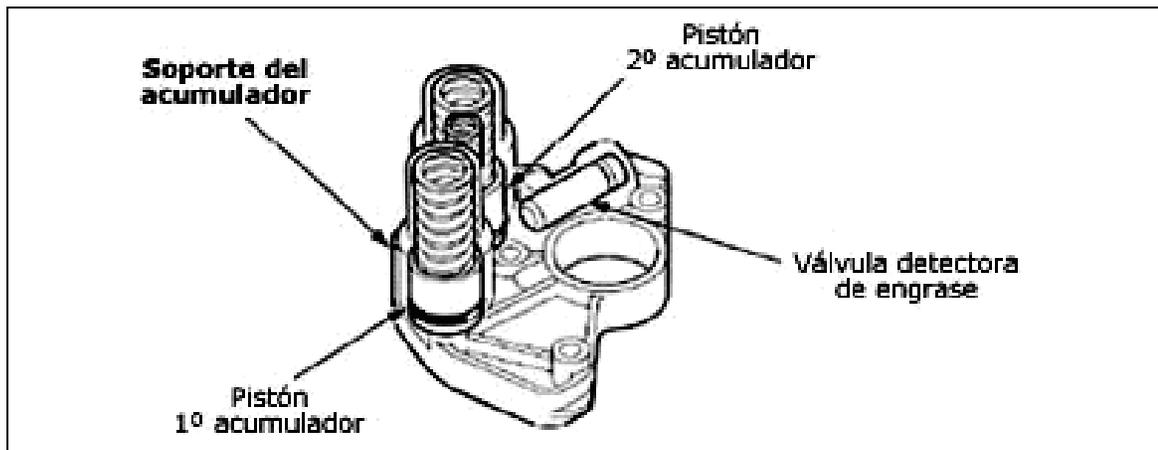
Figura 86. **Soporte del servo se encuentra sobre el distribuidor hidráulico**



Fuente: Distribuciones hidráulicas [meccanicavirtual.org/caja-cambios7](http://meccanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

El soporte del acumulador está situado sobre la carcasa del convertidor par, cerca al distribuidor hidráulico. Contiene el 1º y 2º acumulador y la válvula detectora de lubricación.

Figura 87. **Soporte del acumulador con sus respectivas válvulas**



Fuente: Distribuciones hidráulicas [www.mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://www.mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril 2009.

#### 5.1.4. Flujo de aceite de la transmisión

Es la parte que se encarga de dirigir todas las operaciones, de velocidades del vehículo. Funciona por un complejo sistema de válvulas y circuitos hidráulicos con varias presiones. Tiene un laberinto de circuitos labrados, que van controlados por válvulas. Las principales son:

- Válvula manual: impide o permite el paso del aceite a la presión de línea; selecciona velocidades hacia adelante o hacia atrás.
- Válvulas de secuencia: son 3 y van gobernadas por otras 3 electroválvulas. Seleccionan las velocidades hacia adelante.
- Válvula de progresividad: es la responsable del cambio de velocidades (sin velocidades bruscas).

- Válvula de modulación de presión (EVM): regula la presión de línea.
- Otras válvulas, además de las anteriores, hay otras válvulas como pueden ser las limitadoras de presión, de corte.

#### **5.1.4.1. Circuito y distribución en las posiciones de la palanca de velocidades**

- Modalidad de operación

Las transmisiones modernas ofrecen dos modalidades de operación: Automática y Semiautomática (manual). El interruptor selector de modalidad que permite pasar de automático a manual esta localizado en algunos vehículos colocados en la palanca de velocidades. Cuando se acciona el interruptor en la modalidad automática, la transmisión elige la velocidad inferior o superior de acuerdo con los datos obtenidos según computadora del vehículo. En modalidad manual el cambio de velocidades descendentes o ascendentes se realiza con el botón o interruptor de modalidad de operación.

- Cambios ascendentes en la modalidad automática: los cambios de velocidad automáticos son denominados por la velocidad del motor o por el par de transmisión.

La transmisión cambia de primera a segunda hasta la velocidad más alta seleccionada a medida que se va presionando el acelerador.

Nota: la transmisión no cambia a una velocidad más alta que la velocidad programada en la palanca de control de transmisión.

- Palanca de controla de la transmisión: la transmisión ofrece el recurso de arrancar en 1ª ó 2ª hacia delante o hacia atrás y permite definir la velocidad seleccionada máxima como 2ª, 3ª, ó 4ª en la modalidad automática o normal. Este programa en el controlador a través del Centro de Información de la computadora.

Si la velocidad de desplazamiento del vehículo aumenta sin que el operador oprima el acelerador (como al bajar una cuesta) la transmisión no efectuará cambios ascendentes. A medida que se presiona el acelerador y se reduce el par en la transmisión ésta realiza cambios de marcha ascendente.

- Reducción en la modalidad automática: es determinada directamente por la velocidad del motor y por el par de la transmisión. La transmisión reduce a primera o a segunda velocidad de acuerdo con la velocidad del desplazamiento del motor.

Por ejemplo, si el vehículo se encuentra en la 4ª velocidad cuesta arriba y su velocidad va disminuyendo a medida que aumenta la demanda de par, la transmisión reducirá hacia la 3ª, en seguida a la 2ª y a la 1ª marcha, si es necesario.

- Reducción en la modalidad manual: en la modalidad, la transmisión se pone en movimiento y permanece en la velocidad seleccionada hasta que elija otra velocidad u otro sentido de desplazamiento. Las velocidades se pueden cambiar sin reducir las rpm del motor.

Si la velocidad seleccionada es de 2 ó más velocidades por encima de la velocidad actual, la transmisión efectuará cambios ascendentes con intervalos de 2,5 segundos hasta alcanzar la velocidad seleccionada.

- En la modalidad manual, las velocidades se pueden reducir sin disminuir las rpm del motor, ni la velocidad de desplazamiento del vehículo. Si la velocidad de desplazamiento del vehículo. Si la velocidad seleccionada es de dos o más veces por debajo de la velocidad de uso, la transmisión reducirá en intervalos de 1,2 segundos, la velocidad.
- Botón de reducción: la transmisión también incorpora un botón de reducción, que se encuentra en la parte superior de la palanca de control.
- Modalidad automática: el botón de reducción reduce todas las velocidades. Cada vez que se le pulsa ese botón la transmisión reduce una velocidad de 4<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, de 3<sup>a</sup>, a 2<sup>a</sup> y de 2<sup>a</sup> a 1<sup>a</sup>. Ejemplo: si el botón de reducción se ha utilizado ha de cambiar de 4<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> velocidad, la transmisión reducirá automática a 3<sup>a</sup> y, luego, retornará a 3<sup>a</sup> como sea necesario y no retornará a 4<sup>a</sup> velocidad hasta que ocurra una de las siguientes condiciones.

A = elegir otra velocidad

B = colocar el selector en neutral y nuevamente hacia delante o atrás

C = encender y apagar el interruptor automático/ manual.

- Modalidad manual: al presionar el botón de reducción, la transmisión estará en 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> velocidad En la 2<sup>a</sup> velocidad al presionar el botón de reducción, la transmisión cambiará a la 1<sup>a</sup> velocidad. Al presionar

nuevamente el botón de reducción, la transmisión cambia a la 2ª velocidad.

En la modalidad manual, la transmisión sólo reduce de 2ª a 1ª velocidad, al presionar el botón de reducción. Al presionarlo nuevamente, la transmisión pasa de 1ª, a 2ª. El conductor puede elegir manualmente una velocidad superior.

El principio de funcionamiento, se resume esquemáticamente de la siguiente manera

El cambio de velocidad tiene 8 posiciones: P *Park*, R *Reverse*, N *Neutral*, D4 rango de 1ª a 4ª velocidad, D3 rango de 1ª a 3ª velocidad, 2 2º engranaje y 1 1º engranaje. También cuenta con un modo de cambio deportivo secuencial que ha sido adoptado en la posición D4.

Encender el motor sólo es posible en las posiciones P y N, mediante el uso de la palanca selectora de velocidad, que cuenta con un interruptor de seguridad.

- Indicador de posición de velocidad

El indicador de posición de velocidad del vehículo situado en el panel de instrumentos muestra que velocidad está engranada, sin tener que mirar a la palanca de cambios de velocidad. Con la palanca de cambios en la posición D4 (modo deportivo secuencial) se puede ver la velocidad seleccionada en el panel de instrumentos.

Tabla III. **Muestra en resumen las posiciones de la palanca de velocidades**

Posición	Descripción
"P" Park	Ruedas delanteras bloqueadas, engranaje de parking engranado en el árbol intermedio. Todos los embragues inactivos.
"R" Reverse	Velocidad atrás, selector de velocidad hacia atrás engranando con el engranaje de velocidad atrás del árbol intermedio y 4º embrague accionado.
"N" Neutral	Todos los embragues inactivos.
"D4" Drive (cambio de 1ª a 4ª velocidad)	Conducción normal, empezando con automóvil estacionado, se cambia de 1ª a 2ª a 3ª hasta 4ª, dependiendo de la velocidad del vehículo y de la posición del acelerador. En deceleración se cambia de 3ª a 2ª y 1ª hasta detener el vehículo. El mecanismo de bloqueo.
De 1ª a 4ª en modo deportivo secuencial, 1 0 2 0 3 0 4. Drive.	El modo de cambio deportivo secuencial, cambia entre 1ª y 4ª con la palanca de cambio, como una caja de cambio manual. El cambio automáticamente reduce de velocidad de 4ª a 3ª para conseguir más potencia al subir una cuesta o proveer freno motor cuando se está descendiendo una pendiente. Cuando el vehículo decelera hasta pararse, el cambio de velocidad se posiciona en 1ª velocidad automáticamente. El mecanismo de bloqueo vuelve a funcionar durante el cambio de velocidad en 2ª, 3ª y 4ª velocidad.
"D3" Drive (de 1ª a 3ª velocidad)	Para rápidas aceleraciones en autopistas o carreteras de muchas cuestas, subidas, y bajadas, arrancando de estacionado en 1ª, cambia automáticamente a 2ª y 3ª, dependiendo de la velocidad del vehículo y la posición del acelerador. En deceleración cambiando de 2ª a 1ª y parada. El mecanismo de bloqueo funciona en 2ª y 3ª velocidad.
"2" Second	Conduciendo en 2ª, permanece en 2ª, no se puede subir o bajar velocidades. Para freno motor o mejor tracción con el vehículo parado o superficies deslizantes.
"1" First	Conduciendo en 1ª velocidad; permanece en 1ª velocidad, no se puede subir o bajar velocidad. Para freno de motor.

Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril 2009.

### 5.1.4.2. Mecanismos accionados por el fluido

Entre los mecanismos accionados por el fluido hidráulico se tienen:

Tabla IV. Mecanismos accionados por el fluido

Posición	Convertidor de par	1° engranaje	2° engranaje	3° engranaje	4°		engranaje de marcha atrás	engranaje de Parking
		1° embrague	2° embrague	3° embrague	engranaje	embrague		
P	O	x	x	x	x	x	x	O
R	O	x	x	x	x	O	O	x
N	O	x	x	x	x	x	x	x
D4	1ª	O	x	x	x	x	x	x
	2ª	O	O	x	x	x	x	x
	3ª	O	x	O	x	x	x	x
	4ª	O	x	x	O	O	x	x
D3	1ª	O	x	x	x	x	x	x
	2ª	O	O	x	x	x	x	x
	3ª	O	x	O	x	x	x	x
2	O	x	O	x	x	x	x	x
1	O	O	x	x	x	x	x	x

O: funciona

X: no funciona

Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

- Posición P

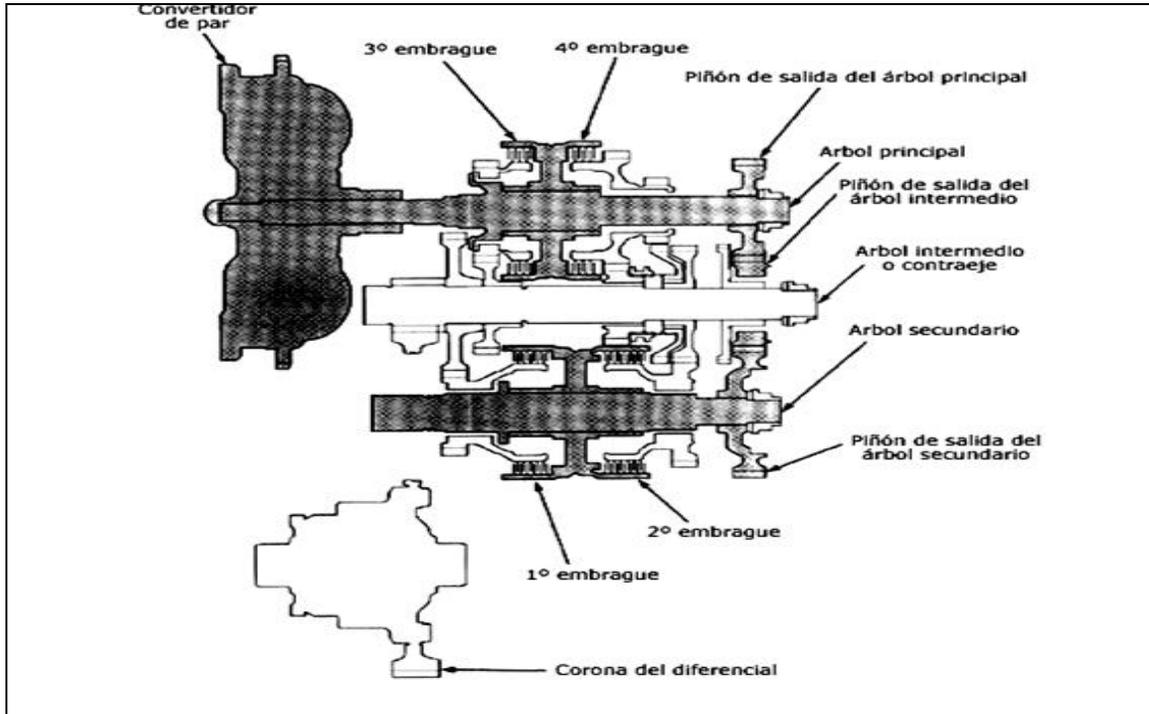
La presión hidráulica no es aplicada a los embragues. La potencia del motor no es transmitida al árbol intermedio. El árbol intermedio es bloqueado por el engranaje de *parking*.

- Posición N

La potencia del motor es transmitida a través del convertidor de par al piñón de salida del árbol primario, al piñón de salida del árbol intermedio, y al piñón de salida del árbol secundario, pero la presión hidráulica no actúa sobre los embragues.

La potencia no es transmitida al árbol intermedio, y por lo tanto al piñón de ataque al diferencial. El 4º engranaje del árbol intermedio es engranado con el cubo selector y el árbol intermedio por el selector de marcha atrás, cuando la palanca de cambios es posicionada en N desde la posición D4. El engranaje de marcha atrás es engranado cuando se cambia a la posición R.

Figura 88. **Funcionamiento de la caja automática en posición P (parking) y N (neutro)**



Fuente: Distribuciones hidráulicas [meccanicavirtual.org/caja-cambios7](http://meccanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

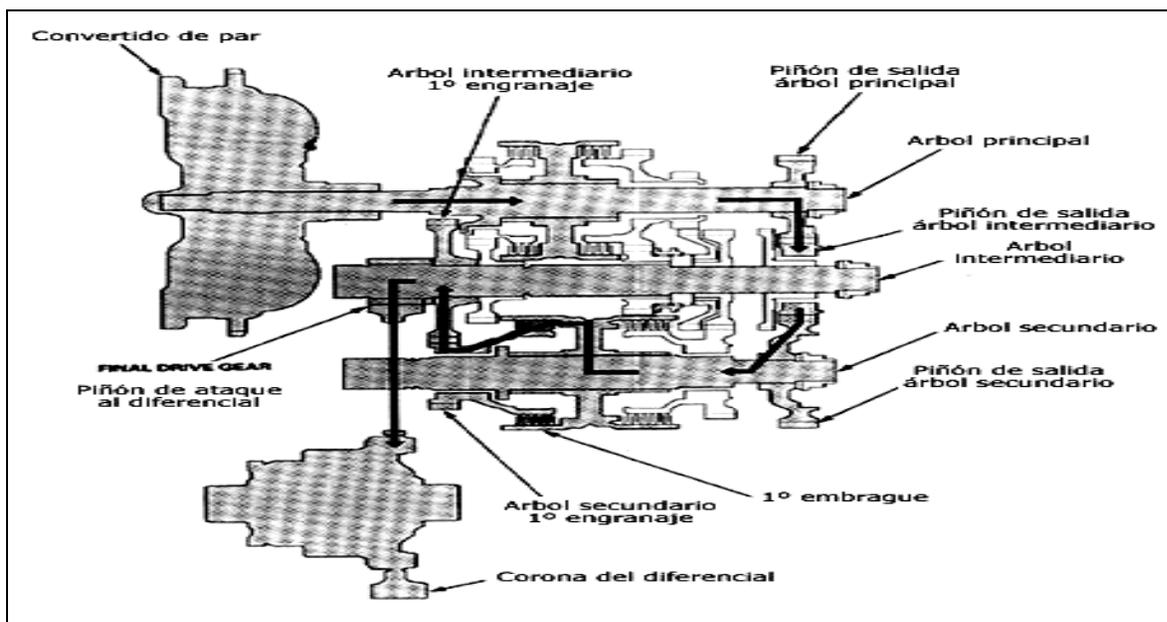
En la posición D4 o D3, se selecciona la velocidad adecuada automáticamente de 1ª, 2ª, 3ª y 4ª de acuerdo a las condiciones de velocidad del vehículo teniendo en cuenta la velocidad del vehículo y la posición del pedal acelerador.

Posición D4 o D3. Funcionando en 1º velocidad (1º engranaje)

- La presión hidráulica es aplicada al 1º embrague, engranando el 1º engranaje del árbol secundario con el 1º engranaje del árbol intermedio.

- El piñón de salida del árbol principal mueve el árbol secundario a través del piñón de salida del árbol intermedio.
- El 1º engranaje del árbol secundario mueve el 1º engranaje del árbol intermedio.
- La potencia del motor es transmitida al piñón de ataque que mueve el diferencial.

Figura 89. **Funcionamiento de la caja automática en 1ª velocidad**



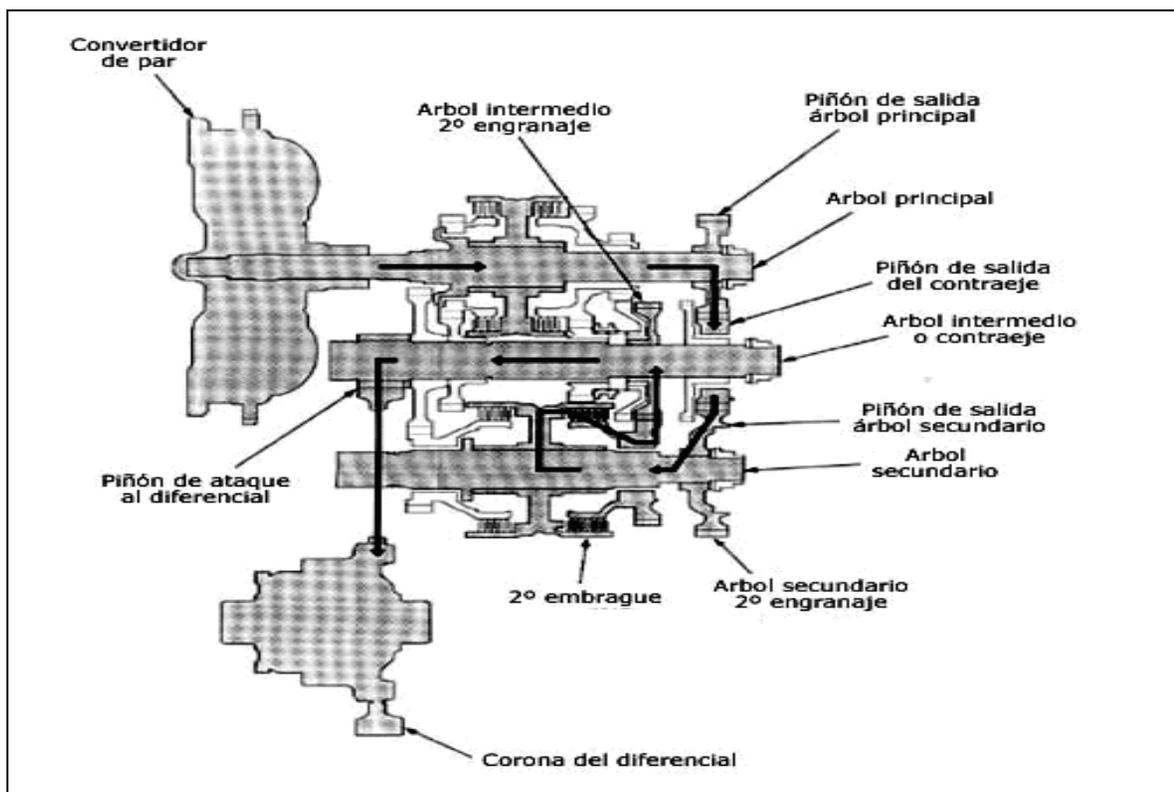
Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

Posición "d4" o "d3". Funcionando en 2º velocidad (2º engranaje)

- La presión hidráulica es aplicada al 2º embrague, este engrana el 2º engranaje del árbol secundario que mueve el árbol intermedio.

- El piñón de salida del árbol principal mueve el árbol secundario a través del piñón de salida del árbol intermedio.
- El 2º engranaje del árbol secundario mueve el 2º engranaje del árbol intermedio que a su vez mueve el árbol intermedio.
- La potencia del motor es transmitida a través de la caja terminando en el piñón de ataque al diferencial que mueve el diferencial.

Figura 90. **Funcionamiento de la caja automática en 2ª velocidad**

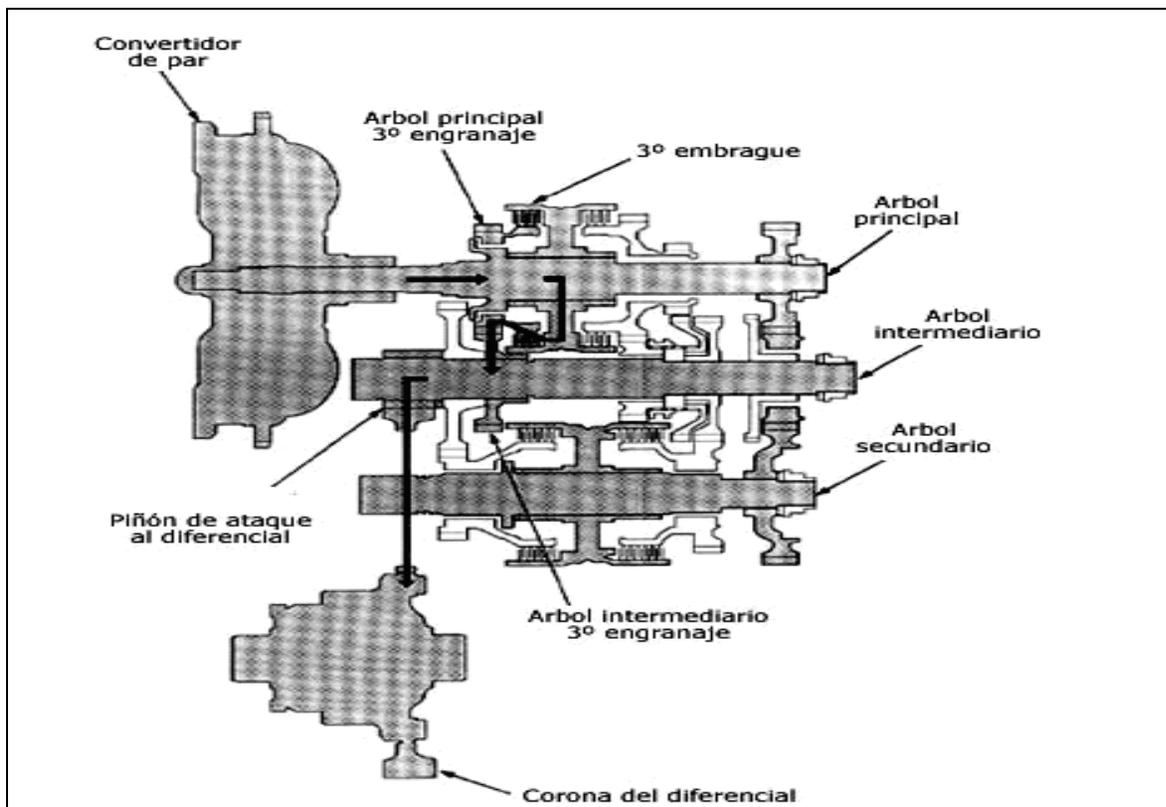


Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

Posición "d4" o "d3". Funcionando en 3º velocidad (3º engranaje)

- La presión hidráulica es aplicada al 3º embrague, este engrana al 3º engranaje del árbol principal.
- El 3º engranaje del árbol principal mueve el 3º engranaje del árbol intermedio y por lo tanto se mueve dicho árbol.
- La potencia del motor es transmitida a través de la caja y sale a través del piñón de ataque al diferencial que mueve el diferencial.

Figura 91. **Funcionamiento de la caja automática en 3ª velocidad**

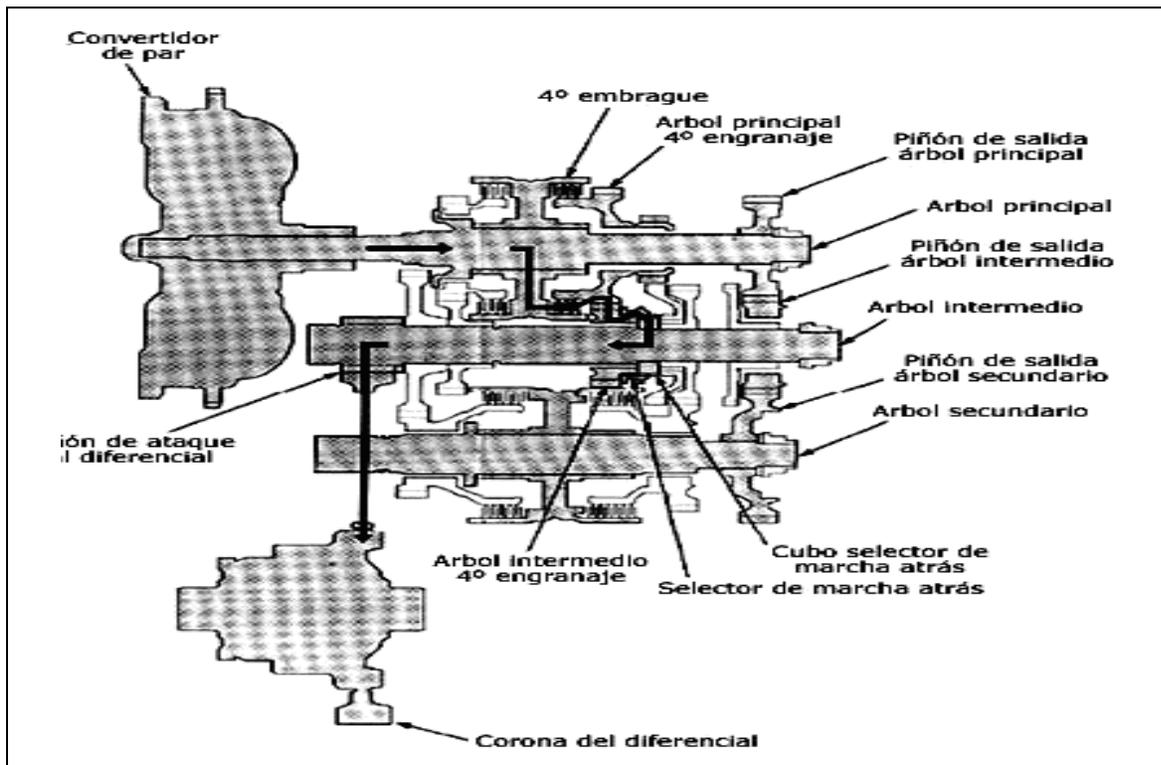


Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

Posición "d4". Funcionando en 4º velocidad (4º engranaje)

- La presión hidráulica es aplicada a la servo válvula engranando el selector de marcha atrás con el 4º engranaje del árbol intermedio.
- La presión hidráulica es entonces aplicada al 4º embrague, entonces el 4º embrague engrana el 4º engranaje con el árbol principal.
- El 4º engranaje del árbol principal mueve el 4º engranaje del árbol intermedio, el cual mueve el árbol intermedio por medio del cubo selector de marcha atrás.
- La potencia del motor es transmitida a través de la caja de cambios hasta el piñón de ataque al diferencial, que mueve el diferencial.

Figura 92. Funcionamiento de la caja automática en 4ª velocidad



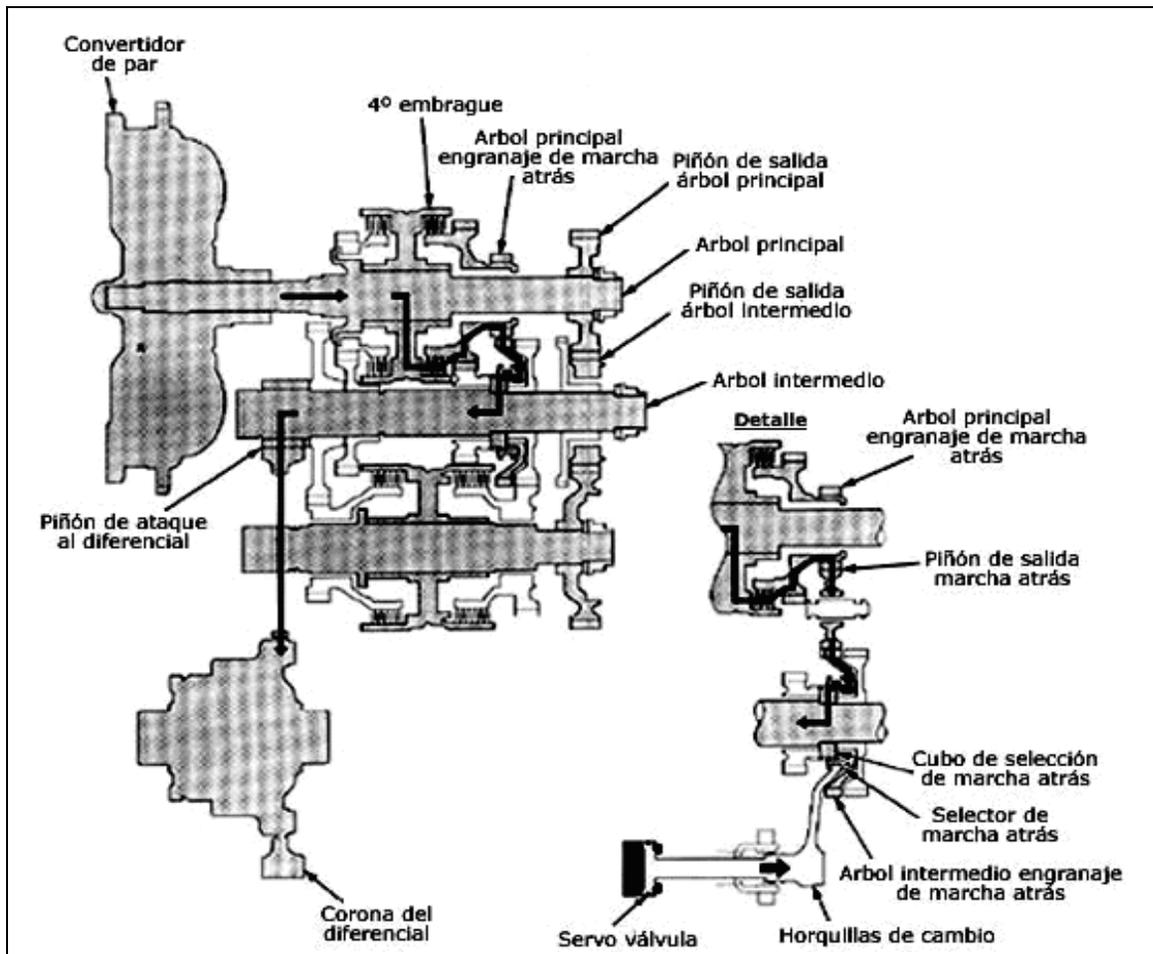
Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

Posición "R", velocidad hacia atrás

- La presión hidráulica es aplicada a la servoválvula que engrana el selector de velocidad hacia atrás, con el engranaje de atrás del árbol intermedio, cuando la palanca de cambios está en posición R.
- La presión hidráulica también es aplicada al 4º embrague, entonces el 4º embrague engrana el engranaje de velocidad hacia atrás con el árbol principal.

- El engranaje de velocidad hacia atrás del árbol principal, mueve el engranaje de velocidad hacia atrás del árbol intermedio por medio de otro engranaje (de salida).
- El sentido de rotación del árbol intermedio es cambiado por medio del engranaje de salida que se sitúa entre el engranaje de velocidad hacia atrás del árbol principal y el engranaje de velocidad hacia atrás del árbol intermedio.
- El engranaje de velocidad hacia atrás mueve el árbol intermedio por medio del cubo selector de marcha atrás que es activado por el selector de velocidad hacia atrás.
- La potencia del motor es transmitida a través de la caja de cambios hasta el piñón de ataque al diferencial que mueve el diferencial.

Figura 93. **Funcionamiento de la caja automática en velocidad hacia atrás**



Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

### 5.1.5. Especificaciones del sistema de transmisión

- Embragues

Las 4 velocidades que proporciona la caja de cambios automática utilizan 4 embragues accionados hidráulicamente, que engranan o desengranan

los engranajes de transmisión. Cuando la presión hidráulica acciona un embrague, este, mediante un pistón, presiona sobre unos discos que bloquean los engranajes y el árbol de transmisión proporciona las diferentes velocidades según el embrague que se bloquee.

- Primer embrague: engrana o desengrana el 1º engranaje y está situado en la mitad del árbol secundario. El 1º embrague forma conjunto con el 2º embrague. Recibe presión hidráulica a través de un tubo de alimentación independiente del árbol secundario.
- Segundo embrague: engrana o desengrana el 2º engranaje y está situado en la mitad del árbol secundario. El 2º embrague forma un conjunto con el 1º embrague. Recibe presión hidráulica a través del árbol secundario por un circuito conectado al circuito interno.
- Tercer embrague: engrana o desengrana el 3º engranaje y está situado en la mitad del árbol principal.
- El 3º embrague forma conjunto con el 4º embrague. Recibe presión hidráulica a través de un tubo de alimentación independiente del árbol principal.
- Cuarto embrague: el 4º embrague engrana o desengrana el 4º engranaje y está situado en la mitad del árbol principal. El 4º embrague forma conjunto con el 3º embrague. Recibe presión hidráulica a través de un conducto de alimentación independiente del árbol principal.

## Situación de los engranajes (piñones)

- Engranajes sobre el árbol principal
  - El 3º engranaje es engranado/desengranado con el árbol principal por el 3º embrague.
  - El 4º engranaje es engranado/desengranado con el árbol principal por el 4º embrague.
  - El engranaje de velocidad hacia atrás es engranado/desengranado con el árbol principal por el 4º embrague.
  - Tiene un piñón de salida, está engranado y está unido con el árbol principal, rotando a la misma velocidad.
- Engranajes sobre el árbol intermedio o contraeje

El piñón de ataque al diferencial está unido con el árbol intermedio. El 1º engranaje, 3º engranaje, 2º engranaje y el engranaje de *Parking* son solidarios con el árbol intermedio y rotan a la misma velocidad.

El 4º engranaje y el engranaje de velocidad hacia atrás no está unido con el árbol intermedio. El selector de velocidad hacia atrás engrana el 4º engranaje o el engranaje de velocidad hacia atrás con el cubo selector de velocidad hacia atrás. El cubo selector de velocidad hacia atrás está engranado con el árbol intermedio para

acoplar a este árbol el 4º engranaje o el engranaje de velocidad hacia atrás. El piñón de salida no está unido con el árbol intermedio.

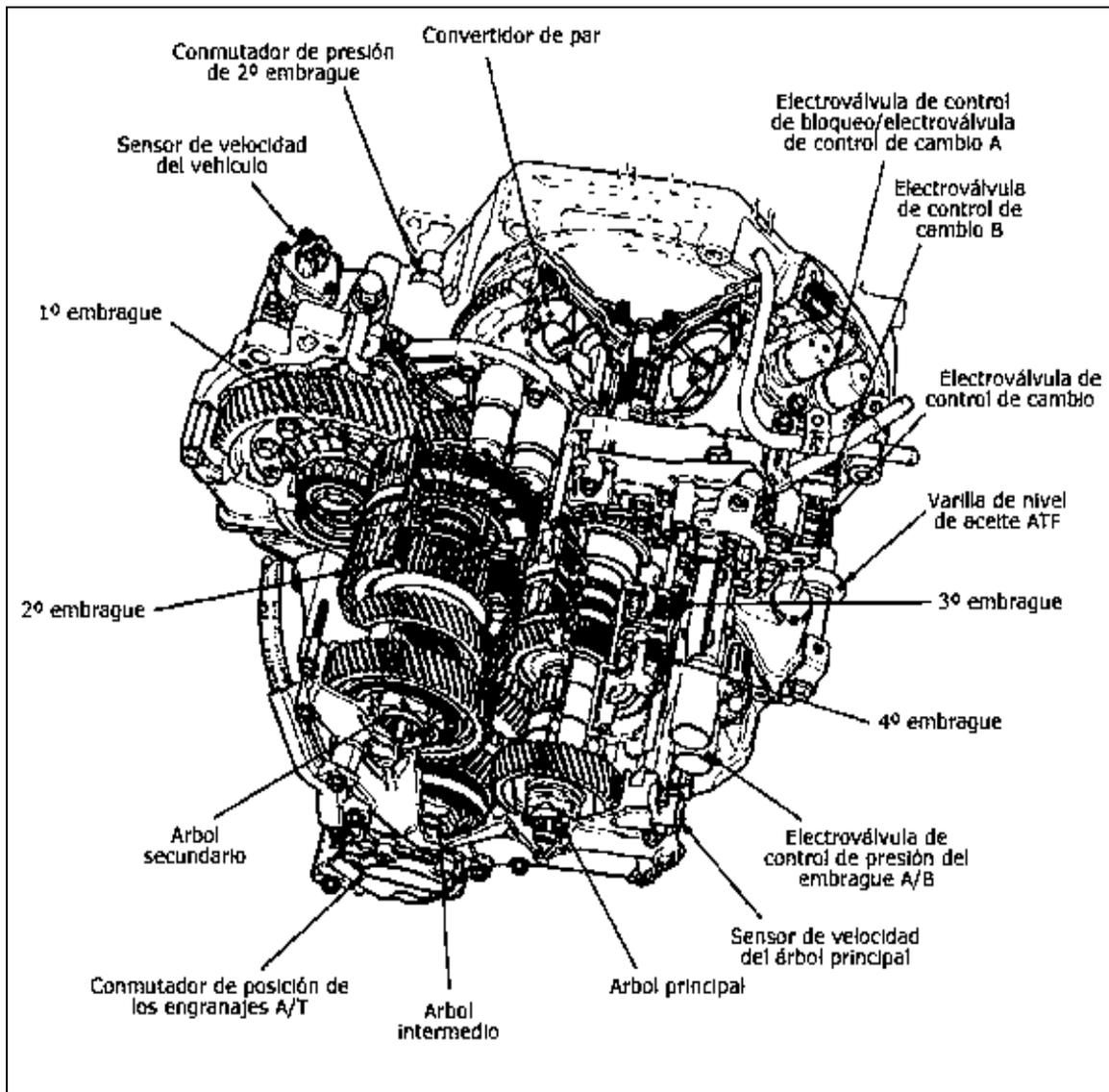
- Engranajes sobre el árbol secundario

El 1º engranaje es engranado/desengranado con el árbol secundario por el 1º embrague.

El 2º engranaje es engranado/desengranado con el árbol secundario por el 2º embrague

Tiene un piñón de salida, está engranado y esta unido con el árbol secundario, rotando a la misma velocidad.

Figura 94. Esquema interno de la caja de cambios automática



Fuente: Distribuciones hidráulicas [mecanicavirtual.org/caja-cambios7](http://mecanicavirtual.org/caja-cambios7). Consulta: abril de 2009.

### 5.1.6. Prueba de presión

Antes de empezar el diagnóstico del sistema hidráulico de la transmisión hay que verificar lo siguiente:

- Confirmar que el tipo y especificación del aceite estén correctos.
- Comprobar las rpm máxima y mínima sin carga del motor.
- Realizar las pruebas de parada con el manual de servicio, para determinar si el problema existe en el motor, en el sistema hidráulico o en la transmisión.
- Verificar si existen códigos de fallas almacenados en el centro de información de la computadora.

Medición del caudal de la bomba hidráulica de la transmisión.

Si se está seguro de que no hay problemas en el motor, o el sistema hidráulico, tampoco en el sistema eléctrico, hay que comprobar la presión en la transmisión. Esa prueba normalmente se efectúa cuando el cliente se queja de poca potencia en algunas velocidades.

Hay dos pruebas que se pueden hacer para diagnosticar si es la transmisión.

- La prueba principal puede identificar rápidamente fugas mayores en el sistema hidráulico.

Si hay fugas menores en el sistema que provocan resistencia mecánica en los embragues es probable que esta prueba no localice el problema, y será necesario realizar el diagnóstico de la transmisión usando el procedimiento de la prueba secundaria.

- Esta comprobación de presión producirá una imagen instantánea de todo el sistema hidráulico de la transmisión. Para la realización de esta prueba se deben tomar todas las precauciones de seguridad.

Para la prueba principal hacer lo siguiente:

- a. Levantar el vehículo en una forma segura.
- b. Conectar a un punto de presión de la caja automática.
- c. Calentar el aceite a 80 °C (176 °F).
- d. Mantener el motor a las rpm especificadas
- e. Asegurarse de que la transmisión esté en la modalidad manual.
- f. Poner todas las velocidades, de 1ª a 4ª, y anotar las lecturas de presión.
- g. Cambiar a velocidad hacia atrás.
- h. Poner todas las velocidades de 1ª a 3ª, y anotar las lecturas de presión.
- i. Cambiar a neutral y aplicar freno para detener el movimiento de las ruedas.
- j. Repetir esta prueba con el motor a 1100 rpm. (según fabricante).

Resultado de la prueba

Se deberá notar una reducción momentánea de la presión ajustada, que después subirá a los valores especificados. Cada vez que se cambie la velocidad, si se observa que la presión cae bruscamente la presión en alguna velocidad, quiere decir que hay una fuga en el sistema.

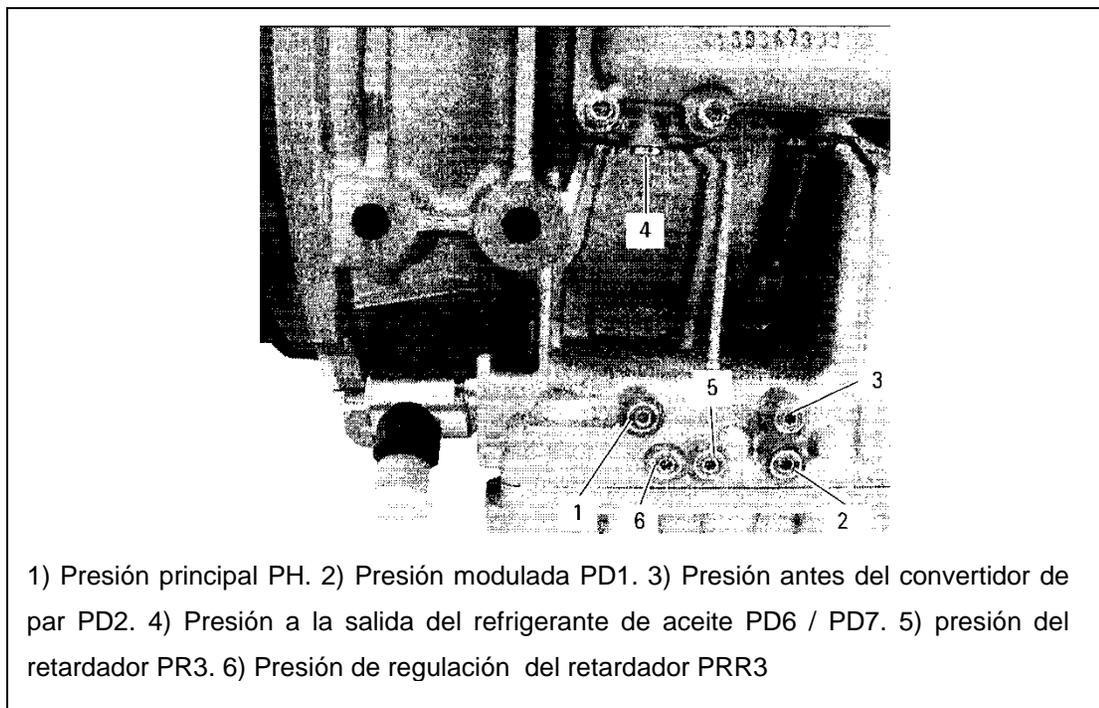
Por ejemplo, si la presión cae drásticamente en 1ª, 2ª. Y 3ª, hacia delante, significa que el problema está en algún lugar del circuito del embrague que es común a todas las velocidades mencionadas.

### 5.1.7. Ubicación de los puntos de prueba

Comprobación de presiones con caja de cambios automática montada sobre el vehículo.

- Preparar (fabricar) las conexiones previstas para las mediciones de presión. Destornillar el tapón roscado y atornillar el manómetro de prueba.
- Manómetro de control el rango de medida puede variar según fabricante (Hasta 25 bares = 360 psi).

Figura 95. **Puntos de prueba para medir presión en una caja automática**



Fuente: Manual de reparación de cajas volvo. p 36.

Medir y hacer la comprobación de las presiones hidráulicas, de acuerdo con la tabla. Ver tabla V de la página siguiente 199.

Una vez comprobadas las presiones, volver a desmontar los manómetros de presión. Volver a atornillar los tapones roscando con nuevas arandelas (roldanas de cobre) con su par de apriete, según manual establecido por el fabricante.

Tabla V. **Tabla de presiones de una caja de cambio automática volvo**

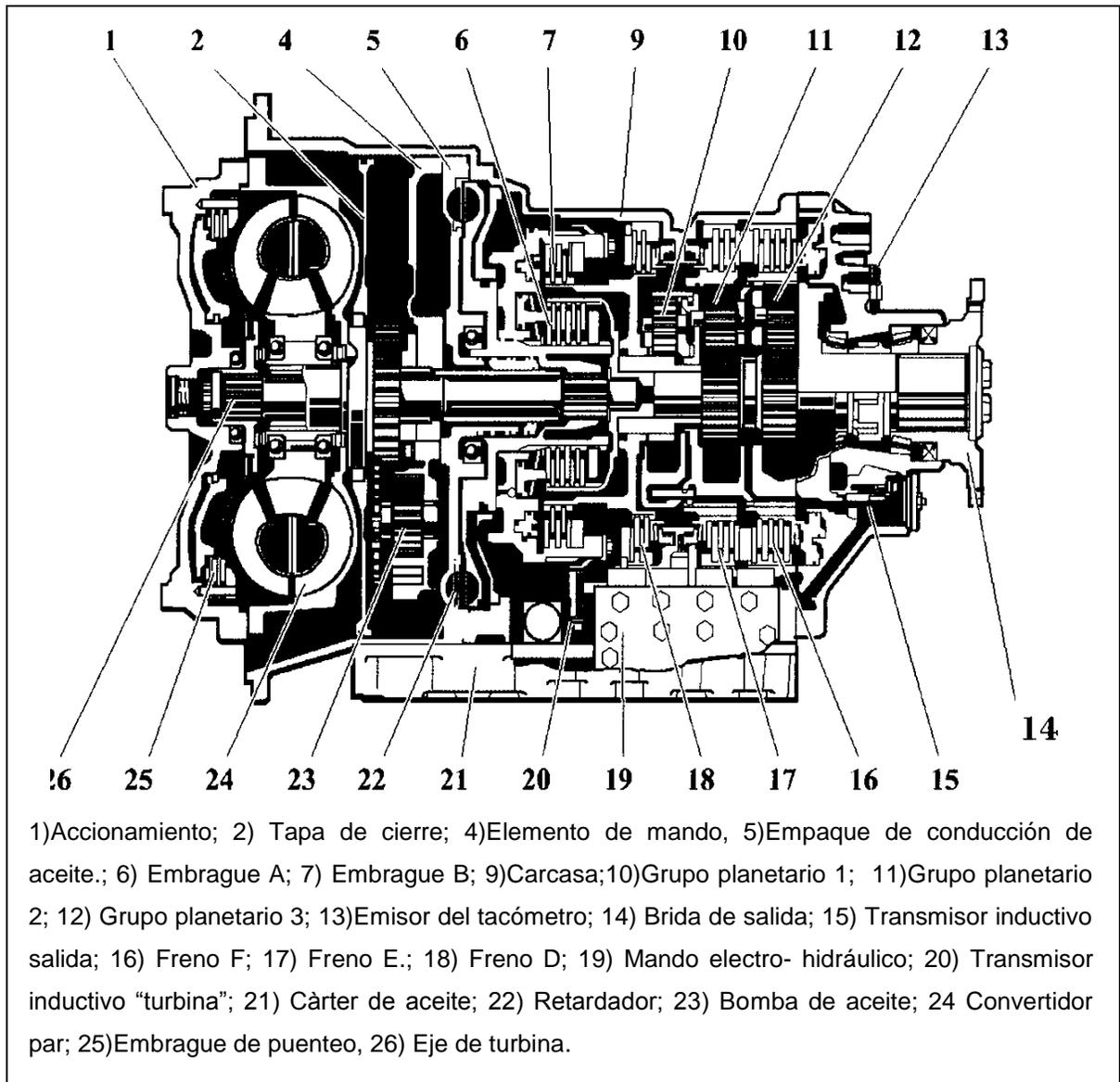
Tabla de presiones <b>A</b>				7	1	2	3	4	5*/6*	
PRESION PRINCIPAL NORMAL					M10x1	M10x1	M10x1	M10x1	M10x1	
Tipo carga	Marcha	WK	n <sub>mot</sub> (r.p.m.)	t <sub>aceite</sub> (°C)	P <sub>H</sub> (bar)	P <sub>D1</sub> (bar)	P <sub>D1</sub> (bar)	P <sub>D6/D7</sub> (bar)	P <sub>RR3/PRR3</sub> (bar)	
Ralentí / marcha en vacío	N	abierto	700	20 - 40	7 - 15	4±0,3	4,0 - 5,5	0,8 - 1,8		
Ralentí / marcha en vacío	N ➤ D	abierto	550	20 - 40	7 - 15	0,2 - 1,0 durante 2 seg.	4,0 - 5,5	0,8 - 1,8		frío
Plena carga	N	abierto	2000-2500	20 - 40	18 - 21	4±0,3	6,0 - 8,5	1,8 - 2,5		
Plena carga	conectada	cerrado	2000-2500	20 - 40	10 - 12	4±0,3	6,0 - 8,5	1,8 - 2,8		
Ralentí / marcha en vacío	N	abierto	700	80 - 90	7 - 15	4±0,3	3,0 - 4,5	0,1 - 0,8		caliente
Ralentí / marcha en vacío	N ➤ D	abierto	550	80 - 90	7 - 15	0,2 - 1,0 durante 2 seg.	3,0 - 4,5	0,1 - 0,8		
Plena carga	N	abierto	2000-2500	80 - 90	♦ 16 - 20	4±0,3	6,0 - 8,5	1,8 - 2,5		
Plena carga	conectada	cerrado	2000-2500	80 - 90	10 - 12	4±0,3	6,0 - 8,5	1,8 - 2,5		
* Los valores se tomarán de la lista de piezas correspondiente, dado el caso consultar a ZF.										
♦ Si el valor de la presión fuese menor: Antes de proceder al desmontaje de la caja de cambios, se ruega tomar contacto con el Servicio-ZF correspondiente.										

Fuente: Manual de reparación de cajas volvo. p 37.

### 5.1.8. Esquema hidráulico de la transmisión

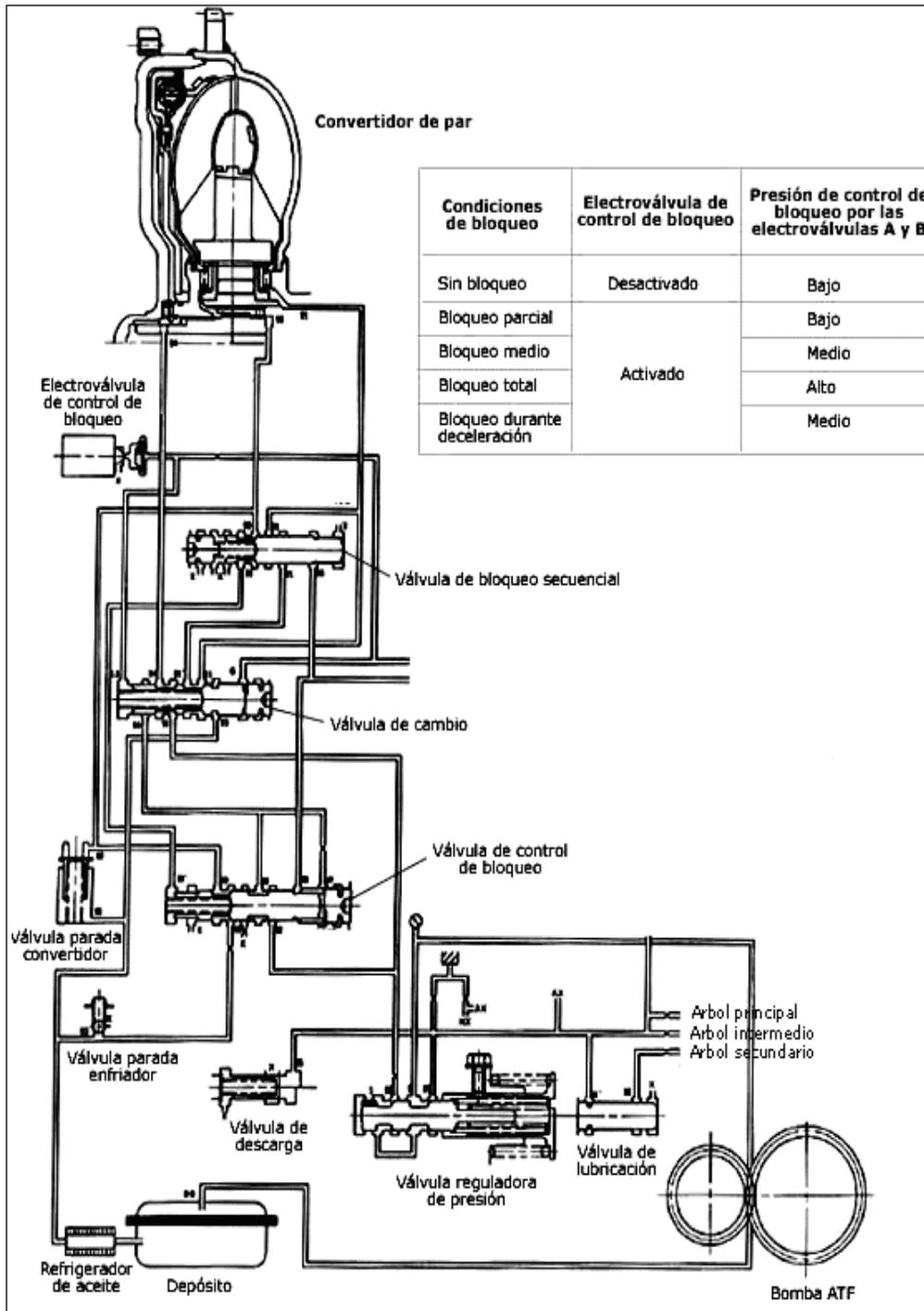
Son las partes más comunes de una caja de transmisión automática, donde se muestran las partes de una sección de la caja construidas actualmente.

Figura 96. Partes de la caja automática



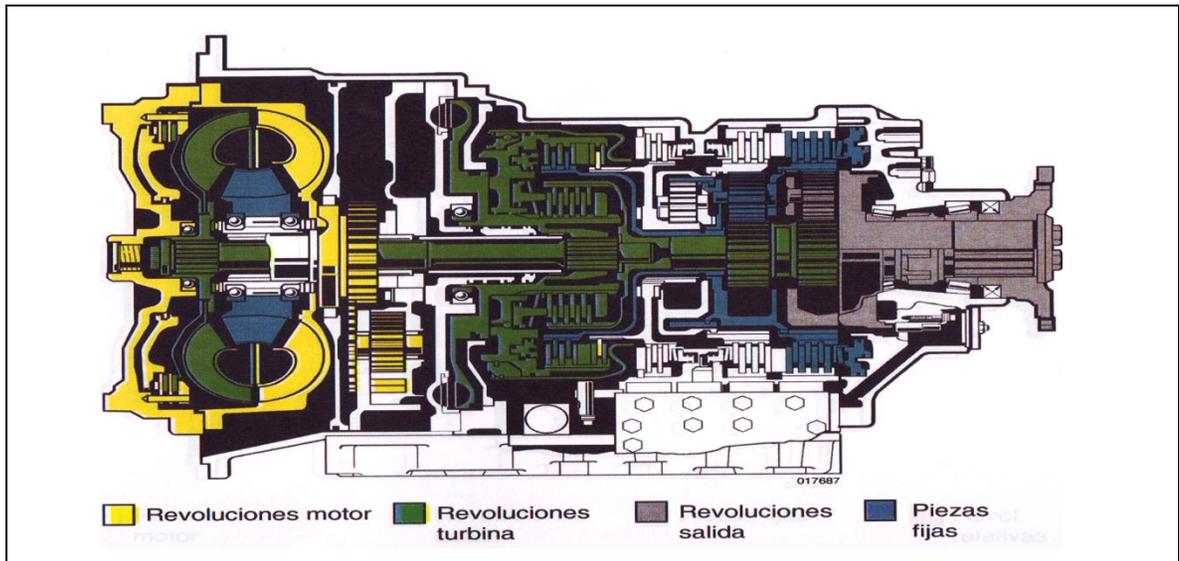
Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 20.

Figura 97. Esquema básico común de una caja automática



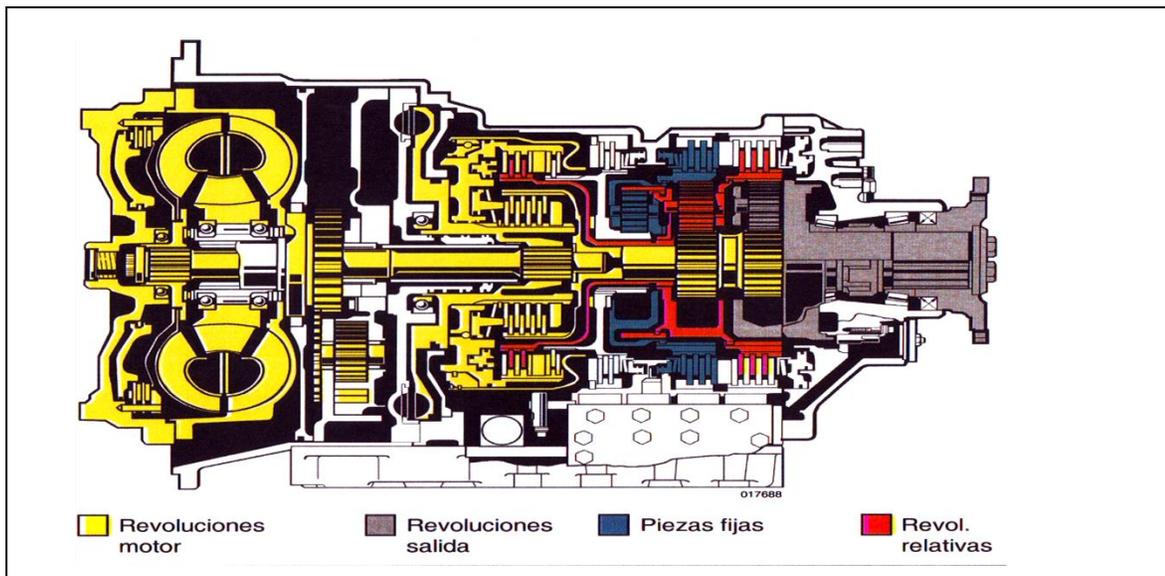
Fuente: Distribuciones hidráulicas mecanicavirtual.org. Consulta: marzo de 2009.

Figura 98. **Funcionamiento de 1ª velocidad en funcionamiento**



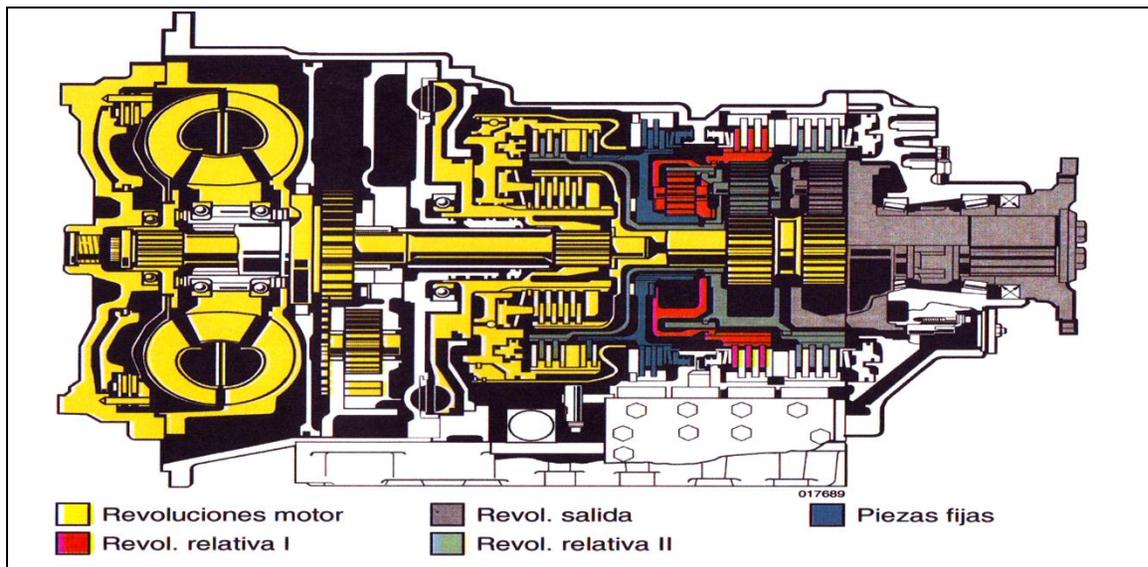
Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 25.

Figura 99. **Funcionamiento de 2ª velocidad en funcionamiento**



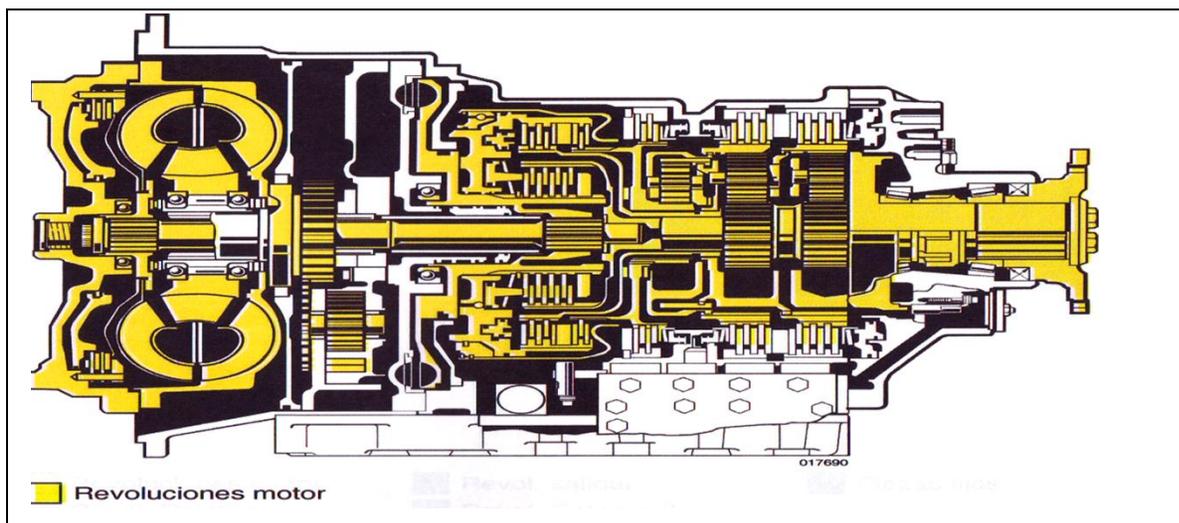
Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 26.

Figura 100. **Funcionamiento de 3ª velocidad en funcionamiento**



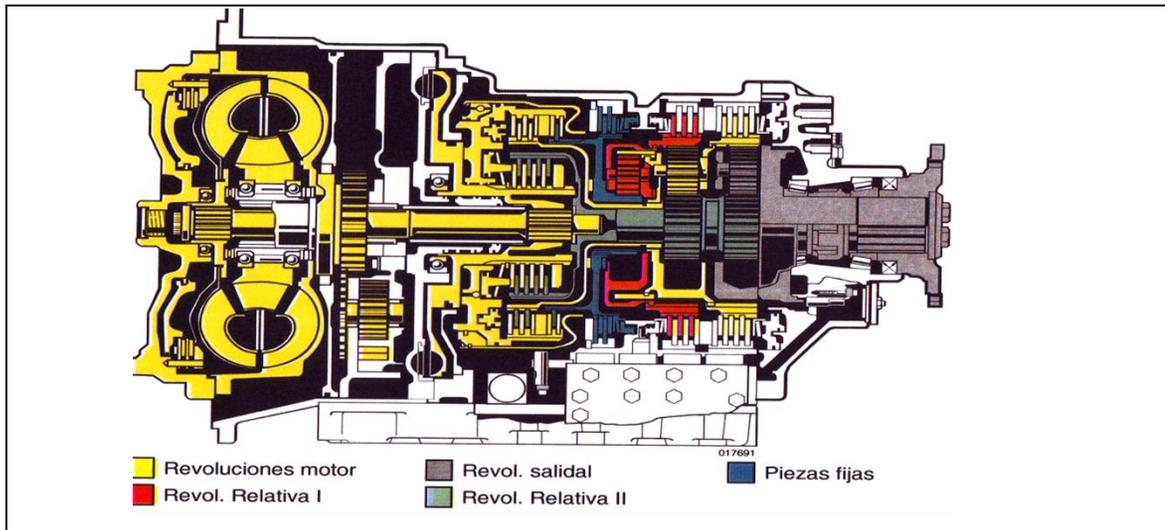
Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 26.

Figura 101. **Funcionamiento de 4ª velocidad en funcionamiento**



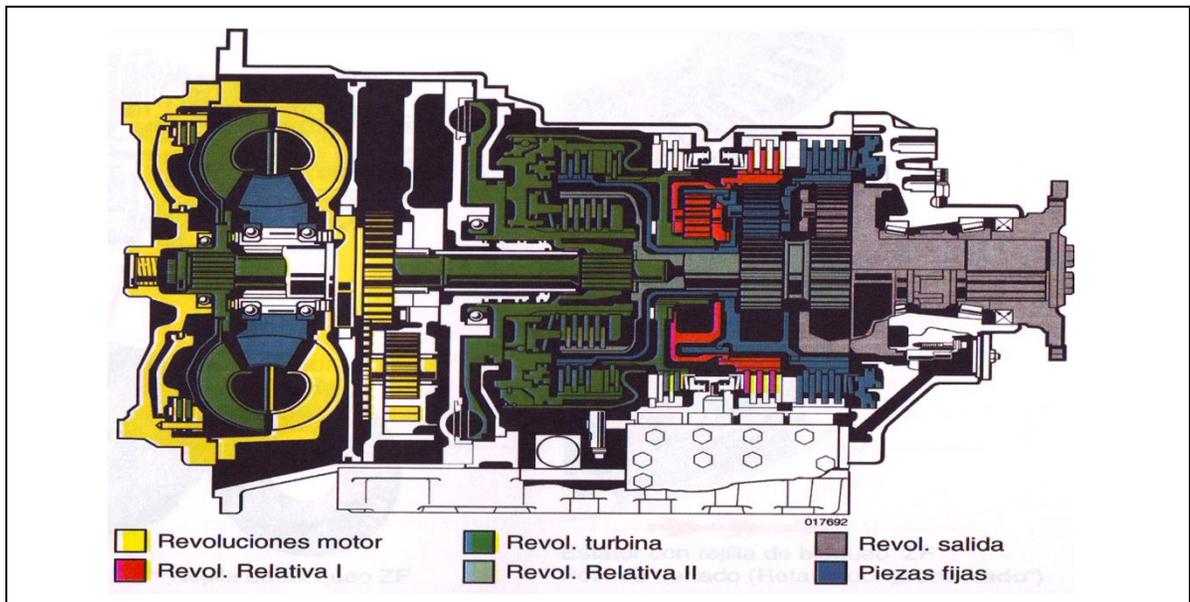
Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas Volvo. p 27.

Figura 102. 5ª velocidad en funcionamiento



Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 28.

Figura 103. Velocidad de retroceso, en funcionamiento, convertidor abierto



Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 29.

## **5.2. Filtros**

El filtro hidráulico de la transmisión filtra partículas más grandes que 10 micras de espesor o de tamaño. Algunos incorporan una derivación que se abre con cierta presión que es muy alta a la presión establecida, la derivación también funciona si el aceite está muy frío.

### **5.2.1. Tipos**

Hay dos tipos de filtros para transmisiones automáticas:

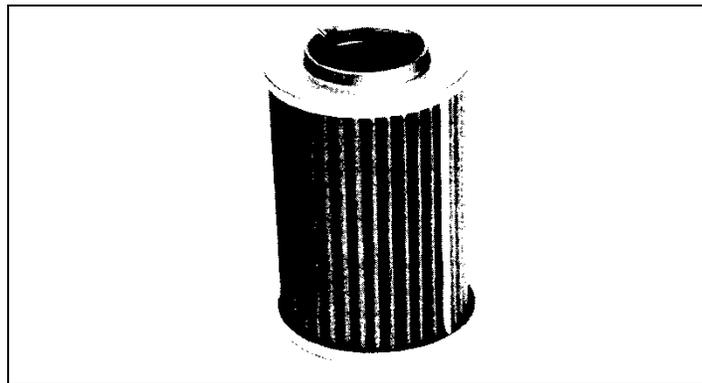
- De fibra sintética o papel
- De malla metálica

En los dos tipos se usan un cuerpo de láminas metálicas en depósito de aceite. Los filtros sucios del primer tipo se deben de cambiar, pero con frecuencia los del tipo de malla se pueden limpiar, Si el fluido muestra un color barniz causado por oxidación del fluido a altas temperaturas, se debe cambiar el filtro tipo malla.

Un filtro sucio puede restringir el flujo del fluido hasta el grado de afectar seriamente el funcionamiento de la transmisión y causar desgaste excesivo. Por lo común, lo mejor es cambiar el filtro si el estado general indica que se debe cambiar el fluido.

El filtro de aspiración tiene que sustituirse en todos los cambios de aceite. Para ello, en primer lugar vaciar el aceite (a temperatura de servicio). El juego completo del filtro (cartucho de filtro y anillos de sujeción).

Figura 104. **Filtro de elemento**



Fuente: Manual de reparaciones de cajas automáticas volvo. p 2.

### **5.3. Sistema de enfriamiento del fluido hidráulico**

El aceite proveniente de la válvula de alivio pasa por el enfriador de aceite. El enfriador de aceite se encuentra fuera de la transmisión en diferentes lugares dependiendo del vehículo que se trate en particular.

Bajo funcionamiento en trabajo rudo, las temperaturas en algunos lugares de una transmisión automática pueden llegar a los 315° C.

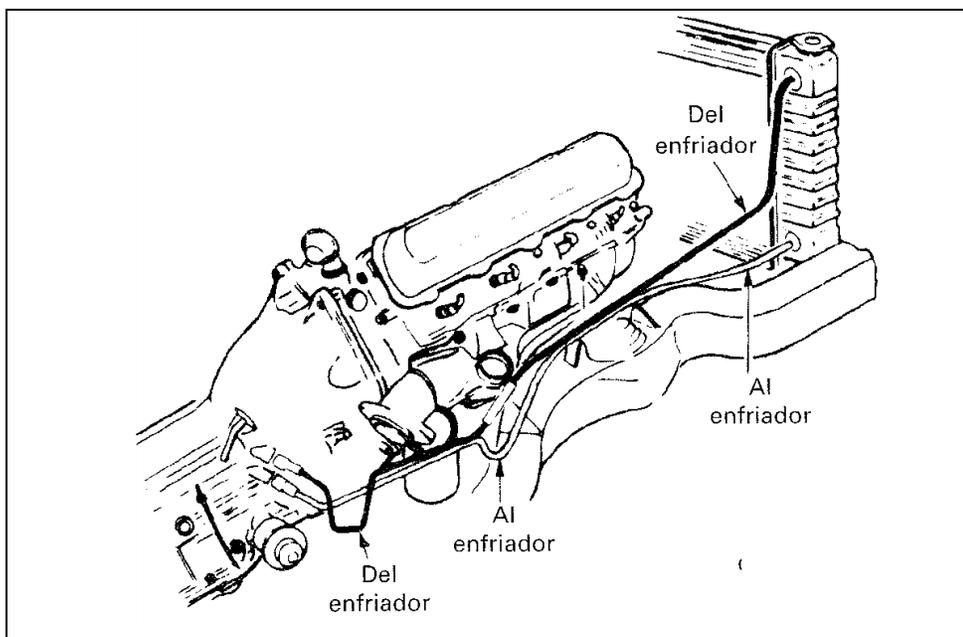
Aunque la temperatura normal a velocidad crucero es de 80 °C, al conducir en tránsito lento, o por una prolongada pendiente, o por remolque de cargas pesadas, se puede subir esa temperatura hasta 120 ° o 150 °C, con rapidez sorprendentes.

Demasiado calor provoca la oxidación del líquido de la transmisión, con ello se provoca que se peguen las válvulas, obstrucción de filtro y una pérdida general de los aditivos del aceite.

El enfriamiento que más se emplea conduce al fluido de la transmisión hacia un tubo grande de enfriamiento en el tanque de salida del radiador del motor.

Se obtiene enfriamiento adicional en muchos vehículos para remolque y camiones de servicio rudo mediante un enfriador auxiliar conectado en serie con el enfriador normal. Casi siempre está ubicado frente al radiador, también se usa mucho en vehículos que remolcan cargas pesadas, y en vehículos que trabajan en climas muy calientes.

Figura 105. **Enfriamiento del fluido de transmisión automática, conexión normal**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 75.

## 6. PRUEBA Y DIAGNÓSTICO

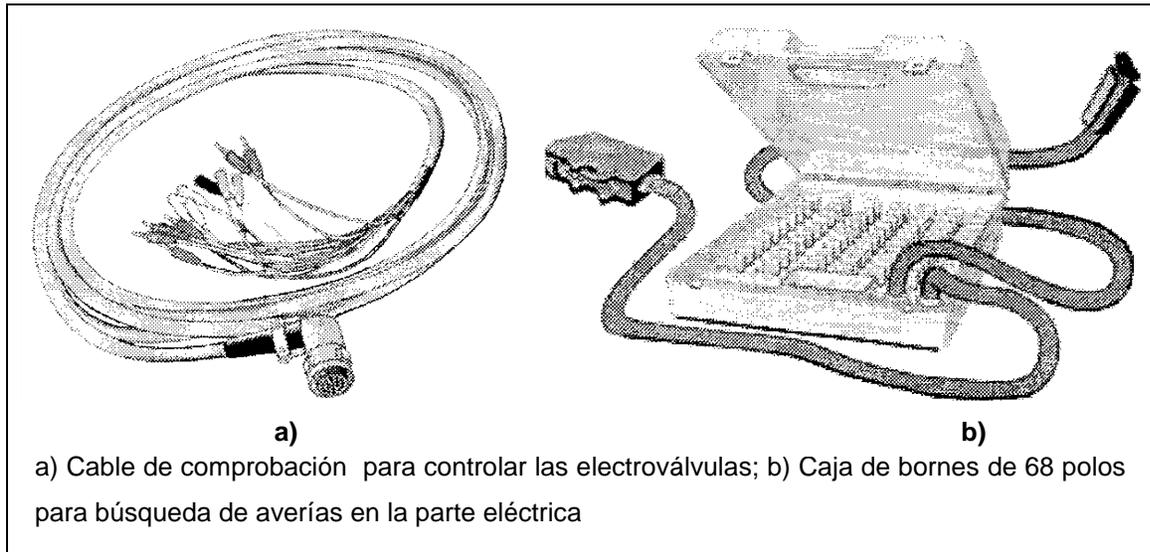
### 6.1. Herramientas para el diagnóstico

Además de las herramientas de mano y del equipo básico, como la bomba de vacío, manómetros, lámpara estroboscópica y el multimetro, existe un grupo que se conoce como de herramientas especiales. Dentro de este grupo, hay tres categorías.

- Herramientas verdaderamente especiales, sin las cuales no se puede llevar a cabo una operación determinada.
- Herramientas cómodas que aceleran determinada operación, pero sin las cuales no se puede llevar a cabo una operación determinada.
- Herramientas especiales (por lo general las vende el fabricante de la transmisión). Pueden tener aspectos impresionantes al verlas, pero su utilidad y facilidad de manejo en la transmisión son únicas. Aunque su precio sea considerado muy alto, es bueno adquirirlas.

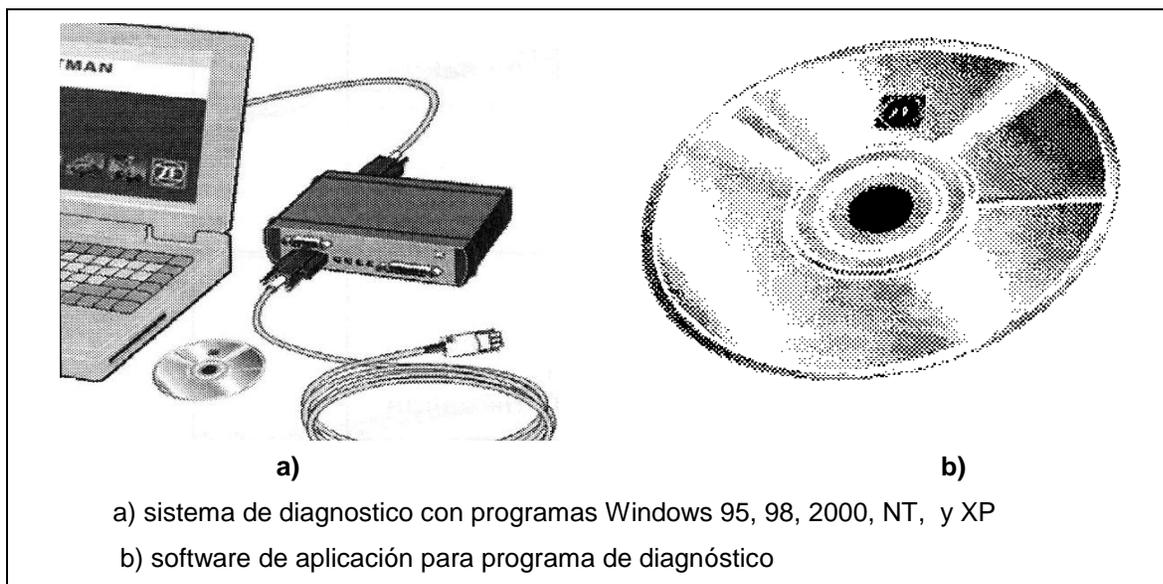
Pueden existir variedad según el fabricante, pero entre los más comunes están:

Figura 106. **Herramientas de diagnóstico**



Fuente: Manual de reparaciones de cajas volvo. p 17.

Figura 107. **Software y discos de instalación**

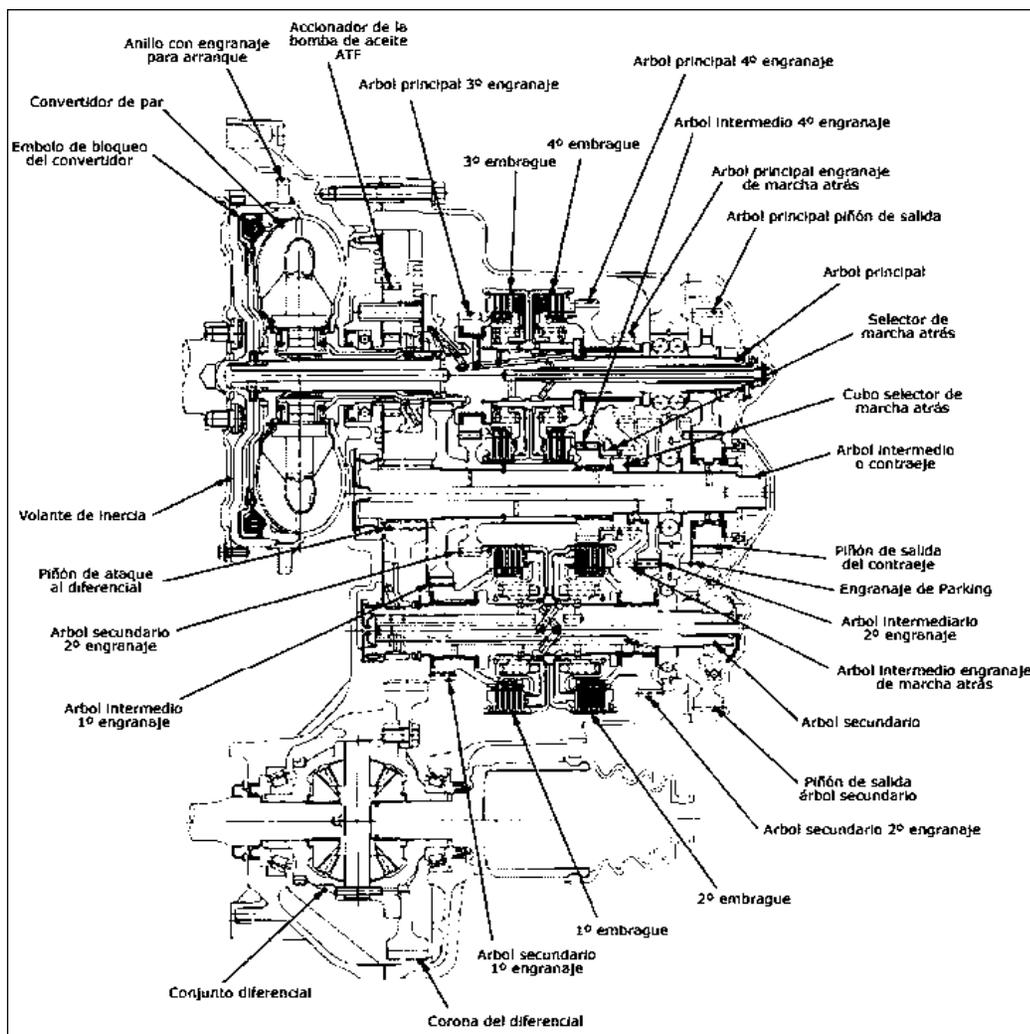


Fuente: Manual de reparaciones de cajas volvo. p 17.

## 6.2. Localización de los componentes de la transmisión

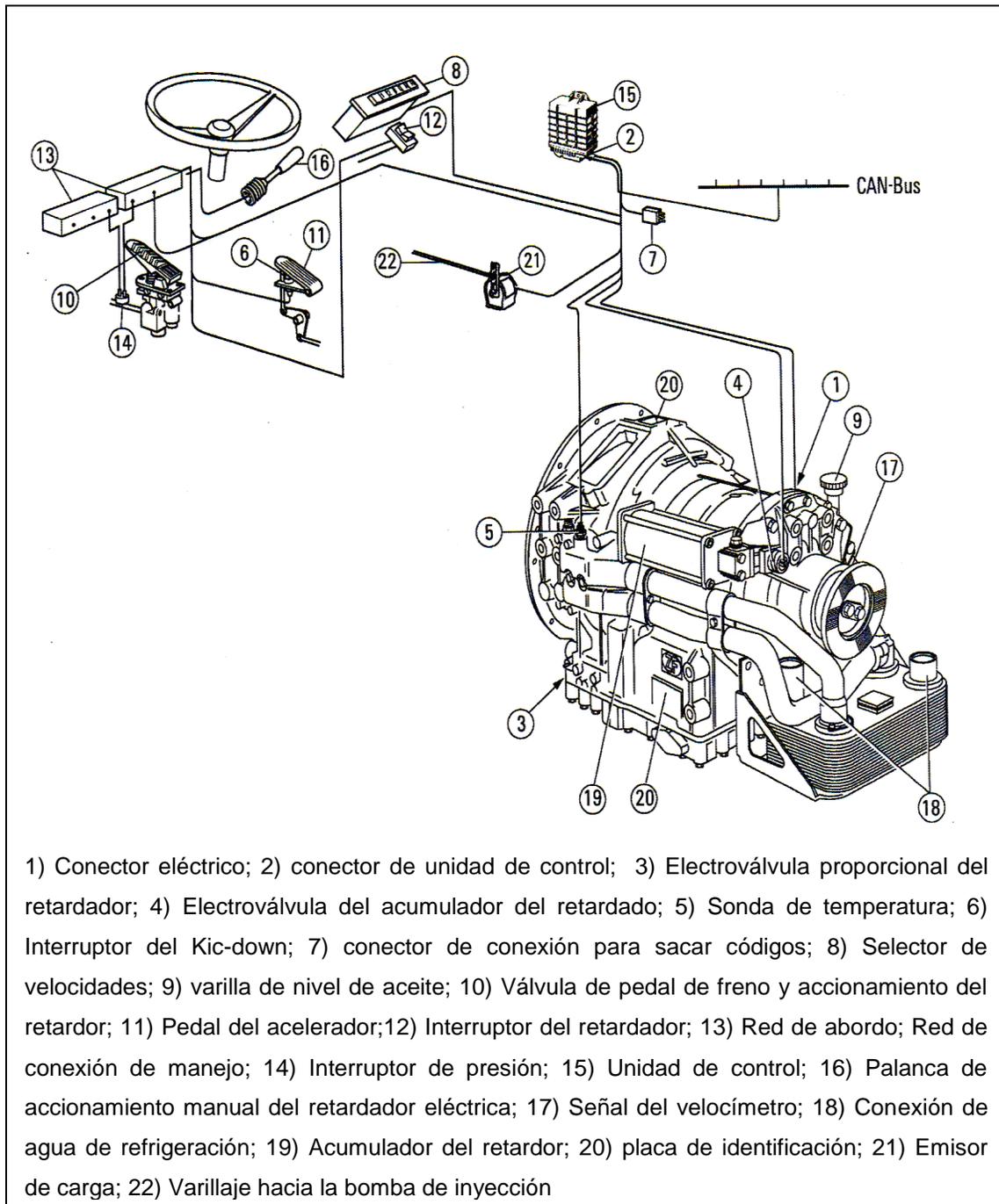
Son las ubicaciones de las partes móviles y accionamientos de velocidad y sus partes de fijas que permiten una caja compacta y segura de las modernas que se encuentran en la mayor parte de los vehículos donde su funcionamiento es el mismo.

Figura 108. Esquema de una caja automática de tipo transeje



Fuente: Cajas automáticas [mecanicavirtual.org](http://mecanicavirtual.org). Consulta: febrero de 2009.

Figura 109. Disposición de las piezas periféricas de una caja automática



Fuente: Manual de reparaciones de camiones Volvo. p 19.

### **6.3. Servicios y ajustes en el vehículo**

El mantenimiento de las transmisiones automáticas comprende una inspección visual general, lubricación, revisión del enfriamiento, demostración superficial del funcionamiento, y ajustes correctos para determinadas condiciones de operación. Además, el conocer las condiciones bajo las que normalmente funciona el vehículo puede ayudar mucho en el diagnóstico, ajustes para rendimiento óptimo, y para establecer los períodos de servicio que prolonguen la vida de la transmisión.

- **Servicio en el vehículo**

Una visión general comprende la revisión para verificar si hay fugas y si están flojos los conductores, o tornillos de montaje. Esto se debe hacer siempre que se lleve a cabo el trabajo en el vehículo. Cada cambio de aceite en el motor es una buena oportunidad para ello.

Quizá lo más fácil del servicio en el vehículo es la revisión del nivel del fluido de la transmisión automática cada vez que se llene el tanque de combustible. Sin embargo, como técnico, no sólo se revisará el nivel del fluido.

Cuando sea tiempo de cambiar el filtro del fluido de la transmisión, o si lo indica así la inspección del estado de éste, el procedimiento general es vaciar la transmisión y quitar el depósito o carter de la transmisión para poder tener acceso al filtro.

Dependiendo de la marca y del modelo, las transmisiones y los transejes automáticos se drenan a través, ya sea de tapones en el depósito, o en la impulsión final, o quitando el depósito de aceite o tubo de llenado.

El fluido en un convertidor par se puede cambiar sin drenarlo, desconectando el tubo de retorno en la salida del enfriador y poniendo en servicio el motor, para permitir que se bombee el fluido por la conexión de salida del enfriador, a través de una manguera, hacia una cubeta. (Si hay partículas de fibra en el circuito del enfriador, puede deberse a que está dañado el embrague del convertidor par si el vehículo lo tiene.) Primero se debe drenar y llenar la transmisión con nuevo líquido, poner a trabajar el motor hasta que se vea descargar el fluido limpio del recipiente, esto se debe hacer en un tiempo máximo de 30 segundos, parando el motor para agregar aproximadamente otro litro de aceite más. A la mayor parte de los circuitos de convertidor y enfriador les cabe 6 litros o más, lo cual da una idea de cuánto fluido se debe descargar antes que comience a salir de nuevo.

En los modelos que no tengan tapones de drenado y necesiten de desmontaje del depósito de aceite (carter), la práctica es aflojar los tornillos del depósito y quitar todos excepto dos o tres en uno de los lados. Se puede romper el sello del depósito de la transmisión, dejando que el depósito de la transmisión se separe más o menos de 2.5 cm., y dejar que el aceite escurra a la bandeja de aceite, (el aceite debe de estar caliente a su temperatura de funcionamiento). Otra técnica es que el empaque se cambie por completo cada vez que se realice un servicio, es conveniente consultar con las recomendaciones del fabricante siempre que se comience a trabajar con una transmisión que resulte nueva para reparar.

- Ajustes en el vehículo

Se comprende como el ajuste del cable del acelerador de la transmisión(o modulador de vacío), el potenciómetro de posición del acelerador, el accionamiento de la palanca de velocidad, el interruptor de arranque en neutro y el de luces de retroceso, el interruptor del freno del embrague del convertidor de par.

La mayor parte de los anteriores son ajustes externos de accionamientos propios del vehículo. Pero algunos modelos sí necesitan del desmontaje del depósito de la transmisión o de la cubierta del servo para los ajustes de la banda. De nuevo, se debe de consultar el manual de taller para ver las especificaciones o recomendaciones y procedimiento del fabricante.

La válvula del acelerador es accionada ya sea mediante una varilla, un cable o modulador de vacío (diafragma de vacío). Algunos cables están identificados como de ajuste automático o autoajustables. No se debe suponer que ello signifique que se les pueda pasar por alto. Algunos moduladores de equipo original no son ajustables.

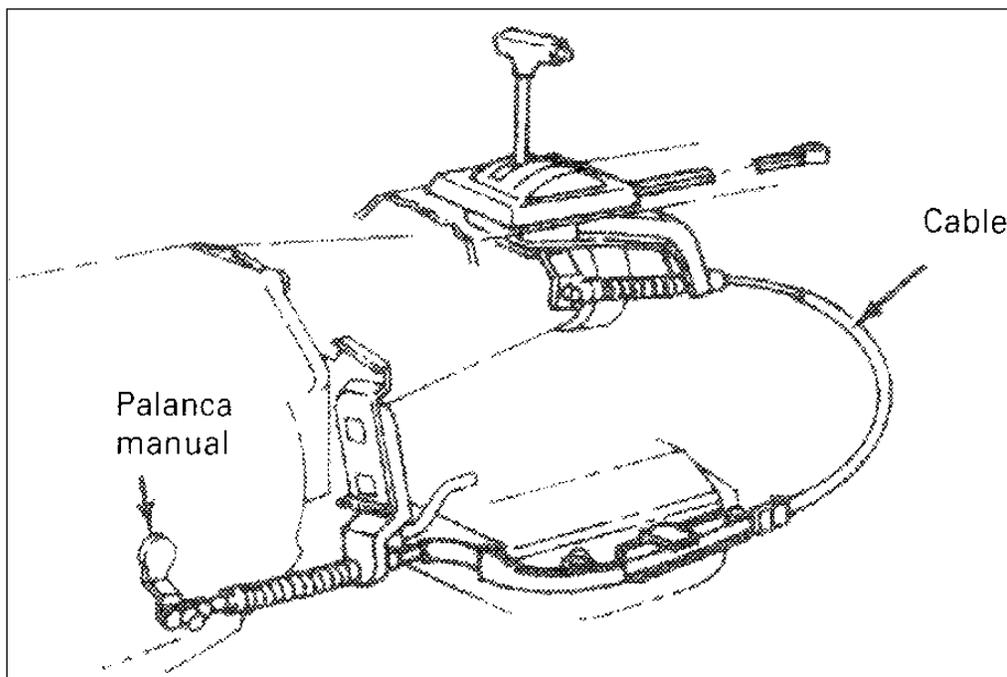
- Sensores de posición del acelerador

Algunos potenciómetros sensores de posición del acelerador se ajustan mecánicamente en su montaje de acuerdo con lecturas de voltaje. Otros no se pueden ajustar, pero con un multímetro se puede medir ohmios se debe de verificar su continuidad de operación a través del movimiento completo del acelerador.

- Accionamiento de cambios

La longitud de la varilla o cable de cambios se ajusta para permitir que la compuerta de la palanca se detenga igualando los topes de la válvula manual. Las instrucciones del fabricante son, por lo general, muy específicas acerca de este ajuste que es relativamente sencillo, es bueno revisar la posición de cada velocidad después de cada ajuste. Asegurar que la posición en neutro quede ajustada en forma correcta comprobando que el vehículo arranque en neutro pero no en velocidad.

Figura 110. **Ajuste del cable de cambio de velocidad**



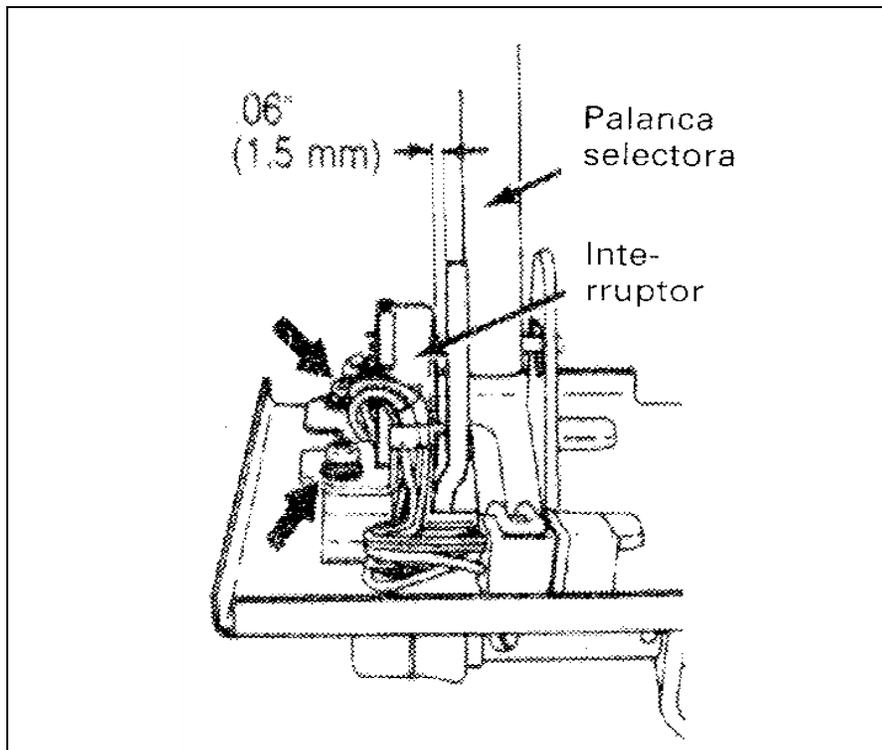
Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 173.

## Interruptor de seguridad en neutro

Hay tres tipos de este interruptor

- Por lo general, es en forma de tapón, se encuentra directamente dentro de la transmisión.
- Se usa con más frecuencia en modelos con palancas al piso y se encuentra cerca de la palanca selectora.
- Este es de interferencia mecánica que permite que la llave de ignición, sólo se pueda girar la posición de arranque cuando la transmisión este en neutro o en posición de estacionamiento.

Figura 111. **Interruptor de seguridad en neutro para transmisiones de palanca al piso**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 173.

- Interruptor de freno

Algunas marcas de vehículos que emplean convertidores par magnetizan una válvula de solenoide con tensión de resorte para efectuar un aseguramiento para que se pare el motor, un sencillo interruptor accionado por el pedal de freno, interrumpe el circuito del solenoide permitiendo que la válvula correspondiente cierre la presión hidráulica a la válvula de aseguramiento.

- Bandas

A excepción de General Motors y Toyota, la mayor parte de las marcas tienen uno o dos ajustes de banda. Por lo general la banda delantera (intermedia) se ajusta afuera de la transmisión, mientras que se debe desmontar el depósito de aceite para ajustar la banda trasera.

Hay unas cuantas marcas que tienen banda trasera que también se pueden ajustar desde afuera. En sí, el ajuste consiste en aflojar una contratuerca, apretarla a un par especificado, y regresarla determinado número de vueltas antes de asegurarla.

#### **6.4. Métodos de prueba**

- Estacionado el vehículo y poniendo en servicio el motor

La prueba de estacionado el vehículo y poniendo en servicio el motor registra las revoluciones por minuto máxima, registrada en al caja automática que se alcanzan con el pedal de freno presionado, en ese instante la transmisión gira junto con el motor y el motor está completamente acelerado (pedal del acelerador a fondo). Somete a grandes esfuerzos a todos los componentes del tren de impulsión, así como los frenos traseros y al sistema de enfriamiento. Los técnicos que critican esta prueba hacen resaltar que no hay nada en esta prueba que no se pueda localizar, también en una prueba en carretera, siendo ésta la última probablemente más segura tanto para las piezas como para el personal.

Pero si el vehículo no se puede manejar, se puede llevar a cabo la prueba estacionado el vehículo y poniendo en servicio el motor, esta prueba sirve para detectar el deslizamiento de embragues y bandas. A continuación se mencionan los pasos esenciales para la prueba estacionado el vehículo y poniendo en servicio el motor.

- a) Encender el motor y dejar que llegue a su temperatura normal de funcionamiento.
- b) Observar las revoluciones por minuto que se llega durante cada prueba.
- c) observar que se alejen las personas del frente y la parte trasera durante esta prueba.
- d) Bloquear las ruedas motrices y también aplicar el freno de mano.
- e) Hacer los preparativos para llevar a cabo la prueba en automático (*drive*), y luego bajar a manual y reversa solamente, dejando enfriar el motor entre cada prueba. Para ello, hacer trabajar en punto muerto (neutro) de 1000 a 1500 revoluciones por minuto durante aproximadamente 1 minuto.
- f) Aplicar lo frenos, poner la transmisión en velocidad, presionar el acelerador hasta el fondo, y mantenerse allí durante no más de 5 segundos:
  - o Anotar las rpm máximas alcanzadas, y soltar inmediatamente el pedal del acelerador.

- Si las rpm rebasan el máximo especificado soltar, inmediatamente el acelerador.

Una transmisión y convertidor par en buen estado deben producir velocidades incluso, cuando se encuentra estacionado el vehículo y poniendo en servicio el motor, velocidades muy semejantes entre sí, en cada una de las velocidades y dentro del rango especificado por el fabricante. No todos los fabricantes proporcionan estas especificaciones.

- Prueba de vacío: esta prueba como la prueba de cualquier otro sistema, comienza por el múltiple de admisión. Un motor afinado correctamente producirá, o tendrá una lectura de 15 a 16 pulgadas de mercurio de vacío al nivel del mar. Si el vacuómetro indica menos, se puede deber a una de las causas siguientes:
  - Si se mide el vacío con el vacuómetro, a varios metros sobre el nivel del mar, la lectura será no muy precisa.
  - El múltiple de entrada está obstruido, roto, y su empaque tiene fuga.
  - El motor necesita afinación.
  - Desgaste excesivo en el motor; las válvulas de admisión no asientan bien.

Si la lectura del vacío es correcta en el múltiple, debe ser correcta en cada unidad accionada con vacío, y si no hay fugas entre el múltiple de admisión y el vacuómetro.

- Prueba eléctrica: los componentes eléctricos y/o electrónicos en las transmisiones automáticas controlan el flujo hidráulico mediante las

válvulas solenoides. Cuando se usan para control del embrague del convertidor par, el solenoide abre el circuito, en este circuito se incluyen varios interruptores; entre los más importantes están:

- Interruptores de presión del gobernador: a velocidades mayores de 56 Km/h (35 mi/h).
- Interruptor del freno: abre el circuito cuando se aplican los frenos.
- Válvula reguladora de vacío: abre el circuito con acelerador completamente abierto.
- Interruptor de bajo vacío: abre el circuito con acelerador completamente abierto.

Se pueden incluir otros, dependiendo del modelo, en la lista siguiente; todos son de presión (y de vacío), temperatura, o interruptores eléctricos accionados mecánicamente:

El cambio de velocidades electrónico es semejante y se puede afinar con precisión agregando varios sensores, casi como en las aplicaciones del embrague del convertidor par. Ambos pueden controlarse por computadora con señales de sensores a la misma, que las interpreta para programarlas hacia los solenoides.

El primer paso en el diagnóstico de cualquier problema eléctrico es asegurarse que las conexiones estén bien hechas. Las conexiones sueltas, aunque estén limpias, en el mejor de los casos sólo hacen contacto de forma

intermitente; también provocan corrosión y depósito de materiales extraños, que también pueden evitar el paso de corriente.

Para medir el voltaje, éste se mide con un voltímetro y se compara con las especificaciones del fabricante, una medición de voltaje con una de presión hidráulica puede determinar si la electricidad pasa por un circuito. Se puede verificar con facilidad del interruptor del freno midiendo la continuidad. Un circuito cerrado indica continuidad, pero uno abierto no. También una lámpara de prueba indicará continuidad, pero se necesita una fuente de electricidad, mientras que el multímetro (instrumento de medición electrónica, sirve para medir el valor de las resistencias en los circuitos eléctricos) tiene su propia fuente.

Se pueden usar un voltímetro como un óhmetro para probar en válvula solenoide, pero uno de los métodos más fáciles y rápidos es accionar el solenoide (prueba funcional) aplicándole voltaje directamente de una fuente de 12 voltios. Al aplicar la corriente se puede oír (en los casos que no se puede ver directamente) el chasquido o tic del núcleo del solenoide al accionar.

En resumen, las tres pruebas eléctricas que se llevan a cabo para diagnosticar los problemas eléctricos en las transmisiones automáticas son: prueba de voltaje, de continuidad, y funcionales (solenoides).

## **6.5. Desarmado de la transmisión**

Todas las transmisiones se desmontan por abajo del vehículo, y la mayor parte de los transejes se levantan (en algunos con el motor fijo a la caja). Algunos pocos modelos necesitan del desmontaje del transeje desde abajo del vehículo.

Durante, o inmediatamente después del desmontaje de la transmisión, se debe lavar el enfriador y los tubos de la transmisión. Revisar los pernos cónicos de alineación en la caja del volante del motor, para ver si están dañados o flojos, así como sus agujeros correspondientes en la caja de la transmisión.

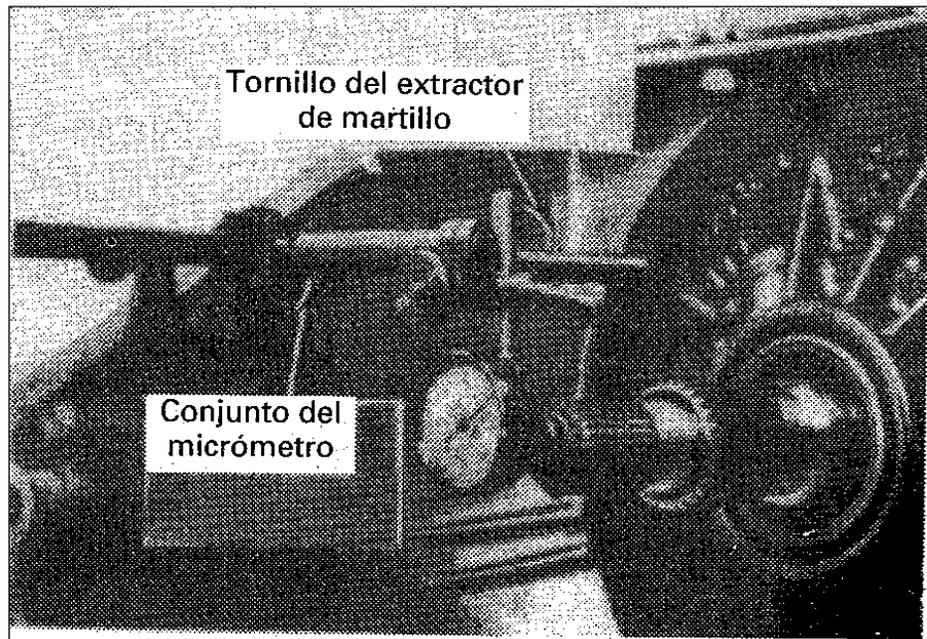
Tomar tiempo para limpiar el exterior de la transmisión antes de desarmarla. Con ello se puede comenzar bien el trabajo, se mantiene limpio el lugar y se facilita la revisión y organización de las partes.

Durante el desmontaje, observar el estado general de los sellos, superficies, resortes, arandelas de empuje y rodamientos, observando cualquier detalle que indique desgaste o falla. También, revisar y tomar nota de los juegos axiales controlados por arandelas de empuje durante este desarmado para tener la referencia en la selección de las nuevas arandelas en el armado.

- Desmontar el convertidor par y medir el juego axial del eje de entrada; debe estar cerca del mínimo en rango especificado por el fabricante.

Si está tan flojo que está fuera de las especificaciones, buscar no sólo arandelas de empuje y rodamientos gastados, sino también anillos y ranuras gastadas.

Figura 112. **Medición del juego axial del eje de entrada**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 175.

- Desmontar el depósito de aceite y el filtro de la transmisión.
- Desmontar el cuerpo de válvulas (en algunos marcas de vehículo, quedan al descubierto las válvulas de retención de bola, que se pierden fácilmente; en otros hay un cuerpo auxiliar de válvula también. Es bueno revisar el manual propio de ese vehículo).
- Desmontar el acumulador y el servo. (pueden haber otras partes y conjuntos pequeños por desmontar para dejarle lugar al paso del embrague, la banda, los engranajes y el eje. Consultar los detalles específicos en el manual de taller.)

- Desmontar el engranaje de velocímetro.
- Desmontar el gobernador (en muchos transejes, con el engranaje del velocímetro puesto.)
- Desmontar el eje de salida (sólo en unos modelos; en otros se debe sacar desde el frente de la transmisión).
- Sacar los tornillos que sujetan la bomba con la caja, y con un extractor de martillo con adaptador comercial o fabricado, sacar el cuerpo de la bomba, de la caja de la transmisión.
- Desmontar los embragues, engranajes y bandas. Se sacan en conjunto con los ejes, rodamientos y arandelas de empuje.
- Consultar las instrucciones específicas del fabricante en los manuales de taller, para seguir con el desarmado. A medida que se desarme la transmisión, mantener separados los subensambles y disponer las partes en forma organizada. Esto ayudará mucho a la revisión y el rearmado.

#### Limpieza e inspección

A menos que se vaya a cambiar todas las partes de materiales especiales (como por ejemplo, algunos cojinetes, bandas y placas de fricción de embrague), evitar el uso de solventes, desengrasantes y detergentes que descompongan los materiales de formulación o de adhesión. Hay algunos limpiadores de carburador) que pueden usar, o bien estas partes se pueden limpiar con fluido de transmisión.

## Sellos y empaquetaduras

Se aconseja cambiar todos los anillos o. Los sellos y los anillos de sello (metálicas y de teflón), y las empaquetaduras: pero, también es bueno revisar las que se quitan porque su estado puede indicar otros problemas o confirmar la razón de los que ya se hayan identificado. Asegurar de revisar también las ranuras de transferencia de aceite, de sello y de los aros de seguro para ver si están gastadas.

## Arandelas de empuje y bujes

Las arandelas de empuje no se incluyen en los juegos de repuestos para reparaciones generales, debido a los diversos espesores que se necesitan para cumplir con las especificaciones de juego axial. Se deben adquirir por separado.

El desgaste de los bujes se puede apreciar visualmente y también en forma dimensional, pero la prueba mas rápida es determinar cómo ajusta la parte en contacto. Si hay movimiento lateral (es decir, si la parte se puede oscilar), se debe cambiar el buje. Los bujes picados se deben cambiar siempre, al igual que las arandelas de empuje rayadas o picadas. En ningún caso se debe usar un buje si se puede introducir un calibrador de hojas de 0.006 pulgadas o mayor, entre el buje y la parte en contacto con él.

## Rodamientos y ejes

Todos los rodamientos deben revisarse para ver su aspereza antes y después de limpiarlos.

Examinar las pistas interior y exterior, las bolas, agujas o rodillos, para ver si están agrietados, picados o marcados, o si tienen huellas de sobrecalentamiento.

Si se usa aire comprimido para limpiar, no hacer girar los rodamientos mediante la presión del mismo, porque puede ser peligroso, y además es pérdida de tiempo

Revisar todas las superficies de los ejes que hacen contacto con bujes, rodamientos y sellos. Revisar las estrías para ver si están gastadas, introduciéndolas en las estrías que acoplan con ellas.

Sopletear todas las venas o ranuras o conducto de aceite para asegurar que están libres de obstrucciones.

## Bomba

Las superficies de la bomba sujetas al mayor desgaste son las que soportan la mayor presión hidráulica. Por ejemplo, una bomba de engranaje interno/externo tiende a gastarse más en las superficies siguientes, a causa de las fuerzas desarrolladas en el lado de presión de la bomba:

- Superficie del engranaje externo a la superficie interna de la creciente en lado de la succión.
- Superficie del engranaje interno a la superficie externa de la creciente y en el cuerpo de la bomba en lado de presión.

- Superficie de cubo del convertidor al buje del lado de succión de la caja de la bomba.

También es bueno examinar las superficies del cuerpo de la bomba contra las que recargan lo lados de los engranajes interno y externo. Si están escoriados, o si no tienen las especificaciones de holgura, se debe de cambiar el cuerpo de la bomba.

Las bombas de rotor interno/externo se pueden revisar de igual manera que las de engranaje interno/externo, con excepción de la prueba del desgaste del rotor. Este se determina midiendo la holgura de la punta entre los dientes de los rotores interno y externo.

También existen semejanza con la revisión de las bombas de aspas o paletas. Los rotores y las aspas de esas bombas vienen en varios espesores y se deben pedir por número de parte de acuerdo con las medidas de la bomba, y con el número de parte de repuestos selectivos de rotor y paletas, que se encuentran en la mayor parte de los manuales de taller.

A veces, el cuerpo de la bomba contiene válvulas de aseguramiento o de regulación de presión.

## Embragues

Rara vez las partes desarmadas de los conjuntos de embrague en los manuales de taller coinciden exactamente con número de placa de fricción o de acero que se tienen, ni tampoco coinciden siempre, parte con parte. Por esa razón, las variaciones en el diseño para las aplicaciones específicas son demasiado numerosas como para mantenerlas actualizadas. Por lo tanto, es

conveniente, dejar las partes en forma organizada, por ensambles. Aún si se van a cambiar las partes, las anteriores, dispuestas en forma organizada, ayudan mucho al volver a armar.

Revisar los bujes y sellos, los resortes helicoidales deben de compararse para ver si su longitud es consistente, y los resortes del disco para ver si tienen roturas o deformaciones.

Revisar el surco del pistón para ver si tiene signos de escoriaciones. Asegúrese que la bola de retención en el pistón o tambor del embrague quede libre, y revisar el desgaste de las estrías.

Tanto las placas de fricción como las de acero en el embrague vienen en juegos o paquetes, por lo tanto, a menos que esté desechando una transmisión relativamente nueva debido a determinado problema que no tenga que ver con los embragues, se deberían cambiar, aún cuando a los anteriores todavía pueden dar buen servicio.

Las placas de fricción y de acero todavía sirven por lo general si:

- Están planas y no están deformadas ni cónicas
- Las superficies de las placas de acero no están rayadas
- Las superficies de las placas de fricción no están picadas
- Se puede ver si están saturadas con fluido, porque al exprimirlas sale líquido

- Se mantiene en orden y armadas, superficie contra superficie.
- Nunca se mezclen placas nuevas con usadas, si solo una no sirve, cambie todas.

## Bandas

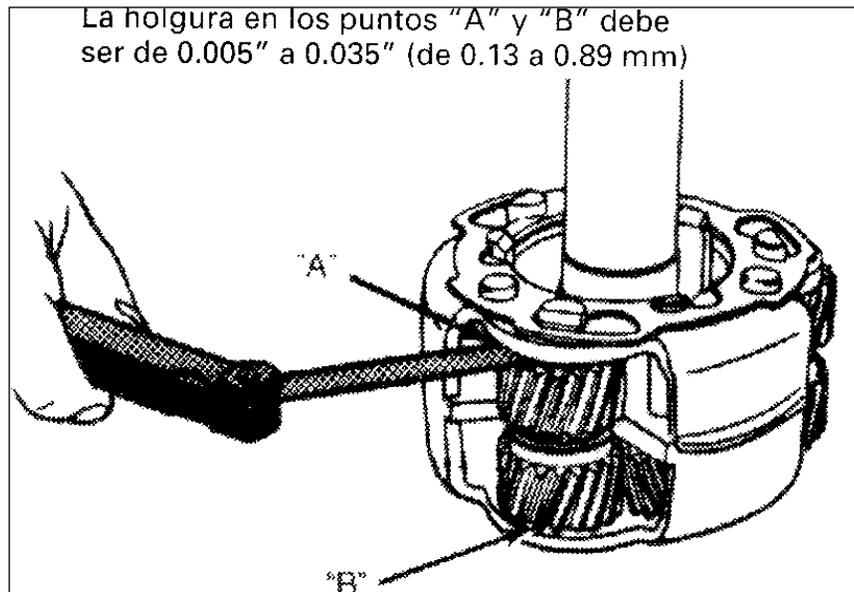
Las superficies de fricción de las bandas se pueden evaluar de modo muy parecido al de las placas de fricción del embrague. Si el material friccionante está en buen estado y queda suficiente para que las ranuras se vean todavía, es probable que sirva y se pueda ajustar o llevar a especificaciones mediante una selección adecuada del perno.

Es probable que la superficie del tambor esté en buen estado si la banda todavía sirve. Revise detenidamente para ver si presenta grietas, y si está muy rayada, se deben cambiar tanto el tambor como la banda.

## Trenes de engranajes planetarios

Además de la revisión visual normal, para ver si hay gran desgaste o daños, por ejemplo: dientes rotos o astillados, superficies portantes y picadas y estrías dañadas, se deben comparar las mediciones del juego axial contra las especificaciones. En algunas unidades Ravigneaux se deben medir la holgura en ambos extremos de los piñones largos.

Figura 113. **Medición del juego axial del piñón planetario**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 179.

### Embragues de un sentido

Los embragues de puntales y de rodillos se deben revisar de modo muy semejante a los de rodamientos. Desde luego, sólo deben girar en una dirección y enfrenar en la otra. Revisar también resortes rotos o deformados.

### Cuerpo de válvulas

Es conveniente desarmar y colocar piezas en forma organizada. Esto es especialmente cierto en el caso de las partes del cuerpo de válvulas bastante complejo. Observar la válvula de refuerzo y regulación de presión alterna.

En algunos modelos se usan resortes, pero en otros no, y partes tan sencillas como el tapón de orificio sólo se usan en dos de entre aproximadamente una docena de modelos distintos.-

Revisar todas las bandas de las válvulas de carrete, así como los hombros, para ver si tienen desgaste o golpes. Se pueden admitir daños en forma de raya originada por una sola partícula de polvo, pero si el daño es tan extenso que permite una fuga apreciable, entonces se debe cambiar el conjunto. En forma general, las válvulas de carrete dañadas no se pueden cambiar individualmente; se necesita un nuevo cuerpo de válvulas.

Al limpiar las válvulas de carrete, usar una piedra plana muy lisa, o un trapo fino colocado sobre un vidrio o alguna superficie plana. Con ello se asegurará que los hombros de la válvula queden perpendiculares y que un lado de la válvula ni cierre o abra antes que otro.

Revisar cada válvula para ver si trabaja libremente en su cilindro o buje. La válvula debe deslizarse fácilmente en su cilindro bajo su propio peso, sin lubricación.

Las superficies en contacto del cuerpo de válvulas, o entre el cuerpo de válvulas y la caja de la transmisión, deben ser planas. Revisar si el cuerpo está torcido usando un calibrador de separaciones y una regla. Un examen detenido en la empaquetadura de la placa separadora y en las empaquetaduras desechadas puede indicar si hay fugas de un conducto a otro, debidas a torcimiento del cuerpo de válvulas o a torques incorrectos de tornillos.

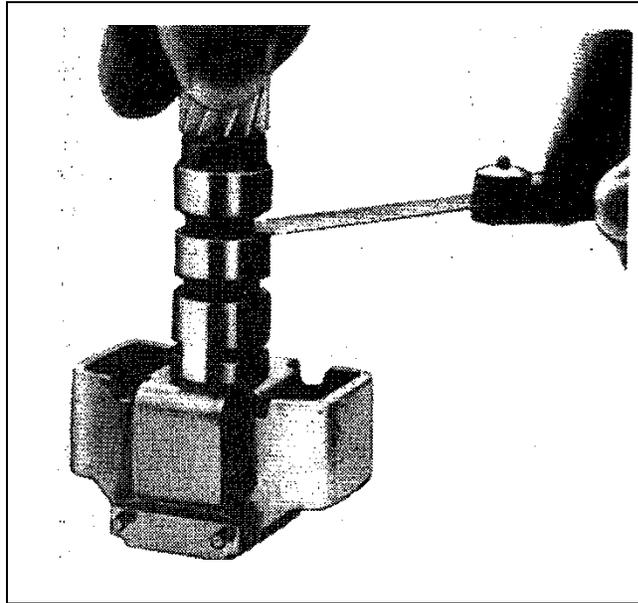
## Gobernador

De los gobernadores montados en la caja, el tipo de bola de retención virtualmente no necesita servicio; revisarlo para asegurarse que tenga determinadas bolas y resorte, y que los contrapesos se muevan libremente; es todo lo que hay que hacer. Sin embargo, los gobernadores de válvulas hidráulicas, que abren o cierran orificios de presión, en el cuerpo de la válvula existen especificaciones para las aberturas de entrada y salida. Si el engranaje del gobernador está flojo o gastado, cambiarlo. Algunos gobernadores montados en la caja incluyen también, al engranaje de impulsión del velocímetro. A excepción de estas partes, a los gobernadores montados en caja se les da servicio con una unidad. Una válvula de carrete gastado o doblada hará que se cambie el gobernador completo. El buje de la caja sólo se puede cambiar si la superficie correspondiente de la camisa del gobernador no está gastada. La válvula y la camisa se pueden limpiar con una lija número 1 000 para eliminar el atoramiento debido a melladuras.

## Placa flexible y convertidor par

Se puede medir el cabeceo de la placa flexible con un micrómetro de carátula, para comprobar con lo especificado del fabricante (generalmente no es más que 0.060 pulgadas). Aun cuando el cabeceo queda dentro de las especificaciones, se debe desmontar la placa y se debe revisar para ver si presenta grietas. Éstas se encuentran, por lo general, cerca de los agujeros de los tornillos. Si las hay, o si el engranaje anular del motor de arranque está dañado, cambiar la placa flexible.

Figura 114. **Medición de las aberturas de entrada y salida, en la válvula de carrete instalada en el gobernador**



Fuente: Transmisiones automáticas y transejes. p 181.

Antes de limpiar o drenar completamente el convertidor par, se deben hacer algunas verificaciones para comprobar si hay desgaste interno.

Verificar el buen funcionamiento del embrague de rodillos de un sentido acoplándolo con las estrías del soporte del estator; una vuelta rápida del soporte del estator en el sentido de las manecillas del reloj debe producir resistencia de aseguramiento, pero debe girar libremente en la dirección contraria. Si está libre (o embragado) en ambas direcciones, se debe cambiar el convertidor de par.

Con unas pinzas largas para seguros, llegar al cubo y sujete las estrías del estator. Si se puede mover el estator a lo largo de su eje hasta 1/16 de pulgada

o más, cambiar el convertidor par. Si es menos que 1/16 pulgada, se puede aceptar.

Se puede verificar la interferencia entre estator y turbina usando el eje de entrada para hacer girar la turbina con el convertidor par, descansando sobre una mesa. Si hay ruido de rasqueteo, quiere decir que se debe cambiar el convertidor de par. Se puede verificar la interferencia entre el impulsor y el estator usando el soporte del estator. Se coloca sobre una mesa y se le pone encima el convertidor par a modo que las estrías de soporte engranan con el estator. De nuevo, cámbiese el convertidor par si se descubre rasqueteo al girarlo sobre el eje de soporte.

Antes de dar por terminada la revisión del convertidor par, limpiar el interior y exterior con solvente. Si se observa material extraño en el fluido que se drenó, o en el solvente de limpieza, tener en cuenta que es casi imposible limpiar completamente en interior de un convertidor par, aunque hay equipo de lavado diseñado especialmente para este trabajo.

Por lo tanto, si el fluido está muy contaminado y se está reconstruyendo una transmisión demasiado gastada, probablemente sea mejor cambiar el convertidor, aún si se pasa la revisión, para evitar que contamine la transmisión con los residuos de polvo y partículas metálicas procedentes de la transmisión antes de reconstruirlas.

Revisar el exterior del convertidor par. Ver si hay escoriaciones en el cubo, si las ranuras de las orejas motrices de la bomba de aceite están desalineadas, si hay grietas alrededor de los agujeros de los tornillos que sujetan al convertidor con la placa flexible y de las tuercas soldadas, contrapesos de balanceo faltantes o flojos, y agujero piloto dañado del

convertidor al cigüeñal. Si se encuentra cualquiera de estas condiciones y no se puede corregir, se debe cambiar el convertidor par.

El convertidor limpio se puede revisar para ver si tiene fugas fabricando un dispositivo de obturación con una válvula de aire para introducirlo en cubo. Se puede sumergir la unidad completa en un tanque de agua y dejar que entre aire a una presión menor que 20 psi. Cualquier fuga se descubrirá debido a las burbujas, si esto sucede se debe cambiar.

## **6.6. Armado de la transmisión**

El armado es la inversa del desarmado, pero sólo en parte. Entre las diferencias, la principal es el ajuste y colocación correctos de las partes, y el apriete adecuado de tuercas y tornillos. Nada de esto es importante en el desarmado, pero es crítico en el armado.

El ajuste

Es simplemente una prueba rápida antes del armado y apriete final, de cualquier parte de repuesto contra las partes y superficies de contacto con ella.

A veces se debe hacer mucho antes del armado final. Por ejemplo: que se esté cambiando el convertidor par. Es mejor colocar en nuevo contra la placa flexible montada para comprobar el ajuste del piloto y la alineación de los tornillos de montaje cuanto antes y no esperar hasta haber atornillado la transmisión al motor y encontrar con que los agujeros no coinciden.

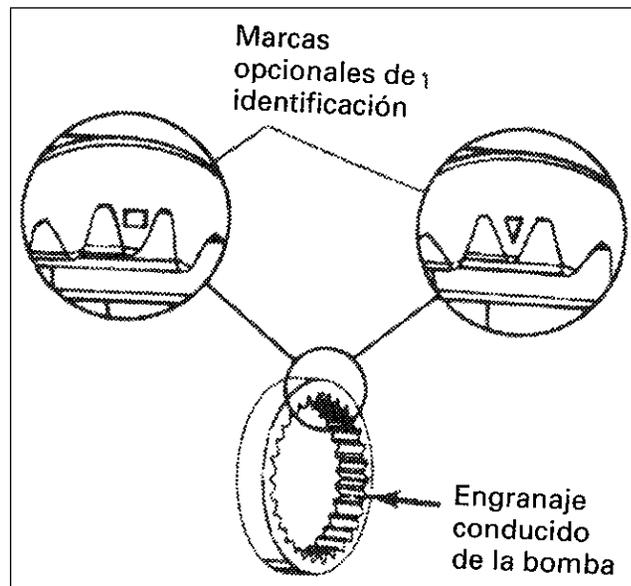
## El acoplamiento

Necesita hacerse con cuidado. Algunas partes que parecen simétricas sólo ajustan entre si de una manera. Esta es la razón por lo que es tan útil el marcar las partes en contacto antes de desarmarlas. Las partes de repuesto se pueden acoplar en el momento de colocarlas y se pueden marcar para su armado final con la pintura de aspersion o algún otro medio. El acoplamiento correcto ahorra tiempo y asegura que las partes que se cambiaron (con superficies ligeramente gastadas) y las partes balanceadas se armen correctamente para mayor durabilidad. Algunas partes (por ejemplo los engranajes internos-externos de las bombas internas externas, las marcas el fabricante para su correcto armado). Las instrucciones del fabricante en el manual de taller describen la colocación correcta con respecto a esas marcas. Ver figura 116.

Las especificaciones del par de apriete se hacen cada día mas importantes.

En primer lugar, se ha avanzado mucho en el conocimiento del efecto de los esfuerzos de corte, tensión, compresión y torsión sobre las aleaciones metálicas y otros materiales. Cuando se aprieta un tornillo, se somete a una fuerza de tensión, y a una de torsión a su vástago, a una fuerza de corte en sus roscas y en las roscas hembra, y a una fuerza de compresión a las superficies de las partes que se unen. El esfuerzo también se afecta por la temperatura, el tamaño de la parte y las cargas externas. Las partes y los tornillos se diseñan cada vez más a tolerancias más estrechas, de modo que el par de apriete se ha ido haciendo cada vez más crítico.

Figura 115. **Marcas en el engranaje para su ensamble correcto**



Fuente: Transmisiones Automáticas y Transejes. p 181.

Con frecuencia, el fabricante pide la utilización de tornillos nuevos al rearmar.

Si se pasan por alto esas instrucciones, se cae en el riesgo de que falten tornillos o tuercas. Los tornillos usados ya se han alargado en su primer apriete. Si se vuelven a usar, quiere decir que se deben apretar de nuevo, y por ende volverlos a alargar, posiblemente más allá del límite elástico. El efecto de aseguramiento que se tiene en muchas tuercas porque tienen ligeramente deformadas sus rocas también se encaja a las roscas del tornillo.

El volver a usar el tornillo nunca tiene el mismo efecto de aseguramiento que se obtiene con un tornillo nuevo. Durante la preparación para el armado, repasar siempre las recomendaciones del fabricante incluidas en el manual del taller.

Observar siempre la secuencia general de armado y de las herramientas e instalaciones especiales necesarias para presentar y sujetar las partes y subensambles durante el armado. Con frecuencia se pueden usar otras, pero se necesita tener en cuenta su objeto. También, observar las partes y subensambles para las que el fabricante da instrucciones específicas y especificaciones de holgura, y los tornillos para los que se suministran especificaciones de apriete. Después, al avanzar en el proceso de armado, se tendrá una idea mejor de cuando consultar detalles específicos en el manual.

Al armar las partes y al instalar los subensambles, tener cuidado de no golpear las superficies en contacto, o cortar algún sello. Usar un lubricante para las instalaciones donde se recomienda, y mantener el conjunto y el lugar de trabajo limpio y ordenado. Asegure de que las partes asienten completamente antes de apretar los tornillos.

El armado de la transmisión automática empieza montando la caja de la transmisión en un sujetador.

Si no se dispone de uno, la caja puede sostenerse en su extremo en un banco bajo, o se puede bloquear horizontalmente en un banco de la altura normal.

Si en la caja hay algunos bujes gastados, se deben cambiar.

El armado de la transmisión consiste en instalar numerosos subensambles. Algunos de ellos (por ejemplo el gobernador y el convertidor par) son subensambles completos; otros pueden contener un subensamble completo y parte de otro (por ejemplo, el embrague de baja reversa, el embrague el soporte de planetario posterior.

De nuevo, la secuencia recomendada por el fabricante para el armado ayuda mucho, en especial con las partes más pequeñas (por ejemplo, el mecanismo de estacionamiento y el eje manual); es fácil olvidarlos, y se puede tener que deshacer algo de trabajo de armado bastante complejo si se ha equivocado el orden de armado.

La ubicación y los nombres de las partes y sus ensambles varían de una marca de transmisión automática a otra.

Después de haber instalado los bujes necesarios en la caja, instalar los sellos nuevos. Los sellos, y todas las partes, deben cubrirse con fluido de transmisión para facilitar el ensamblaje y la lubricación inicial. Las arandelas de empuje u otras partes pequeñas se pueden mantener en su lugar con vaselina de petróleo; no usar grasa blanca, porque es incompatible con el fluido de la transmisión.

El conjunto de embrague y planetario, a veces junto con el eje de salida, es por lo general el primero en instalarse en una transmisión, mientras que en un transeje, generalmente es el diferencial y la impulsión final.

En ambos mecanismos, se acompañan, desde luego, por rodamientos y arandelas de empuje de los espesores seleccionados para tener un juego axial correcto.

Al armar los embragues, consultar las tablas de empleo de placas de embrague para obtener el número correcto de placas de acero y de recubrimiento que se usan con determinado modelo. También seguir cualquier instrucción referente a la ubicación de los resortes de retroceso del embrague.

Algunos embragues unidireccionales se pueden armar y/o instalar de forma que trabaje en la dirección incorrecta; cuide de esto en los que no se puede distinguir un lado del otro. Después de armar, ver que las placas recubiertas del embrague corran libremente entre las del acero. Algunas marcas dan especificaciones de la holgura, medida entre la placa de presión y el aro de seguro para comprobar el juego del embrague, y suministran aros de seguro selectivos, para que se puedan cumplir con sus especificaciones. Por lo general, la holgura mínima para que el embrague gire libremente es aproximadamente 0,010 pulgadas por cada placa de fricción. Una holgura de un 1/8 de pulgada o más es demasiado y se puede ajustar agregando más placas de embrague de acero o recubiertas. Las placas de acero se pueden agregar junto a otras placas de acero, porque están fijadas con estrías al mismo miembro rotatorio. El material de recubrimiento se puede quitar de un lado de la placa o de los dos lados de dos placas que hacen contacto con los mismos resultados, en caso de necesitarse un ajuste más exacto de la holgura.

Los embragues armados se pueden verificar con aire para asegurarse que los sellos y los anillos están bien y que el pistón aplica y suelta. Use una presión de 30 psi, ya que mayor presión podría mover al pistón a pesar de las fugas que se puedan encontrar después bajo la presión hidráulica normal de funcionamiento, y una mayor presión puede reventar los sellos de aceite.

Los extremos de algunas bandas tienen aspecto muy similar, pero uno puede ser más pesado que el otro. Poner mucha atención para instalarlas correctamente y evitar la rotura de los extremos.

Algunas transmisiones tienen un planetario Ravigneaux sencillo, en lugar de un Simpson, y otras emplearán planetarios adicionales para sobremarcha y reducción de impulsión final. Otras tienen más bandas o menos.

En efecto, al menos un fabricante da especificaciones de medición de profundidad par asegurar asentamiento (acoplamiento) completo de los conjuntos de embrague directo y de avance antes de la aplicación del par final para evitar dañar o romper las partes.

Algunos cuerpos de válvulas usan parte de la caja de transmisión, otros son unidades completas en sí; otros mas consisten en un cuerpo principal con un cuerpo auxiliar de válvulas, y algunos transejes tienen la bomba de aceite en el cuerpo de válvulas.

Asegurarse que los empaques coincidan con los los empaques anteriores, agujero con agujero. Hacer lo mismo si se está cambiando la placa separadora. Sobre todo alinear con cuidado el cuerpo de válvulas, y apretar los tornillos en el orden recomendado. Primero apretar a mano, comprobar que el asentamiento es completo, y a continuación apretar con una llave al torque establecido.

El armado final comprende el gobernador, servo, filtro, depósito de aceite y convertidor par. Poner al menos un litro de fluido en el convertidor par antes de instalarlo. Al deslizar el convertidor sobre el soporte del estator, girarlo hasta que las orejas del engranaje externo de la bomba de aceite o del rotor acoplen con las ranuras motrices del cubo el convertidor. Algunos fabricantes proporcionan dimensiones para verificar que el convertidor par esté asentado completamente y acoplado con la bomba de aceite.



## 7. MANTENIMIENTO

El mantenimiento de las cajas automáticas puede dividirse en cuatro partes:

- Mantenimiento normal
- Diagnóstico de las averías por medio de computadora de códigos
- Reparación en el vehículo (fugas, ruidos etc.)
- Revisión general de la caja automática

### 7.1. Sistema hidráulico

En el mantenimiento normal se incluye:

- Cambio de fluido hidráulico y filtro
- Comprobar el nivel del fluido
- Agregar fluido hidráulico si es necesario

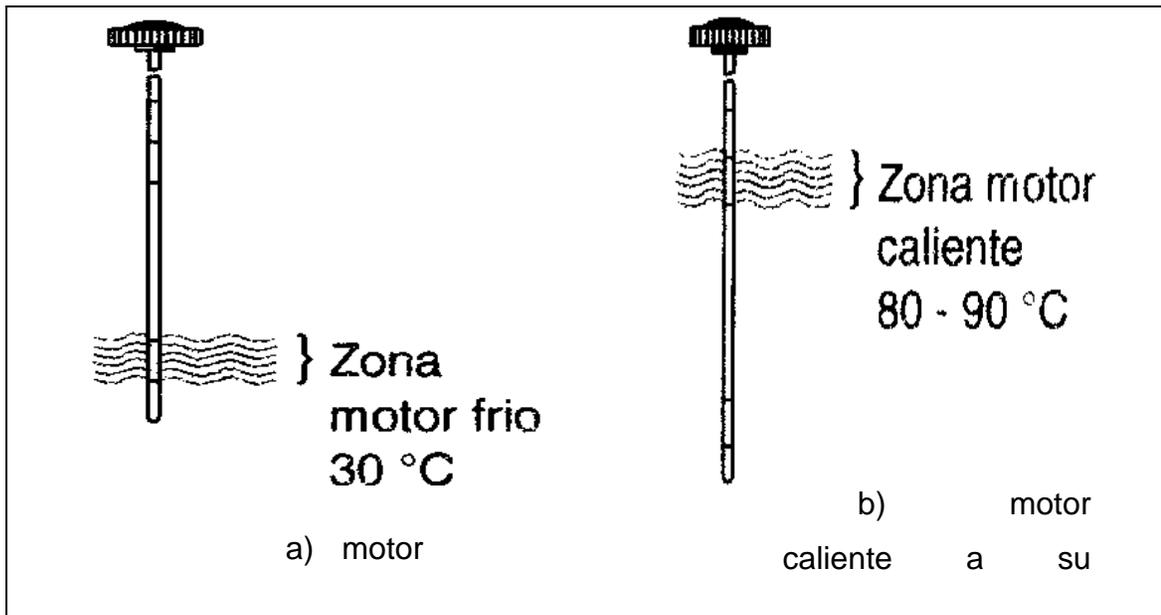
Las lecturas de la varilla medidora del fluido hidráulico de la transmisión automática serán diferentes si se hacen en frío o en caliente. Por lo general, la lectura del nivel de aceite hidráulico en caliente es mayor que en frío, aunque no siempre. Por ejemplo, hay algunos tipos de cajas automáticas, mantienen los líquidos calientes en un recipiente separado para el cuerpo de la válvula.

Cuando el fluido hidráulico se enfría, abre la válvula accionada termostáticamente permitiendo que el fluido hidráulico drene hacia el recipiente principal; en este momento la varilla indicadora de nivel muestra un nivel mayor. Y en algunas transmisiones, el nivel del fluido puede leerse con exactitud sólo en posición neutral. Si se ve el nivel cuando la palanca esta en estacionamiento (en la posición selectora de velocidad P) se podría creer que falta un litro de aceite hidráulico. Por lo general las instrucciones están en la varilla medidora. Si no es así consulte el manual de operación del vehículo.

Si el nivel del fluido hidráulico es demasiado bajo o demasiado alto, no poner en movimiento el vehículo hasta haberlo corregido en nivel de fluido hidráulico.

En cualquiera de las dos condiciones se introduce aire al sistema. Un nivel alto también puede forzar al fluido a salir por el respiradero o el llenador, lo cual podría notarse inicialmente como fuga; un nivel bajo de fluido no sólo afecta la operación de la transmisión, sino también se corre el riesgo de que cause daños graves y extensos debido a una lubricación inadecuada.

Figura 116. Niveles en la varilla a temperaturas diferentes



Fuente: Manual de reparaciones de camiones volvo. p 24.

Interpretación del estado del fluido de la transmisión.

Un fluido limpio deber ser traslucido; esto es, se debe poder ver la varilla medidora a través de él. La mayor parte de los líquidos de transmisión están teñidos de rojo, más que nada para diferenciar las fugas del líquido de las fugas de aceite de motor. El fluido en condiciones aceptables muestra cierto oscurecimiento y deposito de barniz en la varilla medidora; pero si es demasiado oscuro u opaco y tiene olor a quemado, probablemente hay alguna superficie gastada o algún sello dañado.

También, se debe untar el fluido hidráulico en una toalla de papel blanco; (servilleta de papel higiénico) debe absorber al fluido dejando sólo los contaminantes principales como carbón (material de sello o de fricción

quemado), o partículas metálicas (arandelas de empuje, bujes, separadores, rodamientos, engranajes, gastados).

Si se encuentra este tipo de contaminación en el fluido, se debe planear por lo menos el desmontaje del depósito de aceite de la transmisión, para un mejor examen visual, es recomendable cambiar el aceite y el filtro como seguridad de los demás componentes de la caja automática.

Si el fluido aparece color rosado o lechoso, es que se ha introducido agua o anticongelante al circuito de enfriamiento. La transmisión debe repararse por completo, al igual que la fuga, y el circuito de enfriamiento y el convertidor deben enjuagarse por completo.

Antes de emprender alguno de estos procedimientos, consultar el manual del fabricante del modelo de caja de cambios que se esté trabajando.

### **7.1.1. Medición de presión**

Hay dos tipos de pruebas de presión: hidráulica y de aire.

Las pruebas de presión de aire se hacen con aire comprimido de presión regulada (aproximadamente 30 lbs/pulgada<sup>2</sup>). Por lo general, son pruebas funcionales de banco que se llevan a cabo en subensambles; esto es, usan presión de aire en lugar de presión hidráulica para accionar determinado mecanismo.

Las pruebas de presión hidráulica se efectúan con un manómetro para alta presión (300 lbs/pulgada<sup>2</sup>), con un vacuómetro (en las transmisiones que tienen modulador de vacío), y un tacómetro, Se conecta el manómetro a tomas de 1/4

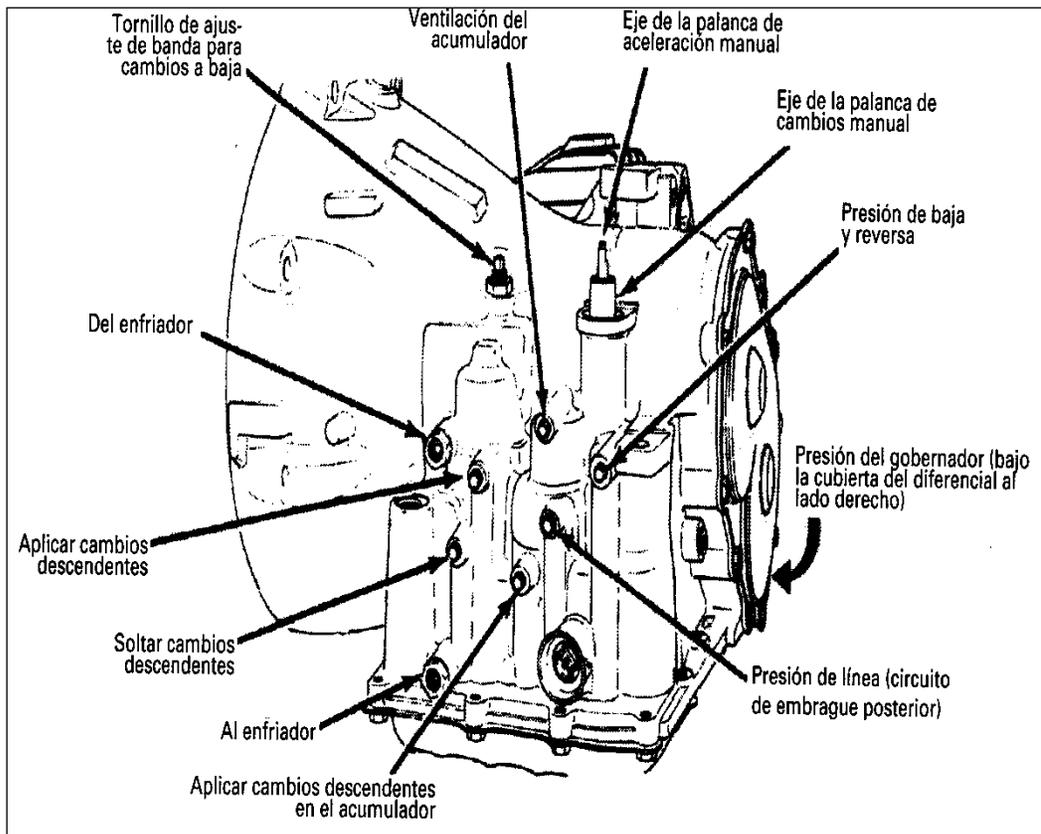
de pulgada en el circuito hidráulico en la caja de la transmisión. El vacuometro se conecta con una T al modulador de vacío. (Se puede emplear también una bomba de vacío especificada.) Algunas marcas de vehículos necesitan de pruebas de presión en carretera, otras, con los frenos aplicados, y otros más con las ruedas de tracción levantadas. En todos los casos los tubos del manómetro y el vacuómetro deben ser lo suficientemente largos como para que éstos se coloquen donde se puedan leer fácilmente.

La presión del conducto principal, o de control y la presión del gobernador son las dos pruebas principales de presión, aunque algunos fabricantes también especifican presiones en los servos bajo diversas condiciones. Las pruebas se llevan a cabo a varias indicaciones de vacío o a posiciones determinadas del acelerador; deben también registrarse con las indicaciones de presión.

Las bajas presiones en todas las velocidades son indicativas de filtro tapado, válvula reguladora de presión de aceite que se pega, de bomba gastada, o cualquier cosa que pueda afectar todo el sistema. Revisar el diagrama de circuito hidráulico. Una presión baja en dos velocidades puede indicar una fuga de un circuito a otro por un empaque de cuerpo de válvula que se fuga, tornillos flojos, o apretados más de lo especificado.

Una alta presión en todas las velocidades es indicativa de una válvula reguladora de presión que se pega, un problema en el acelerador o en modulador de vacío o un problema con la detención.

Figura 117. Toma de presión de una caja de transmisión Chrysler



Fuente: Manual de reparación de transmisiones automáticas y transejes. p. 163.

Revisar también los circuitos específicos en el diagrama hidráulico si se observa presión alta o baja en una velocidad.

Los procedimientos y especificaciones de las pruebas de presión difieren mucho de una marca de transmisión a otra. Seguir siempre las indicaciones del manual del fabricante.

Con frecuencia la prueba de presión es la última, porque puede localizar mal funcionamiento interno de la transmisión en un circuito determinado.

Puede haber otras pruebas funcionales que se efectúan con presión de aire después de haber quitado el depósito de aceite de la transmisión.

## **7.2. Inspección visual**

Al igual que la inspección visual detallada de una parte, la verificación visual consiste en un examen de las conexiones, sistemas, circuitos y ensambles.

Comenzar con lo más fácil y lo más obvio; para la parte eléctrica, revisar las conexiones de la batería (acumulador) que tenga los 12 voltios utilizando el voltímetro. Revisar el circuito de vacío, y la conexión al múltiple de admisión; para las partes hidráulicas y de lubricación, revisar las varilla medidora del nivel de aceite de la caja automática y ver si hay fugas; para la parte mecánica, revisar las varillas o accionamientos mecánicos y las conexiones visibles entre los conjuntos y los montajes de la caja tales como cargadores.

### **7.2.1. Fugas**

Aunque las fugas pequeñas se pueden tolerar, las que son lo bastante grandes como para humedecer una superficie de más de unos 60 centímetros cuadrados, que corresponde a un círculo de 10 centímetros de diámetro, probablemente afecten apreciablemente el consumo del fluido hidráulico de la transmisión. Si se observa una superficie grande húmeda alrededor de la transmisión o bajo el vehículo en esa zona, verifique el color del aceite. Si es rojo, se trata de una fuga de la transmisión, pero si no lo es, podría ser aceite del motor o fluido hidráulico de la transmisión sucia.

El aceite del motor y el fluido hidráulico se ven diferentes bajo luz negra (luz ultravioleta), estén sucios o no.

Cuando se trate de localizar una fuga, es aconsejable anotar la construcción de la transmisión en particular. ¿Parece hermético el sello alrededor de la caja de extensión? ¿El empaque del depósito de almacenamiento de aceite? ¿La cubierta del servo? ¿El retenedor del eje de salida? Si tanto como esas como las demás conexiones, como los tapones de toma de presión, la salida del velocímetro y las líneas de tuberías de enfriamiento, parecen estar herméticas, el mejor método es un lavado de vapor seguido por una prueba en carretera. Debe ser muy fácil localizar el fluido fresco en la transmisión limpia, si la fuga es apreciable.

No es raro encontrar evidencia de fugas en la conexión del motor y la transmisión: por lo general provienen de los sellos de la cubierta del cuerpo de la bomba, o del sello del cubo del convertidor par.

Algunas marcas y modelos tienen una placa grande de inspección que facilita localizar el lugar exacto de la fuga. Pero se deberá quitar la transmisión de todas maneras para reparar las fugas en esa zona, así como las posibles fugas en el convertidor mismo.

Si una transmisión con modulador de vacío gasta mucho fluido hidráulico pero no hay evidencia de fugas, ver si el diafragma del modulador está roto. No es necesario que la rotura sea muy grande para permitir que el vacío del motor succione fluido hacia los cilindros del motor.

### **7.2.2. Ruidos**

Uno de los mayores problemas es el ruido provocado dentro o fuera de la transmisión por algún mecanismo mal ubicado o mal calibrado, o por falta de mantenimiento propio del vehículo algunas de las causas probables son:

- Mal ajustada o gastada la banda de baja y reversa.
- Esta demasiado apretado el ajuste de la banda de cambios descendentes de refuerzo.
- Están dañados los bujes del o los semiejes.
- Están rotos o gastados los trenes de engranajes planetarios.
- Mal funcionamiento del cuerpo de válvulas.
- Está dañada la bomba de aceite.
- Aire en el líquido de la transmisión.
- Está bajo el nivel de fluido hidráulico.
- Está dañado el cojinete o buje del eje de salida.

Entre éstos y otros más mecanismos, pueden provocar el ruido, es necesario adquirir un estetoscopio para garantizar que lo sugerido que se cree que sea el problema sea cierto, es bueno comparar con el manual de reparación propio del vehículo

### **7.2.3. Conexiones defectuosas**

Este aspecto de las conexiones defectuosas puede estar algo influido de cómo se presenta los síntomas. Por ejemplo, si el vehículo falla cuando está en velocidad pero en marcha mínima, ver si el accionamiento del cable del acelerador se pega o se trava; o si la marcha mínima parece alta y dispareja,

vea si tiene fuga alguna manguera de vacío. Si no se lleva a cabo el aseguramiento del embrague del convertidor, revisar los conectores eléctricos. En otras palabras, es correcto seguir la primera impresión de la posible falla según su instinto de uno, pero no hay que detenerse allí si no se ha averiguado nada. Comenzar con una revisión metódica, llevar a cabo todas las verificaciones sencillas que se puedan hacer visualmente, sin instrumentos de taller. No es raro encontrar resortes de retroceso rotos o desconectados, mangueras de vacío tapadas o endurecidas o rotas, y mangueras que se han conectado en un lugar incorrecto.

También es bueno revisar si el funcionamiento del acelerador es completo y libre desde velocidad mínima hasta acelerador a fondo, y ver que se active el mecanismo de cambios hacia debajo de la transmisión que lo tienen. Algunos sistemas de cambios hacia abajo en la transmisión emplean un solenoide accionado por un interruptor.

Se debe revisar los soportes tanto del motor como de la transmisión, al igual que las uniones universales del eje cardan de impulsión, especialmente si hay síntomas de vibración.

#### **7.2.4. Códigos de computadora**

##### Código de autodiagnóstico

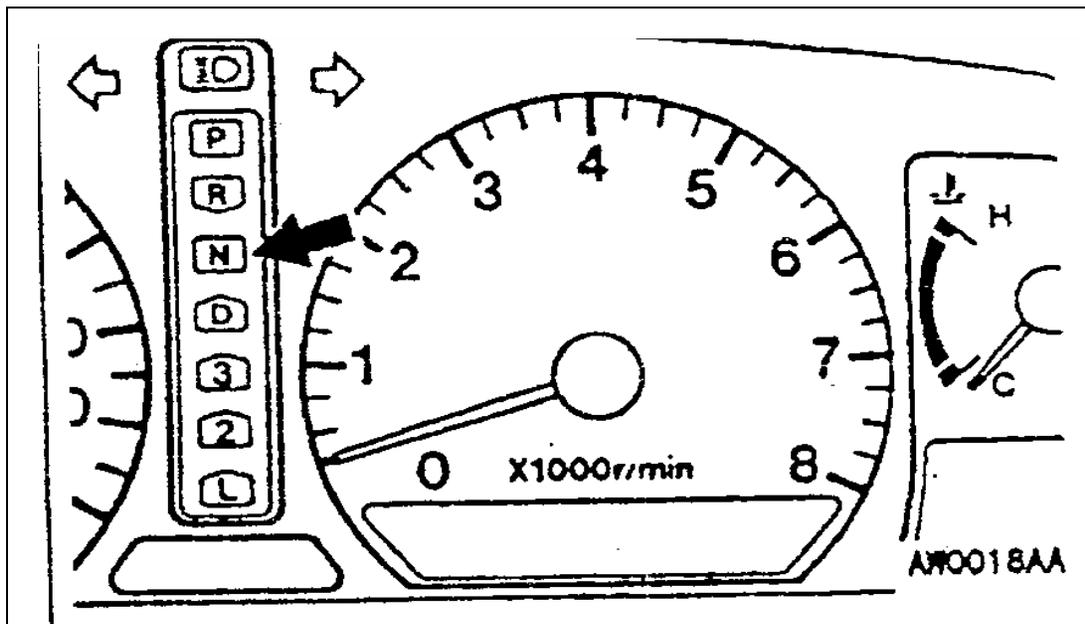
La luz de posición de velocidad N (neutro, o luz de rango) parpadea a una frecuencia de aproximadamente 1 HZ (una vez por segundo) en caso de haber una anomalía en cualquiera de los elementos o componentes eléctricos de la caja de automática. Verificar los códigos de diagnóstico si parpadea la luz de rango N en la frecuencia antes descrita.

### Elementos que hacen parpadear la luz de rango “N”

- Sensor de velocidad del eje de entrada
- Sensor de velocidad del eje de salida
- Cada válvula solenoide
- Relación incorrecta de engranajes (cambios o velocidades)
- Sistema de relé de control de la transmisión automática

Si la luz de aviso N parpadea a razón de 2 HZ (2 parpadeos por segundos), significa que la temperatura del fluido de transmisión automática es demasiado alta. Detener el vehículo en algún lugar seguro y esperar hasta que la luz de rango N se apague.

Figura 118. Luz de parpadeo de código de falla, señalada por una flecha



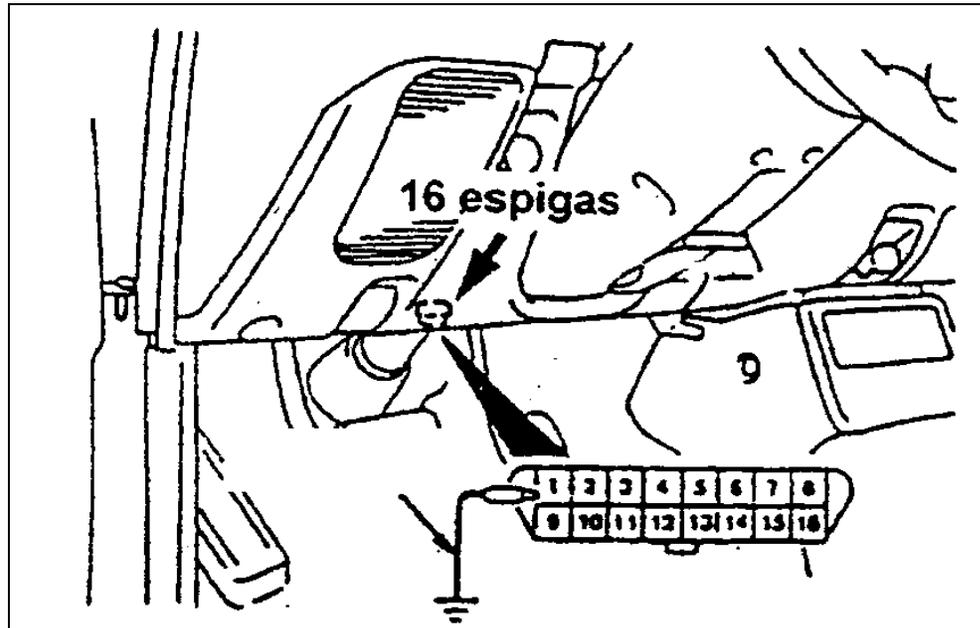
Fuente: Manual reparación de cajas automáticas, mitsubishi, p 27.

#### Como leer y borrar los códigos de diagnóstico

Cuando se utilice la luz de rango N se necesita una herramienta especial, que es un cable para revisión de códigos de diagnóstico de fallas.

- Utilizar la herramienta especial (Terminal de revisión de códigos de diagnóstico de fallas) conectar un cable de corriente negativa a la Terminal del conector de datos.

Figura 119. **Indicación de conector de falla de 16 espigas lugar posible donde se puede localizar**

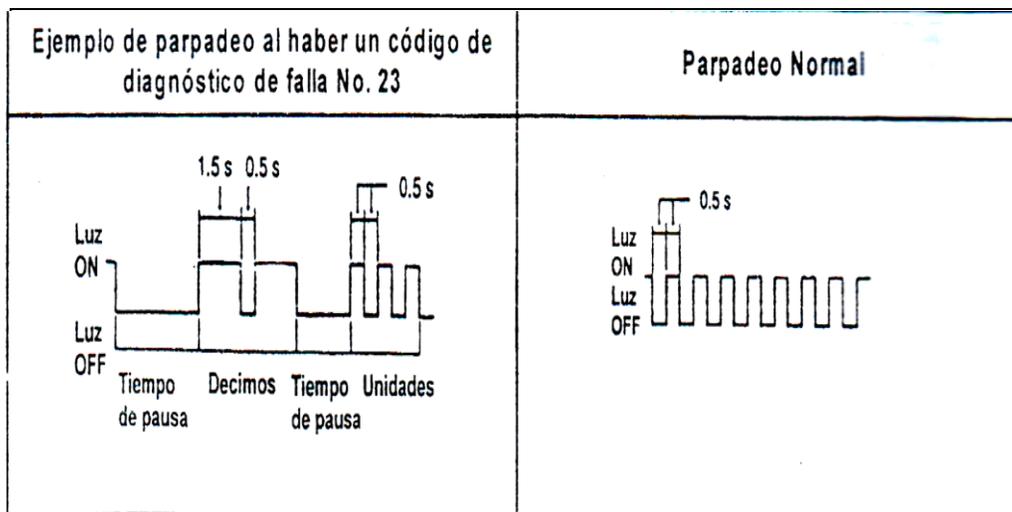


Fuente: Manual reparación de cajas automáticas, Mitsubishi. p 27.

- Leer los códigos de diagnóstico, leyendo la cantidad de parpadeos de la luz de rango N.
- Comparar la tabla de código de diagnóstico de fallas propio de ese vehículo, proporcionados por el fabricante.
- Borrar los códigos de diagnóstico mediante el siguiente procedimiento.
  - Ponga el interruptor de encendido en *off*
  - Desconectar el cable negativo de la batería durante 10 segundos o más, luego volver a conectar el cable.

- Ponga el interruptor de encendido en posición "ON". Lea en el tablero de código de diagnóstico de fallas y verifique que se muestren códigos de falla.
- Poner en servicio el motor y dejarlo funcionar hasta que el motor alcance su temperatura de funcionamiento. Manténgalo en con una velocidades de ralentí durante 10 minutos o más. El módulo de control del motor debe juntar suficiente memoria para parar suavemente y trabajar bien.

Figura 120. **Comprender los parpadeos de la luz de rango "N"**



Fuente: Reparación de cajas automáticas Mitsubishi. p 28.

## **8. IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO**

### **8.1. Prácticas de laboratorio No. 1**

Los libros no sustituyen toda la experiencia, y por ello, aun el mejor de los manuales técnicos sólo complementa los esfuerzos de un técnico automotriz bien capacitado y experimentado. Pero los mecánicos con éxito reconocen claramente el valor de los buenos materiales de referencia técnica, los seleccionan con el mismo cuidado y los evalúan al mismo grado que lo hacen con sus herramientas y equipo personal.

Formas de información técnica: los manuales de tecnología automotriz quedan dentro de una de las categorías generales siguientes:

- Manuales técnicos publicados por el fabricante
- Manuales técnicos publicados en forma independiente
- Libros de instrucciones

Los manuales técnicos de los fabricantes son la fuente primaria de la información mas completa, porque los documentos de fabricación (dibujos, planos, análisis, y datos de prueba) y el producto mismo se crean allí. Y desde luego, el fabricante tiene el interés en publicar esa información y ponerla a disposición de sus distribuidores para asegurar un buen servicio de mantenimiento y reparación para sus productos.

Figura 121. Pruebas y diagnóstico

Guía de registro para servicio a transmisiones o transeje automáticas.

MARCA/MODELO \_\_\_\_\_ PLACA \_\_\_\_\_ KILOMETRAJE \_\_\_\_\_

ESTUDIANTE/TÉCNICO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

COMPARTIMIENTO DEL MOTOR (MOTOR TRABAJANDO)

Nivel de fluido: no registra  bajo  aceptable  lleno

Demasiado lleno

Estado del fluido: (limpio, sucio, contaminado, quemado). \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Estado de la manguera de vacío: (dura, floja en las conexiones, rota, o con fuga).

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Compartimiento del motor (motor parado)

Accionamientos mecánicos: (cables, varillas, resortes, y palancas; sujetadores y arandelas; libertad general de movimiento). \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Cableado y conexiones eléctricas: (conductores rotos, quemados, quebrados. Aislamiento de conectores, terminales flojas). \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Continuación de la figura 121

Parte inferior del vehículo
Fugas de fluido: (zona del: convertidor par, del depósito o de otras cubiertas, salidas, ejes o semiejes, subensambles externos como: enfriador y sus tubos, acumuladores, gobernador, impulsión del velocímetro, etc.)
Dispositivos y conexiones de vacío: (Modulador, manguera)
Eslabonamientos mecánicos: (Igual que arriba)
Tren de impulsión: (motor, transmisión, montajes de los ejes, uniones universal

Fuente: elaboración propia.

### 8.1.1. Mediciones de caudal

Antes de empezar el diagnóstico del sistema hidráulico de la transmisión hay que verificar lo siguiente:

- Comprobar el nivel del aceite de la transmisión.
- Confirmar que el tipo y especificaciones del aceite estén correctos.

- Comprobar las revoluciones por minuto máxima y mínima sin carga del motor.
- Verificar si existen códigos de fallas almacenados en la computadora.
- Calentar el aceite a 80 grados centígrados (176 grados Fahrenheit).

Herramientas necesarias para la prueba.

- Un manómetro para alta presión con lectura de 0 a 300 libras/pulgada cuadrada.
- Herramientas (manerales, copas, llaves mixtas, ajustables) necesarias según la medida de la tuerca que se tenga.
- Dependiendo el modelo un vacuómetro, y trapos para limpieza o derrame del fluido hidráulico.

Figura 122. Prueba de presión hidráulica

Prueba de presión hidráulica				
Circuito de Cambio	Revoluciones por minuto especificadas	Vacío en el múltiple Admisión	Presión de aceleración	Presión línea
Estacionamiento	_____	_____	_____	_____
Neutral	_____	_____	_____	_____
Reversa	_____	_____	_____	_____
Cuarta	_____	_____	_____	_____
Tercera	_____	_____	_____	_____
Segunda	_____	_____	_____	_____
Primera	_____	_____	_____	_____
Circuito de Cambio	Presión de lubricación			
Estacionamiento	_____			
Neutral	_____			
Reversa	_____			
Cuarta	_____			
Tercera	_____			
Segunda	_____			
Primera	_____			

Fuente: elaboración propia.

### 8.1.2. Mediciones eléctricas, sensores, potenciómetro

- Prueba eléctrica

El diagnóstico de la transmisión automática electrónicamente controlada es simple cuando se usan los siguientes procedimientos. Una de las más importantes cosas a recordar es que hay que seguir un proceso definido. Seguir los procedimientos tal como están escritos según el manual del fabricante, para evitar que se omitan componentes o pasos críticos. Al seguir la secuencia del diagnóstico, el técnico será capaz de diagnosticar y reparar el problema la primera vez que se presente.

Herramientas necesarias para la prueba.

- Desarmadores de los tipos y formas que existen.
- Multímetro digital.
- Manual técnico de reparación de fallas.
- Cables de comprobación (para controlar las electroválvulas).
- Sistema de diagnóstico que incluye computadora, *software* de aplicación.

Si se va a usar herramienta de diagnóstico genérico, tener presente que los componentes propios de la caja automática, se pueden dañar o deteriorar al hacer una medida errónea.

Es bueno tener un manual técnico de reparación, por los cambios que se hacen cada año a cada vehículo moderno.

Figura 123. **Dispositivo de prueba de la caja automática en el taller**

DISPOSITIVO DE PRUEBA: COMPUTADORA  EQUIPO DE TALLER

LUZ DE PRUEBA / MULTÍMETRO

Componente	Voltaje	Resistencia	otros (continuidad)
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

DIAGNÓSTICO (Consideración de síntomas y causas o reparaciones sugeridas y la interpretación de datos de prueba conducen al siguiente diagnóstico y recomendación)

DIAGNÓSTICO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

RECOMENDACIÓN: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

### 8.1.3. Localización de sensores

La localización y ubicación de sensores, depende del modelo que se tenga. Los valores determinados de voltaje que aparecen en el manual de taller se relacionan con determinadas condiciones del sistema para detectar circuitos defectuosos.

Figura 124. Localización de sensores

Tipo de sensor	Ubicación	
	Sí existe	no existe
Sensor de temperatura del líquido de la transmisión (TFT)	_____	_____
Sensor de velocidad de freno antibloqueo (PSOM)	_____	_____
Sensor de velocidad de la flecha de turbina (TSS)	_____	_____
Sensor de velocidad de la flecha de salida (OSS)	_____	_____
Sensor digital de cambios de Velocidad de la transmisión	_____	_____
Sensor de velocidad del vehículo VSS.	_____	_____
Observaciones:	_____	

Fuente: elaboración propia.

Figura 125. **Describir su funcionamiento**

La función del sensor de temperatura de líquido hidráulico de la transmisión (TFT) es: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

La función del sensor de velocidad de freno antibloqueo (PSOM) es: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

La función del sensor de velocidad de la flecha de turbina (TSS) es: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

La función del sensor de velocidad de la flecha de salida (OSS) es: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

La función del sensor digital de cambios de velocidad de la transmisión es:

\_\_\_\_\_

La función del sensor de velocidad del vehículo VSS es: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

## **8.2. Práctica de laboratorio No.2**

Es una forma de implementar prácticas en una universidad o institución educativa en donde se desee implementar enseñanza de prácticas de

desarmado y armado de cajas automáticas utilizando principios redactados con principios de funcionamiento de teoría y práctica.

### **8.2.1. Hoja de prueba de presión para compararla con lo establecido, según el fabricante**

Prueba de presión de línea

Las pruebas especiales están diseñadas para ayudar al técnico en el diagnóstico de la parte hidráulica y mecánica del transeje automático.

La prueba de presión en línea permite verificar que el valor de la presión de línea se encuentra dentro de las especificaciones.

- Atención: llevar a cabo la prueba de presión de línea antes de efectuar la prueba de velocidad de paro. Si la presión de línea al freno está baja, no llevar a cabo la prueba de velocidad de paro, ya que podría ocurrir daño adicional en el transeje. No mantener la aceleración máxima en cualquier velocidad por más de cinco (5) segundos.
- Atención: el probador de presión de transmisión debe desmontarse del transeje y reinstalar el arnés del vehículo para verificar estas presiones.

Tabla VI. **Según especificaciones del fabricante del vehículo  
trasmisión automática**

Presión de línea	Marcha mínima		Al frenar	
	kPa	psi	kPa	psi
PARK, NEUTRAL	441-524	64-76	-	-
REVERSA	441-524	64-76	1786-2027	259-294
MARCHA (D)	310-365	45-63	1158-1269	168-184
SEGUNDA	310-365	45-63	1158-1269	168-184
PRIMERA	310-365	45-63	1158-1269	168-184

Fuente: Manual ford serie F150-250 modelo 1998. p 89.

- Conectar un manómetro en el puerto de presión de línea.
- Arrancar el motor y verificar las presiones de línea. Ver diagrama de presiones 8.2.1., para determinar si la presión de línea se encuentra dentro de la especificación. Consultar la tabla de presiones en línea para determinar si la presión se encuentra dentro de especificación.
- Si la presión en línea no se encuentra dentro de especificaciones, realizar el diagnóstico a bordo y las pruebas precisas.

## **8.2.2. Hacer un análisis rápido con posibles soluciones o fallas prematuras**

### Estrategia de diagnóstico

La corrección de un problema en un transeje automático controlado electrónicamente se simplifica usando el método probado de diagnóstico. Una de las más importantes cosas a recordar es que hay un proceso definido que seguir. Seguir los procedimientos como están escritos según el manual de reparación para evitar que se omitan componentes o pasos críticos. Para diagnosticar apropiadamente un problema, el técnico debe tener las siguientes publicaciones disponibles:

- Manual de diagnóstico de emisiones y control del tren motriz.
- Mensajes de fallas según la computadora.
- Boletines técnicos de servicio.
- Manual de corrección de problemas eléctricos y de vacío.

Estas publicaciones proporcionan la información requerida cuando se diagnostican los problemas del transeje automático.

- Inspección preliminar
  - Conocer y entender el problema del cliente
  - Verificar el problema operando el vehículo
  - Revisar el nivel y condición del fluido
  - Revisar si hay dispositivos agregados que no sean de fábrica
  - Revisar los varillajes de cambio, para verificar el ajuste apropiado

- Revisar los boletines de servicio y los mensajes de la computadora relacionados con el problema
- Diagnósticos
  - Realizar los procedimientos de diagnóstico a bordo:
  - Registrar todos los códigos de diagnóstico de falla (DTC).
  - Reparar primero todos los códigos no relacionados con el transeje.
  - Reparar en seguida los códigos del transeje.
  - Borrar todos los códigos continuos e intentar repetirlos.
  - Reparar todos los códigos continuos.
  - Si solamente hay códigos aprobados, proceder a las tablas de diagnóstico por síntomas para información y diagnóstico adicionales.

Al seguir la secuencia de diagnóstico el técnico de servicio será capaz de diagnosticar y reparar el problema desde la primera vez.

- Preparativos
  - Conocer y entender el problema del cliente.
  - Verificar el problema operando el vehículo.
  - Revisar el nivel y condición del líquido.
  - Revisar en busca de artículos no instalados en fábrica y verificar su instalación adecuada.
  - Comprobar el ajuste del varillaje de cambios en sobremarcha.
  - Anotar todos los códigos.

- Procedimientos de códigos de falla
  - Reparar todos los códigos DTC permanentes.
  - Seguir todas las pruebas precisas primero en el Manual de diagnóstico de emisiones y control del tren motriz, luego, en el manual de referencia del transeje y/o Manual del taller. Si están presentes los códigos de memoria de prueba continuos:
  - Borrar los códigos y realizar la prueba de ciclo de conducción.
  - Si vuelven a aparecer los códigos de memoria de prueba continuos:
  - Reparar los códigos de memoria de prueba continuos.
  - Seguir las pruebas precisas primero en el Manual luego, en el Manual de referencia del transeje y/o Manual del taller.

Si se repara el problema, efectuar los procedimientos finales.

Si no aparecen más códigos y el problema aún no está reparado, realizar el procedimiento de códigos aprobados.

- Procedimientos de códigos aprobados
  - Ir a la sección de diagnóstico por síntomas del Manual de referencia del transeje y/o Manual del taller. Si no hay rutinas eléctricas a realizar.

- Utilizar la rutina hidráulica y/o mecánica para diagnosticar y reparar el problema.
- De no ser así, instalar el probador de la transmisión y realizar las pruebas estática y de conducción con el probador de la transmisión.

Si el problema no pudo corregirse con el probador:

- Utilizar la rutina hidráulica y/o mecánica

Si el problema del transeje se corrige con el probador instalado:

- Ir a la sección de diagnóstico de falla intermitente del manual y usar el monitor o programa de *software* para diagnosticar la causa del problema en el procesador, arnés del vehículo o entradas exteriores (sensores y/o interruptores).

Si el problema no se repara, obtener asistencia por medio de la línea de emergencia técnica.

Si se repara el problema, realizar los procedimientos finales.

- Procedimientos finales

- Efectuar la prueba rápida final para verificar que no hay códigos DTC presentes.
- Borrar los códigos de memoria.

- Devolver el vehículo al cliente.

### 8.3. Práctica de laboratorio No.3

Es una práctica de laboratorio donde se enseña el desarmado y armado de cajas automáticas identificando cada una de sus partes utilizando principios redactados con principios de funcionamiento de teoría y práctica.

Figura 126. **Hoja técnica desarmada de la transmisión**

Marca/modelo del vehículo _____ Placa _____ kilometraje _____
Transmisión o transeje: Modelo _____ No. o código de ensamble _____
Estudiante o técnico _____ fecha _____
Revisar las secciones o manual específico para este modelo.
Herramientas especiales necesarias: _____
Desmonte la transmisión o transeje (consultar el manual específico del modelo)
Desarmado de la transmisión seguir la secuencia de desarmado del manual)
Placa flexible: (medir cabeceo, desmontar y revisar) su funcionamiento es: _____
Convertidor par: (desmontar, revisar y probar) _____
Juego axial del eje de turbina (de entrada): (si es necesario) _____

Continuación de la figura 126.

Cuerpo de válvulas y placa canal: (quítela y déjela a un lado para el posterior desarmado. Tener cuidado con las bolas de retención sueltas en algunos modelos) \_\_\_\_\_

Acumuladores, modulador y servos: (desmante con aire comprimido de baja presión si es necesario; anote o mida la longitud de las varillas del pistón del servo y/o de los pernos de aplicación de banda): \_\_\_\_\_

Engrane conductor del velocímetro: (quítelo y revíselo) \_\_\_\_\_

Caja de extensión: (quítela después de haber quitado el engranaje del velocímetro) \_\_\_\_\_

Conjunto del gobernador: (desmóntela de acuerdo con la sección aplicable al manual técnico propio de esa caja automática) \_\_\_\_\_

Eje de salida: (se quitan algunos desde el frente de la transmisión; en los transejes con impulsión final) \_\_\_\_\_

Bomba: (desmóntela y déjela a un lado para desarmarla después) \_\_\_\_\_

Cadena motriz: (mida el desgaste de la cadena antes de quitarla) \_\_\_\_\_

Continuación de la figura 126.

Engranajes del eje de transferencia y de salida:(anotar el orden que se encontraron) \_\_\_\_\_

Diferencial: (anotar los ajustes del selectivo) \_\_\_\_\_

Conjuntos de banda de embrague y de planetario: (desmóntelas de acuerdo con las secciones aplicables del manual técnico; colóquelas en forma ordenada para su posterior desarmado) \_\_\_\_\_

Embrague

comentario

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Banda

Comentario

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Planetario

Comentario (incluyendo la impulsión final cuando sea el caso)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Continuación de la figura 126.

Desarmado de componentes

Caja: (quite los sellos; límpiela y revísela para ver si tiene roturas u otros daños, y si sus bujes están gastados) \_\_\_\_\_

---

Cuerpo de válvulas (desármelo de acuerdo con la sección pertinente del manual técnico; mantenga las válvulas de carrete, los resortes, las camisas y las partes relacionadas, agrupadas y en orden y secuencia para facilitar la revisión y el armado; límpielas y revíselas; quite las melladuras y compruebe el libre movimiento de las válvulas en su barreno o camisa correspondiente; verifique el funcionamiento eléctrico de todas las válvulas y solenoides y los interruptores.

Válvula

Comentario

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Continuación de la figura 126.

Desarmado de embragues, bandas y planetarios: (desármelo de acuerdo con la sección aplicable del manual técnico; límpielos y revíselos para ver el estado del recubrimiento de las bandas, desgaste de discos, engranajes, estrías y ejes; anote el estado de los sellos; revise el desgaste de los bujes, rodamientos y ejes).

Embrague

comentario

---

---

---

---

---

---

---

---

Banda

comentario

---

---

---

---

Planetario

comentario

---

---

---

---

---

---

Continuación de la figura 126.

Embragues unidireccionales: (revíselos para ver si tienen resortes o jaulas rotos; pistas, rodillos y puntales quebrados; verifique que ajusten correctamente la parte exterior de la pista y su caja).

Embrague unidireccional

comentario

---

---

---

---

---

---

Bomba (Revise el sello de la bomba, el buje, los álabes de impulsión y el desgaste del engranaje, rotor, válvula y cuerpo o corredera).

---

---

---

Gobernador: (Revíselo para ver se tiene resortes o bolas rotos o faltantes, si es libre el movimiento de los contrapesos y la válvula, y el desgaste del engranaje conductor).

---

Acumuladores y servos. (Límpielos y revíselos para ver si tienen pistones o cilindros dañados; anote el estado de los sellos de aceite, los resortes y los anillos y pernos de retención.)

---

---

---

---

---

---

---

---

Continuación de la figura 126.

Diagramas del modulador y de vacío: (revíselos de acuerdo con la sección aplicable del manual técnico de reparación).

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Fuente: elaboración propia.

### **8.3.1. Armado de la transmisión y escribir en formulario los daños encontrados**

Armado

Antes de empezar el ensamble, inspeccionar lo siguiente:

Al formar subensambles y ensamblar la transmisión, siempre use juntas y sellos nuevos. Todos los sujetadores deben estar apretados a la medida de torque específica. Además se pueden encontrar en la tabla de especificaciones generales.

Al formar subensambles, cada parte de componente se debe lubricar con líquido de transmisión limpio.

También es conveniente lubricar los subensambles cuando se vayan instalando en la caja. Los rodamientos de agujas, las roldanas de empuje y los sellos se deben cubrir ligeramente con vaselina durante el aumento de subensamble o el ensamble de la transmisión. Muchos componentes y las superficies en la transmisión están fabricados a precisión. El manejo cuidadoso durante el desensamble, limpieza, inspección y ensamble pueden evitar daños innecesarios a superficies maquinadas.

Revisar que se haya instalado la cantidad de discos y placas de embrague y que las empaquetaduras nuevas del cuerpo de válvulas coincidan con las anteriores (los juegos no siempre están correctos para determinados código de modelo de transmisión).

Agregar al menos un litro de aceite de fluido hidráulico de transmisión en el convertidor par antes de instalarlo; tener cuidado de asegurarse que los álabes de impulsión de la bomba acoplen con las ranuras del cubo del convertidor.

Figura 127. **Formulario de los daños encontrados hoja técnica de inspección de la caja**

Marca/modelo del vehículo _____ placa _____ kilometraje _____	
Transmisión o transeje: modelo _____ No. o código de ensamble _____	
Estudiante o técnico _____ fecha _____	
<b>Componente</b>	<b>daño encontrado</b>
1. Placa flexible	_____
	_____
2. Convertidor par	_____
	_____
3. Juego axial del eje de turbina _____	_____
	_____
4. Cuerpo de válvulas y placa canal _____	_____
	_____
5. Acumuladores, modulador y servos _____	_____
	_____
6. Conjunto del gobernador _____	_____
	_____
7. Bomba _____	_____
	_____

Continuación de la figura 127.

8. Cadena motriz _____ _____
9. Engranajes del eje de transferencia y de salida _____ _____
10. Diferencial _____ _____
11. Conjuntos de banda de embrague y de planetario _____ _____
12. Cuerpo de válvulas _____ _____
13. Desarmado de embragues _____ _____
14. Embragues unidireccionales _____ _____
15. Gobernador _____ _____
16. Otros _____ _____

Fuente: elaboración propia.

### **8.3.2. De los componentes de la caja automática dañados, qué daños podrían ocurrir si no se cambian por nuevos**

Ejemplo a seguir si un componente dañado no se cambio en la reparación general de la caja automática.

- Diagnóstico de presión de línea

Si la presión de línea es baja en marcha mínima en todos los rangos, compruebe los siguientes puntos:

- Nivel de líquido bajo.
- Filtro de entrada restringido.
- Afloje el cuerpo principal.
- Tornillos del cuerpo de solenoides o del cuerpo del acumulador a la caja no fueron apretados correctamente.
- Fuga excesiva en la bomba.
- Caja del cuerpo de válvulas torcida.
- Cuerpos de control de solenoide voltaje incorrecto.
- Válvula reguladora principal pegada o sello del tubo de entrada dañado en el filtro de entrada.

Conclusión: no todos los problemas y condiciones con componentes eléctricos establecerán un código de diagnóstico de falla (DTC). Tomar en cuenta que los componentes enumerados pueden ser la causa. Verificar la función correcta de estos componentes antes de proceder a la rutina hidráulica y/o mecánica indicada.

Empezar con la rutina eléctrica, si fue lo indicado. Seguir los enunciados de referencia o acción requerida. Siempre realizar las pruebas de diagnóstico a bordo según la necesidad. Nunca excluya los pasos. Reparar como se requiera. Si continúa el problema después del diagnóstico eléctrico, entonces proceder a la rutina hidráulica y/o mecánica indicada.



## CONCLUSIONES

1. El sistema de lubricación de una caja automática debe usar un tipo de lubricante que soporte altas temperaturas, originado por el calor que se da en el paquete de discos hidráulicos, por ser un tipo de embrague húmedo, dependiendo del par requerido, así será el calentamiento originado por la fricción de rotación. Su viscosidad debe cumplir con los requisitos de fabricación, para soportar la fuerza de impulsión dentro de la turbina para que el movimiento generado por la rotación del motor pueda ser transmitido en movimiento de los componentes de la caja automática.
2. El mejoramiento y perfeccionamiento de la caja automática que existe actualmente, hoy en día, se ha realizado con la unión de ingeniería mecánica e ingeniería electrónica, por los componentes electrónicos que contribuyen al funcionamiento de la caja automática. Los dispositivos electrónicos han hecho que la eficiencia de la caja automática sea cada vez mejor, comparado con los primeros modelos en 1930; su comodidad y confort, para el fácil manejo, es uno de los mayores retos que tienen los fabricantes actualmente. En el área de ingeniería mecánica existen los diseños de mejoramiento y perfeccionamiento de los tipos de fuerzas y esfuerzos que son sometidos los componentes, haciendo su vida útil más prolongada para su mayor durabilidad.

3. Los componentes o dispositivos electrónicos son uno de los mayores avances del siglo XX y del presente, su finalidad es medir, detectar y mandar una señal electrónica a un computador; ésta procesa, decide, y actúa después de seguir un programa lógico, basado en estas señales, determina qué componente electrónico activar, como una electroválvula; para el buen funcionamiento de la caja automática.
4. Toda caja del tipo automática o mecánica necesita un buen conocimiento de funcionamiento y operación, por ejemplo: para pasar de una velocidad 1ª a 4ª o de 3ª a 1ª velocidad, se debe saber cómo hacer los cambios correctos, para evitar forzar el motor, dañar los engranajes y demás componentes de la caja automática o mecánica.
5. Toda caja automática o mecánica en funcionamiento, manejo y operación, instalada en cualquier vehículo debe tener un buen mantenimiento para evitar fallas prematuras, y un alto costo de reparación, para así prolongar la vida útil del mismo. Algo que existe en Guatemala es una mala información de los nuevos modelos de carros con cajas automáticas de tecnología de punta, que muchas veces se desconoce, es por eso que muy pocos se atreven a adquirir un carro con caja automática, hasta las agencias de carros no cuentan con la información necesaria de repuestos, manuales, que si bien tienen, no es fácil adquirir esa información.

## RECOMENDACIONES

1. Para el buen funcionamiento de una caja automática electrónica, se debe respetar y llevar a cabalidad el mantenimiento a los kilómetros específicos o millas recomendadas por el fabricante, utilizar el lubricante especificado y realizar el servicio de mantenimiento por expertos que den garantía del buen servicio.
2. Hacer el ajuste y correcciones necesarias, para garantizar el buen funcionamiento y prolongar la vida útil de la caja automática, es de notar que si no se cumple con esto, una reparación general es muy costosa y no se encuentran repuestos fácilmente.
3. Para determinar si una caja necesita o no reparación, es necesario consultar con varios expertos, aceptar el diagnóstico de aquellos que tengan los manuales específicos de esa caja en particular, para hacer la mediciones necesarias, de presión hidráulica en todos sus puntos específicos, mediciones eléctricas de sensores electroválvulas etc. Además; contar con *software* y equipo de computación para hacer el diagnóstico electrónico correcto.
4. Es importante conocer el manejo correcto de una caja automática electrónica, ya que contiene variedad de formas de operación, tales como: modo deportivo, semiautomática, mecánica-automática, entre otros; cada una cuenta con sus recomendaciones para su operación y mantenimiento.

5. Si alguien no conoce sobre el funcionamiento correcto de un sensor, alambre, conector, espiga, entre otros; no debe tocar, ni conectar corriente negativa o positiva de la batería, ya que cada sensor o electroválvula opera con un voltaje menor o igual a 5 voltios; su manejo y operación es muy preciso y exacto, un golpe o fuerza indebida puede dañar el equipo y con esto crear un daño a la caja automática, y posteriormente a todo el vehículo, ya que todo el sistema está conectado en serie, lo cual requiere que un experto repare y el costo de reparación sea mayor.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cajas de cambio automática. [en línea] <<http://www.mecanicavirtual.org/-caja-cambios7.htm./>>.[Consulta: agosto de 2008.]
2. Cajas automáticas. [en línea] <<http://www.taringa.net/posts/info/1161451/-cajas-de-cambio-IV.html>>. />.[Consulta: agosto de 2008.]
3. Mitsubishi. Manual Cargadoras de ruedas serie 521d case: *Sistema hidráulico, transmisión*. Japón: Mitsubishi, 2006. 90 p.
4. Mitsubishi Motor Training co. Ltd. Folleto de entrenamiento de servicio: *Nueva generación de las transmisiones automática Mitsubishi R4A5*. Japón: Mitsubishi, 2006. 100 p.
5. Zf Friedrichshafen A.G. Manual de reparaciones de cajas automática: *Transmisiones automáticas*. Alemania: Zf Friedrichshafen A.G, 2006, tom. 1 y 2. 112 p.
6. Prentice Hall Mitchell. *Manual de reparación de transmisiones automáticas y transejes*. México: Prentice Hall Mitchell Internacional inc, 1992, tom 2. 289 p.
7. Case corporation. *Manual de reparación de tractores serie mx sección 8. Sistema hidráulico*. Estados Unidos: Case corporation, 1996. 85 p.

8. Mitchell on-demand. Computerized repair information system. *Modelos de carros de 1983 al 2003*. Estados Unidos: Mitchell on-demand database 1996. 1000 p.
9. Mitchell. Transmisiones Ford. *Modelos de carros de 1996 al 2002*. Estados Unidos: Mitchell, 1996. 500 p.
10. Transmisiones Automáticas. [en línea] <<http://www.salesianos.educ.>>- [Consulta: agosto de 2008.]





