



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y**

**MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO QUE SIMULE EL  
FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA HYDRA-  
MATIC TH-350 PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA  
ESPE”**

**AUTORES: FLORES TOAQUIZA, MICHELLE ANDREA**

**MENA PASTRANO, NANCY JAZMÍN**

**DIRECTOR: INGENIERO CARRERA, ROMEL DAVID**

**LATACUNGA**

**2020**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la presente monografía, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO QUE SIMULE EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA HYDRA-MATIC TH-350 PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA ESPE.”** fue realizado por las señoritas **FLORES TOAQUIZA MICHELLE ANDREA; MENA PASTRANO NANCY JAZMÍN** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido, por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos, y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, enero del 2020

Firma

---

ING. CARRERA TAPIA, ROMEL DAVID

CC.: 0503393258



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**  
**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, FLORES TOAQUIZA MICHELLE ANDREA Y MENA PASTRANO NANCY JAZMÍN declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO QUE SIMULE EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA HYDRA-MATIC TH-350 PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA ESPE.”** Es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, enero del 2020

Firma

---

FLORES TOAQUIZA MICHELLE  
ANDREA

**C.C.: 171844696-4**

---

MENA PASTRANO NANCY JAZMÍN

**C.C.: 175178622-7**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES**  
**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, FLORES TOAQUIZA MICHELLE ANDREA Y MENA PASTRANO NANCY JAZMÍN autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la monografía **“IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO QUE SIMULE EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA HYDRA-MATIC TH-350 PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA ESPE.”** en el repositorio institucional cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, enero del 2020

Firma

FLORES TOAQUIZA MICHELLE  
ANDREA

**C.C.: 171844696-4**

MENA PASTRANO NANCY JAZMÍN

**C.C.: 175178622-7**

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de grado es dedicado a las personas que me impulsaron a salir adelante, que me motivaron a no “tirar la toalla” y que siempre me apoyaron de forma incondicional que amo y me aman mucho a mis padres Ana y Manuel, a mis hermanos por brindarme su apoyo y paciencia, a mis tía Pocha por estar en este trayecto de mi vida y decirme que no me rinda que yo sí puedo, a mis tíos por su apoyo físico y mental por su apoyo emocional, primos entre otros familiares, a mis amigos y amigas que me apoyaron de una u otra manera compartiendo conmigo una etapa más entre risas y llantos gracias mijines.

**Michelle Flores**

Mi presente tesis está dedicada con todo mi amor y cariño a Dios que me dio la oportunidad de culminar mi carrera y me concedió una familia maravillosa.

Con mucho cariño a mi madre por su amor, sacrificio y trabajo por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. A mis hermanos por estar presentes, acompañándome y su apoyo moral brindado en esta etapa de mi vida. Los quiero con todo mi corazón y este trabajo es para ustedes.

A todas las personas que nos brindaron su apoyo y han hecho que el trabajo se desarrolle con éxito principalmente quienes nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos, estos acontecimientos son los que nos hace crecer y valorar a las personas que nos rodean.

**Nancy Mena**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecida con Dios por darme la oportunidad de culminar mi carrera, darme la fuerza para llegar a este punto de mi vida y bendecirme todos los días de mi vida, eternamente agradecida con mis padres por tener fe en mí, por ser mi motor de vida y alentarme a seguir adelante día a día gracias por soportarme y ayudarme darme todo lo que este a su alcance para yo poder superarme y ser una profesional, gracias por su amor. Agradezco a mis tíos por alentarme, tenerme paciencia y ayudarme con aportes de sus conocimientos y sus enseñanzas y a mis amistades que estuvieron ahí para mí cada vez que necesitaba que me supieron dar aliento para no desmayar. Agradecida con los docentes que supieron impartir sus conocimientos y experiencias dentro de la carrera para formar tecnólogos excelentes con gran ética y llenos de valores.

**Michelle Flores**

Primeramente, doy gracias a Dios por el amor recibido, su bendición y la paciencia de mi madre que ha sido y será mi principal promotora de mis sueños, gracias madre por confiar y creer en mí y en mis expectativas, es quien supo apoyarme y ser mi motivación para continuar cada día, con esta tesis. Gracias a mi universidad por permitirme formarme y convertirme en una profesional en lo que me apasiona, gracias a todas las personas que contribuyeron a este proyecto, fueron ustedes los partícipes de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Es un momento muy especial que espero perdure, no solo en la mente de las personas que agradecí, sino también a quien invirtió su tiempo para aportar con su opinión a este proyecto de tesis, tienen mi agradecimiento de todo corazón.

**Nancy Mena**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

### CARÁTULA

CERTIFICACIÓN .....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN.....	i
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación e importancia .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general .....	5

1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Alcance .....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Introducción.....	7
2.2. Seguridad y Conveniencia.....	9
2.3. Principio de funcionamiento.....	10
2.4. Tipos de transmisión automática .....	11
2.4.1. "Transmisión", Propulsión en el Eje Trasero (Rear Wheel Drive).....	12
2.4.2. "Transeje", Propulsión en el Eje Delantero (Front Wheel Drive) .....	13
2.5. Sistema de designación de los productos Hydra-Matic.....	13
2.6. Componentes de la transmisión (Figura 9, 10).....	15
2.6.1. Definiciones de los componentes típicos de una transmisión automática.....	15
2.7. Fluido de la transmisión .....	19
2.7.1. Enfriamiento del fluido de la transmisión .....	20
2.7.2. Verificación del nivel del fluido de la transmisión .....	21
2.8. Palanca selectora .....	22
2.9. Convertidor de par .....	26
2.10. Acoplamiento Hidráulico y Transferencia de Energía .....	27

2.11. Componentes de convertidor par.....	28
2.11.1. Bomba del Convertidor de Par .....	28
2.11.2. Turbina del Convertidor de Par .....	29
2.11.3. Conjunto Convertidor de Par.....	30
2.11.4. Embrague de Rodillos del Estator .....	31
2.11.5. Baja Velocidad- Estator Detenido- Multiplicación de Par .....	31
2.11.6. Alta Velocidad- Estator Gira Librement- No Hay Multiplicación de Par .....	33
2.11.7. Embrague del Convertidor de Par (Torque Converter Clutch TCC).....	34
2.11.8. Impulsión de la Bomba de Aceite .....	36
2.12. Engranajes planetarios.....	37
2.12.1. Engrane Solar .....	38
2.12.2. Piñones Planetarios.....	38
2.12.3. Corona .....	39
2.12.4. Conjunto de Engranajes Planetarios.....	39
2.12.5. Relación de Engranaje con Conjunto de Engranajes Planetarios.....	40
2.12.6. Par.....	40
2.12.7. Par vs. Velocidad.....	41
2.12.8. Reducción .....	41
2.12.9. Directa .....	42
2.12.10 Reversa.....	45
2.13. Dispositivos de parqueo .....	45
2.13.1. Aplicación de Seguridad del Trinquete de Park .....	45
2.13.2. Estacionándose en una Pendiente .....	46
2.14. Dispositivos de aplicación.....	47

2.14.1. Embrague de Discos .....	48
a.    Discos de Fricción .....	49
b.    Discos de Acero.....	49
c.    Pistón del Embrague.....	49
d.    Conjunto de Resortes de Retroceso.....	49
e.    Disco Ondulado.....	49
f.    Disco Belleville .....	50
g.    Disco de Soporte.....	50
h.    Arillo de Retención (de Presión).....	50
2.14.2. Aplicación del Embrague de Discos.....	50
a.    Embrague de Discos Impulsor.....	51
b.    Embrague de discos bloqueado .....	52
c.    Bandas de fricción .....	53
d.    Servos .....	54
e.    Embragues de un solo sentido .....	55
2.15. Sistema Hidráulico .....	56
2.15.1. Bomba de Aceite de la Transmisión.....	57
a.    Bomba de Desplazamiento Constante.....	57
b.    Bomba de Desplazamiento Variable .....	58
2.15.2. Cuerpo de Válvulas de Control .....	59
a.    Válvulas de Regulación de Presión: .....	60
b.    Válvulas de Control Direccional: .....	62
c.    Válvula Manual .....	62
d.    Válvulas de Cambios.....	64

e.	Resumen .....	65
f.	Válvula de Cambio del Embrague del Convertidor de Par (TCC).....	66
	2.15.3. Acumuladores.....	66
	2.15.4. Balines .....	68
	2.15.5. Control electrónico .....	69
a.	Módulo de control del tren de potencia (PCM).....	69
	2.16. Control Básico de la Secuencia de los Cambios .....	71
	2.16.1. Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS) .....	71
	2.16.2. Sensor de Posición del Acelerador (TPS) .....	72
	2.16.3. Cambios Ascendentes y Descendentes.....	73
a.	Cambios Ascendentes.....	74
b.	Solenoides de Cambios OFF .....	75
c.	Adaptabilidad a los Cambios.....	75
d.	Conector Eléctrico .....	76
	2.16.4. Lógica del Interruptor de Gama del Cambio de Velocidades .....	82
	2.16.5. Circuito Lógico del Interruptor de Posición de Válvula Manual de la Presión del Aceite del Cambio (TFP).....	83
	2.17. Lubricación.....	86
	2.17.1. Presión de la Tubería.....	86
	2.18. Velocidad de Cambio de Marchas.....	87
	2.19. Sistemas de las Válvulas .....	87

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1.	Reparación de la transmisión automática TH-350 .....	95
3.2.	Desarrollo de desmontaje y despiece. ....	95
3.3.	Proceso de Reparación y Armado .....	106
3.4.	Construcción de la Estructura del Banco de Simulación.....	115
3.5	Adaptación Caja de Cambios – Motor Eléctrico. ....	117
3.6	Adaptación Palanca de Cambios .....	119
3.7	Implementación Electrónica del Banco de Simulación.....	120
3.7.1	Conexión Variador De Frecuencia Con El Motor Eléctrico .....	120
3.7.2.	Programación microprocesador.....	121
3.7.3.	Programación del sensor de temperatura .....	124
3.7.4.	Programación de simulación para sensor de posición.....	124

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1.	Conclusiones.....	129
4.2.	Recomendaciones .....	129

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS .....**

131

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....**

133

### **ANEXOS .....**

135

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Ajuste y funcionamiento del interruptor de posición de la palanca de cambios. ....</i>	82
<b>Tabla 2</b> <i>Ajuste y funcionamiento del interruptor de posición de la válvula manual de TFP.....</i>	83
<b>Tabla 3</b> <i>Resistencia de los componentes. ....</i>	85
<b>Tabla 4</b> <i>Presión de alimentación (4L60 E) .....</i>	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista en corte de una transmisión automática. ....	7
<b>Figura 2.</b> Ventajas de la transmisión automática .....	9
<b>Figura 3.</b> Conveniencias de la transmisión automática.....	10
<b>Figura 4.</b> Diagrama de cambios. ....	11
<b>Figura 5.</b> Tipos de transmisión automática .....	12
<b>Figura 6.</b> Transmisión con propulsión RWD .....	12
<b>Figura 7.</b> Transeje con propulsión FWD.....	13
<b>Figura 8.</b> Designación en Hydra-Matic.....	15
<b>Figura 9.</b> Componentes de la transmisión automática. ....	18
<b>Figura 10.</b> Componentes internos de la transmisión automática.....	19
<b>Figura 11.</b> Dexron .....	20
<b>Figura 12.</b> Enfriador de fluido de la transmisión .....	21
<b>Figura 13.</b> Indicador del nivel del fluido.....	22
<b>Figura 14.</b> Selección "P" park. ....	23
<b>Figura 15.</b> Selección "R" reversa. ....	23
<b>Figura 16.</b> Selección "N" neutral .....	24
<b>Figura 17.</b> Selección "D".....	24
<b>Figura 18.</b> Selección Overdrive.....	25
<b>Figura 19.</b> Selección "2". ....	25
<b>Figura 20.</b> Selección "1" .....	26
<b>Figura 21.</b> Convertidor de par y volante del motor o plato flexible del motor. ....	27
<b>Figura 22.</b> Transferencia de energía.....	28
<b>Figura 23.</b> Bomba del convertidor de par.....	29
<b>Figura 24.</b> Dirección del flujo en una turbina del convertidor de par. ....	30
<b>Figura 25.</b> Despiece convertidor de par. ....	30
<b>Figura 26.</b> Embrague de rodillos del estator. ....	31
<b>Figura 27.</b> Multiplicación de par.....	32
<b>Figura 28.</b> Estator detenido .....	32

<b>Figura 29.</b> Desmultiplicación de par. ....	33
<b>Figura 30.</b> Estator en movimiento.....	33
<b>Figura 31.</b> Despiece de un convertidor de par.....	35
<b>Figura 32.</b> Diagrama de un convertidor de par .....	35
<b>Figura 33.</b> Impulsión de la Bomba de Aceite.....	36
<b>Figura 34.</b> Diagrama del funcionamiento de la bomba de aceite.....	37
<b>Figura 35.</b> Vista en corte de los engranes planetarios.....	37
<b>Figura 36.</b> Engrane solar. ....	38
<b>Figura 37.</b> Portaplanetarios. ....	38
<b>Figura 38.</b> Corona.....	39
<b>Figura 39.</b> Conjunto de engranes planetarios.....	40
<b>Figura 40.</b> Funcionamiento engranes planetarios.....	42
<b>Figura 41.</b> Relación de engranes planetarios.....	42
<b>Figura 42.</b> Relación de engranes planetarios en directa o tercera. ....	43
<b>Figura 43.</b> Tercera velocidad, relación de engranes 1;1.....	43
<b>Figura 44.</b> Multiplicación en relación de engranes planetarios.....	44
<b>Figura 45.</b> Relación de engranes planetarios de motor a la transmisión 1;1 ¼.....	44
<b>Figura 46.</b> Reversa en relación de engranes planetarios. ....	45
<b>Figura 47.</b> Relación de engranes planetarios en reversa. ....	45
<b>Figura 48.</b> Aplicación de trinquete de park. ....	46
<b>Figura 49.</b> Diagrama del freno de estacionamiento. ....	47
<b>Figura 50.</b> Dispositivos de aplicación en la transmisión automática. ....	48
<b>Figura 51.</b> Embragues de disco. ....	48
<b>Figura 52.</b> Conjunto sincronizador.....	50
<b>Figura 53.</b> Aplicación de embragues.....	52
<b>Figura 54.</b> Embrague de discos bloqueado. ....	53
<b>Figura 55.</b> Aplicación de banda de fricción. ....	54
<b>Figura 56.</b> Funcionamiento del servo.....	55
<b>Figura 57.</b> Tipos de embragues unidireccionales .....	56
<b>Figura 58.</b> Sistema hidráulico de la transmisión automática.....	56

<b>Figura 59.</b> Bomba de aceite.....	57
<b>Figura 60.</b> Bomba de desplazamiento constante.....	58
<b>Figura 61.</b> Bomba de desplazamiento variable.....	59
<b>Figura 62.</b> Cuerpo de válvulas de control.....	60
<b>Figura 63.</b> Ubicación del cuerpo de válvulas de control.....	60
<b>Figura 64.</b> Funcionamiento de la válvula reguladora de presión.....	60
<b>Figura 65.</b> Válvula de control direccional.....	62
<b>Figura 66.</b> Interruptor de posición de la palanca de cambios.....	65
<b>Figura 67.</b> Acumuladores.....	68
<b>Figura 68.</b> Balines.....	68
<b>Figura 69.</b> Presión para aplicación del embrague.....	69
<b>Figura 70.</b> Módulo de control del tren de potencia. (PCM).....	70
<b>Figura 71.</b> Sensor de Velocidad del Vehículo.....	72
<b>Figura 72.</b> Sensor de Posición del Acelerador (TP).....	73
<b>Figura 73.</b> Cambios ascendentes.....	74
<b>Figura 74.</b> Conector eléctrico.....	76
<b>Figura 75.</b> Componentes de la transmisión.....	77
<b>Figura 76.</b> Componentes del cuerpo de válvulas.....	79
<b>Figura 77.</b> Partes de la bomba de aceite.....	81
<b>Figura 78.</b> Bloque del cuerpo de válvulas y servo bore.....	82
<b>Figura 79.</b> Solenoide de control de presión.....	83
<b>Figura 80.</b> Cambio de solenoide (OFF).....	84
<b>Figura 81.</b> Solenoide de control.....	84
<b>Figura 82.</b> Lubricación.....	86
<b>Figura 83.</b> Velocidad de cambio.....	87
<b>Figura 84.</b> Caja de transmisión.....	95
<b>Figura 85.</b> Montaje de la caja.....	95
<b>Figura 86.</b> Drenaje del fluido.....	96
<b>Figura 87.</b> Retiro de cárter.....	96
<b>Figura 88.</b> Filtro de aceite.....	97

<b>Figura 89.</b> Placa del cuerpo de válvulas.....	97
<b>Figura 90.</b> Muelle del acumulador.....	98
<b>Figura 91.</b> Sensor de velocidad.....	98
<b>Figura 92.</b> Seguro del sensor.....	99
<b>Figura 93.</b> Servo 2-4.....	99
<b>Figura 94.</b> Desmontaje de 2-4.....	100
<b>Figura 95.</b> Palanca selectora.....	100
<b>Figura 96.</b> Bomba de aceite.....	101
<b>Figura 97.</b> Despiece de la bomba de aceite.....	101
<b>Figura 98.</b> Tambor de mando.....	102
<b>Figura 99.</b> Desmontaje del conjunto de resorte.....	102
<b>Figura 100.</b> Banda 2-4.....	103
<b>Figura 101.</b> Eje de salida.....	103
<b>Figura 102.</b> Conjunto planetario(primero).....	103
<b>Figura 103.</b> Corona dentada.....	104
<b>Figura 104.</b> Conjunto de baja y reversa.....	104
<b>Figura 105.</b> Limpieza del pistón.....	105
<b>Figura 106.</b> Gobernador.....	105
<b>Figura 107.</b> Conjunto de reversa.....	105
<b>Figura 108.</b> Tambor de reversa.....	106
<b>Figura 109.</b> Carcasa de la caja automática.....	106
<b>Figura 110.</b> Conjunto de reversa y baja.....	107
<b>Figura 111.</b> Tambor de baja.....	107
<b>Figura 112.</b> Pistón.....	108
<b>Figura 113.</b> Conjunto de embragues.....	108
<b>Figura 114.</b> Marcha directa.....	108
<b>Figura 115.</b> Conjunto de planetarios.....	109
<b>Figura 116.</b> Primer conjunto planetarios.....	109
<b>Figura 117.</b> Tambor delantero.....	109
<b>Figura 118.</b> Banda y perno de enclavamiento.....	110

<b>Figura 119.</b> Lubricación de los componentes. ....	110
<b>Figura 120.</b> Bomba de aceite.....	110
<b>Figura 121.</b> Estator.....	111
<b>Figura 122.</b> Junta de la caja.....	111
<b>Figura 123.</b> Cuerpo de válvulas. ....	112
<b>Figura 124.</b> Válvulas en el cuerpo de válvulas. ....	112
<b>Figura 125.</b> Lubricación del cuerpo de válvulas. ....	113
<b>Figura 126.</b> Bloque del cuerpo de válvulas.....	113
<b>Figura 127.</b> Válvula de mando- palanca selectora. ....	113
<b>Figura 128.</b> Rombo de presión.....	114
<b>Figura 129.</b> Válvula de sobre marcha. ....	114
<b>Figura 130.</b> Cable de sobre marcha.....	114
<b>Figura 131.</b> Filtro del cárter. ....	115
<b>Figura 132.</b> Caja automática. ....	115
<b>Figura 133.</b> Plano en SolidWorks acotado.....	116
<b>Figura 134.</b> Construcción de la estructura del banco de simulación.....	117
<b>Figura 135.</b> Platina puesta sobre el convertidor de par.....	118
<b>Figura 136.</b> Poleas y banda caja de cambios- motor eléctrico.....	118
<b>Figura 137.</b> Adaptación palanca de cambios.....	119
<b>Figura 138.</b> Palanca selectora en fines de carrera. ....	119
<b>Figura 139.</b> Voltaje en variador de frecuencia.....	120
<b>Figura 140.</b> Programación del variador de frecuencia.....	120
<b>Figura 141.</b> Prueba de la programación del variador de frecuencia.....	121
<b>Figura 142.</b> Programación microprocesador.....	122
<b>Figura 143.</b> Condiciones para microprocesador.....	123
<b>Figura 144.</b> Conexiones en el microprocesador.....	123
<b>Figura 145.</b> Programación sensor de temperatura.....	124
<b>Figura 146.</b> Programación fines de carrera. ....	125
<b>Figura 147.</b> Conexión fines de carrera. ....	125
<b>Figura 148.</b> Programación pantalla LCD. ....	126

<b>Figura 149.</b> Programación del simulador del acelerador. ....	126
<b>Figura 150.</b> Programación del encoder. ....	127
<b>Figura 151.</b> Montaje de la parte electrónica.....	128

## **RESUMEN**

El presente proyecto trata sobre la implementación de un banco de simulaciones, que está destinado a desarrollar conocimientos y destrezas en el área de las transmisiones automáticas, con la finalidad de obtener técnicos especializados. Por esta razón, la metodología investigativa inicia con la recopilación de información y adquisición de componentes tanto mecánicos como electrónicos, cuyos componentes principales son el motor eléctrico, la transmisión automática Hydra- Matic TH-350/200 y elementos electrónicos para el simulador. Finalmente, para alcanzar los objetivos principales se desarrollará el proyecto en dos etapas en la primera se adapta un motor eléctrico al eje de entrada de la transmisión para que le proporcione movimiento giratorio al convertidor de par y a la bomba de presión con el fin de proveer presión hidráulica al sistema, esto como parte mecánica y la segunda etapa la gestión electrónica, que será la encargada de controlar y reflejar datos como revoluciones de entrada y de salida tanto del motor así como de la transmisión automática, cambio de velocidad de la misma, de igual manera se simulará la escala de posición. Todo esto se mostrará en un display LCD, con la ayuda de un microprocesador y un variador de frecuencia. Así como también se medirá la temperatura de funcionamiento del fluido de la transmisión automática.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA**
- **MOTORES ELÉCTRICOS**
- **MICROPROCESADORES**

## **ABSTRACT**

The present project is the implementation of a simulation bank, it is destined to develop knowledge and skills in the area of automatic transmissions, with the purpose of obtaining specialized technicians with wide knowledge in this subject. For this reason, the research methodology was to gather information and acquire both mechanical and electronic components, whose main components are the electric motor, the Hydra-Matic TH-350/200 automatic transmission and electronic elements for the simulator. Finally, to achieve the main objectives, the project was developed in two stages. In the first stage, the transmission was coupled to the electric motor, so that it could provide the torque for the torque and movement converter for the hydraulic pump of the transmission, so that it could provide the hydraulic pressure to the system, as a mechanical part, and in the second stage, the electronic management was developed. All this is shown on a touch win display, with the help of a LCD and a frequency converter. In the same way the temperature with which the transmission works is measured with the contribution of a microprocessor.

### **KEYWORDS:**

- **AUTOMATIC TRANSMISSION**
- **ELECTRICAL MOTORS**
- **MICROPROCESSORS**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Antecedentes

El principio de funcionamiento de un vehículo propulsado por un motor de combustión interna se basa en la transformación de energía química generada por la quema del combustible en energía mecánica misma que es aprovechada para generar el movimiento de las ruedas con la ayuda del torque que se obtiene del sistema de transmisión.

La transmisión automática tiene como principio brindar comodidad al conductor en vista de que la transmisión manual requiere mayor esfuerzo por el conductor al momento de manejar. Generalmente se piensa que es más fácil y efectivo manejar una transmisión manual pero no es así la transmisión automática es mucho mejor al momento de manejar.

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L se desarrolló la investigación titulada “Diseño y Construcción de un Banco Didáctico con Sistemas Mecánicos, Hidráulicos y Electrónicos de una Transmisión Automática Toyota”, como tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero automotriz, por los siguientes autores, Heredia R. & Peña A. En este banco de transmisión para la parte eléctrica se usa microcontroladores pic, los cuales poseen internamente una arquitectura computarizada siendo este el “corazón” del circuito encargado de interpretar y visualizar señales obtenidas por la transmisión, con la ayuda de la palanca selectora permitió utilizar la transmisión en diversas situaciones de conducción, esto dio a la caja de cambios una mayor prestación sin causa de daños. En cualquier posición que se encuentre la palanca se pudo observar la variación de presión conforme las revoluciones del motor varían.

En la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca se desarrolló la investigación titulada “Elaboración de un banco didáctico de una caja de cambios automática marca Chevrolet 4L60-E, con simulación del funcionamiento y visualización”, por los siguientes autores: Álvarez C. & Valdivieso N. En este proyecto se realiza un banco en el cual se verifica el funcionamiento de esta transmisión automática con la ayuda de un programa haciendo simulaciones a través del software Labview con indicadores de temperatura este programa funciona a través de la posición de la palanca, adaptaciones de sensores, rpm de entrada y salida de la caja bajo parámetros establecidos en manual de GM, en este banco se pueden hacer pruebas las cuales son limitación de cambios poniendo la palanca de tres posiciones distintas, otra prueba que se puede realizar en este banco es el ahogo del convertidor con el fin de que los elementos de la transmisión no presenten resbalamiento y que el convertidor se encuentra en buenas condiciones.

En la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo se desarrolló la investigación titulada, “Implementación de un banco didáctico de transmisión automática de Suzuki Forza modelo 1 y 2” como tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero mecánico, por los siguientes autores Cherres F. & Bermeo L en el año 2014. En este banco se puede observar el funcionamiento que desarrolla la transmisión automática con el uso de un motor de combustión interna, el mismo que tiene como propósito realizar simulaciones de mandos como switch del sistema, posición de palanca de cambios, tacómetro, switch de encendido, manómetro, palanca de acelerador, y una pantalla de visualización en la que se puede observar la velocidad de salida de la transmisión, las rpm determinando así a velocidad se realiza el cambio de marcha, y en el mismo tablero posee led's que indican la activación de freno directo en la transmisión al igual que del el embrague.

Como se referencia en estos proyectos de tesis, la utilidad y aplicabilidad, han constituido a estos documentos, como antecedentes que han sido el referente para la selección del tema de investigación que se va a realizar, con la debida actualización de conocimientos.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Como estudiantes no se debe solo centrar en adquirir conocimientos o desarrollar habilidades dentro del campo que se estudia. Se debe tomar en cuenta el aporte que se puede realizar con la sociedad, con el ambiente y con todo lo que este en nuestro entorno.

Dentro del campo automotriz es muy importante el impacto ambiental, ya que, al poseer un motor de combustión interna, la emisión de gases nocivos es un problema constante para el ambiente. Dicho esto, en el caso de la transmisión automática se debe adicionar un 10% más de potencia del motor a diferencia de una transmisión manual haciendo que el consumo y la contaminación por emisión de gases sean de mayor magnitud para el ambiente.

Debido a la deficiencia de conocimientos de los técnicos con respecto a las transmisiones automáticas se puede apreciar la baja disponibilidad de talleres especializados en el mantenimiento y solución de problemas de este tipo de transmisiones.

La falta de conocimiento de las personas para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos en las transmisiones automáticas ocasiona la mala realización de dichos procesos disminuyendo de esta manera la vida útil de los componentes y por ende elevando los índices de contaminación producidos.

Es necesario crear métodos para que las personas que se desenvuelven en el ámbito de las transmisiones automáticas, tanto internos como externos, puedan generar un correcto proceso de

aprendizaje, a través del estudio e investigación, los cuales son muy importantes, obteniendo de esta manera un nivel de conocimientos óptimos de los mismos.

### **1.3. Justificación e importancia**

La importancia de realizar este proyecto, es ser un referente para los estudiantes de transmisiones, haciéndoles conocer aspectos importantes como: funcionamiento de la transmisión automática, componentes que posee, mayor precisión en diagnóstico al momento de realizar una reparación y un mantenimiento adecuado.

Los conocimientos que se pueden obtener de este proyecto, pueden ayudar a que las deficiencias presentadas por personal que se encuentren dentro de esta área del ámbito automotriz, sean corregidas, dando un aporte a la sociedad ayudando al ambiente y como profesionales, realizando reparaciones y mantenimiento óptimos en una transmisión automática.

De tal forma que al realizar un estudio minucioso en transmisiones automáticas ayudaría a que el personal técnico esté preparado para dar soluciones precisas y así la contaminación ambiental sea en menor dimensión a lo actual.

Los beneficiarios de este proyecto son promociones futuras de la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz y personas que estén involucradas dentro del área de las transmisiones automáticas en vista de que no existen mucha información bibliográfica y práctica respecto al tema.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Implementar un banco de la transmisión automática Hydra-Matic TH-350, a través de la simulación de su funcionamiento, para la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la ESPE.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Recopilar información sobre transmisiones automáticas mediante la utilización de investigación bibliográfica para entender el funcionamiento de las mismas.
2. Establecer los procedimientos e instrucciones para una correcta reparación de la transmisión automática.
3. Construir la estructura que va a soportar al conjunto de la transmisión automática TH-350 y los elementos que se van a manipular, para efectuar la simulación de su funcionamiento que desarrolla cada elemento implementado.
4. Elaborar material multimedia (video tutorial) para la explicación del proyecto, haciendo uso de proyectos ya realizados, para indicar funcionamiento, sistemas y procedimientos de manejo.

## **1.5. Alcance**

El presente proyecto tiene como finalidad la construcción de un banco de simulación de la transmisión automática Hydra-Matic TH-350 en la cual primero, diagnostico de componentes en el cual se va a realizar su reparación en vista de que es una caja que presenta fallas. Mencionada transmisión posteriormente será utilizada para la construcción del banco de simulación el cual contará con una parte estructural de barras de acero laminado, platinas de acero, ángulos de acero,

pernos, rodajas, y ruedas para la movilización, en la parte mecánica se tendrá la caja de transmisión automática y una palanca selectora de marchas, en la parte eléctrica se implementarán un variador de frecuencia para el control de velocidad, un motor eléctrico, sistemas de alimentación eléctrica de 220, microprocesador, pantalla Display LCD, encoder y fines de carrera para determinar la posición.

Mediante la implementación del banco se podrá entender de mejor manera el funcionamiento, las posibles averías, causas y solución que se puede dar en una transmisión automática, todo esto mediante la realización de prácticas que permitirán obtener mayor conocimiento.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Introducción

La transmisión automática es el componente mecánico más complejo del automóvil. Con el desarrollo de los controles electrónicos para las transmisiones automáticas de General Motors, la transmisión automática se ha convertido en parte integral del sistema eléctrico del vehículo. Este CBT, como se muestra en la figura 1, proporciona una descripción básica de los principios de funcionamiento de los componentes de las transmisiones automáticas Hydra-Matic.



*Figura 1.* Vista en corte de una transmisión automática.  
Fuente: (Torres, 2017).

- **¿Por qué necesitamos una transmisión automática?**

El propósito de una transmisión automática es proporcionar diferentes rangos de velocidades que van de neutral, reversa y marcha hacia adelante. Una de las funciones de la transmisión es incrementar par o fuerza torsional entre el motor y las ruedas propulsoras, el cual es necesario para mayor tracción o rendimiento del vehículo (Rangel, 2011).

Básicamente la transmisión de un vehículo es una máquina que habilita al motor para mover cargas pesadas, mover el vehículo en reversa u obtener altas velocidades. como se muestra en la

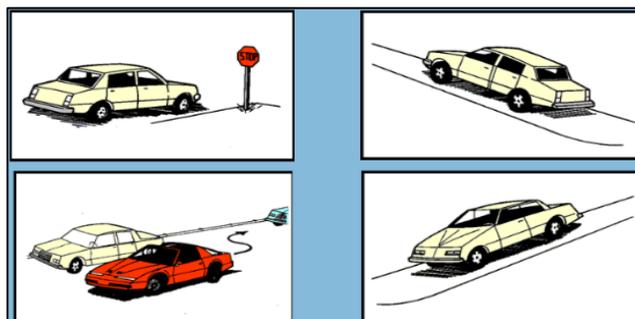
figura 2. Por ejemplo, para poner en movimiento al vehículo cuando está en reposo es necesario un gran esfuerzo, y para mantenerlo en movimiento se necesita menos. Proporcionando las relaciones de velocidad adecuadas para multiplicar el par motor, es posible mejorar el rendimiento y la economía bajo cualquier condición de operación del vehículo.

Cuando el vehículo está en marcha mínima, la transmisión actúa como un dispositivo de acoplamiento para desconectar la carga del motor. Si no se desconecta la carga del motor se para. Además, podemos usar las velocidades (relaciones de engranajes) para conseguir un efecto de frenado cuando descendemos pendientes prolongadas.

Un automóvil necesita una transmisión de tal forma que la potencia del motor pueda ser utilizada bajo todas las condiciones de manejo (Torres, 2017).

#### **Una Transmisión Automática:**

- Es necesaria para que el conductor pueda detener al vehículo y mantener funcionando al motor.
- Es necesaria para ayudarlo al vehículo a moverse cuando está en reposo. Ganar velocidad o subir pendientes.
- Es necesaria para que el vehículo pueda rebasar a otros vehículos.
- Puede ser usada como un freno para descender pendientes en forma segura.



**Figura 2.** Ventajas de la transmisión automática

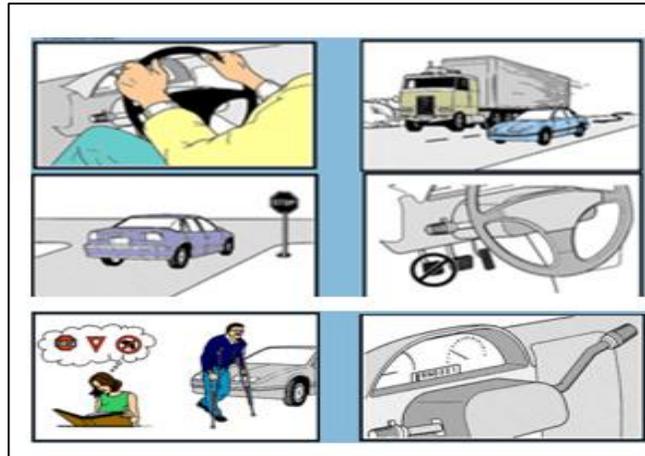
Fuente: (Torres, 2017)

## 2.2. Seguridad y Conveniencia

En un vehículo una transmisión automática proporciona varias ventajas, como se muestra en la figura 3, sobre la transmisión manual. La transmisión automática le proporciona al vehículo un arranque suave, un patrón de cambios adecuado, y una mejor relación de velocidad en todas las condiciones de manejo. Una transmisión automática responde a las necesidades del conductor, así como a los requerimientos de las autopistas y las condiciones de velocidad del vehículo. Una transmisión automática hace más comfortable el manejo del vehículo. Una transmisión automática elimina la necesidad de operar el embrague por medio del pie para poner el vehículo en movimiento y realizar los cambios de velocidad manualmente. La transmisión automática es fácil de operar y requiere menos esfuerzo por parte del conductor. Ella selecciona las relaciones de velocidad adecuadas para el conductor. La transmisión automática permite al conductor lo siguiente:

- Mantener ambas manos en el volante
- Incrementar la aceleración para rebasar a otro vehículo o subir una pendiente.
- Eliminar el embrague, lo que hace más suave el manejo del vehículo.
- Hace más fácil el manejo para el conductor principiante o minusválido.

- La posición de park aplica un seguro a la transmisión. Esto evita que el vehículo ruede hacia a tras mientras esta estacionado.

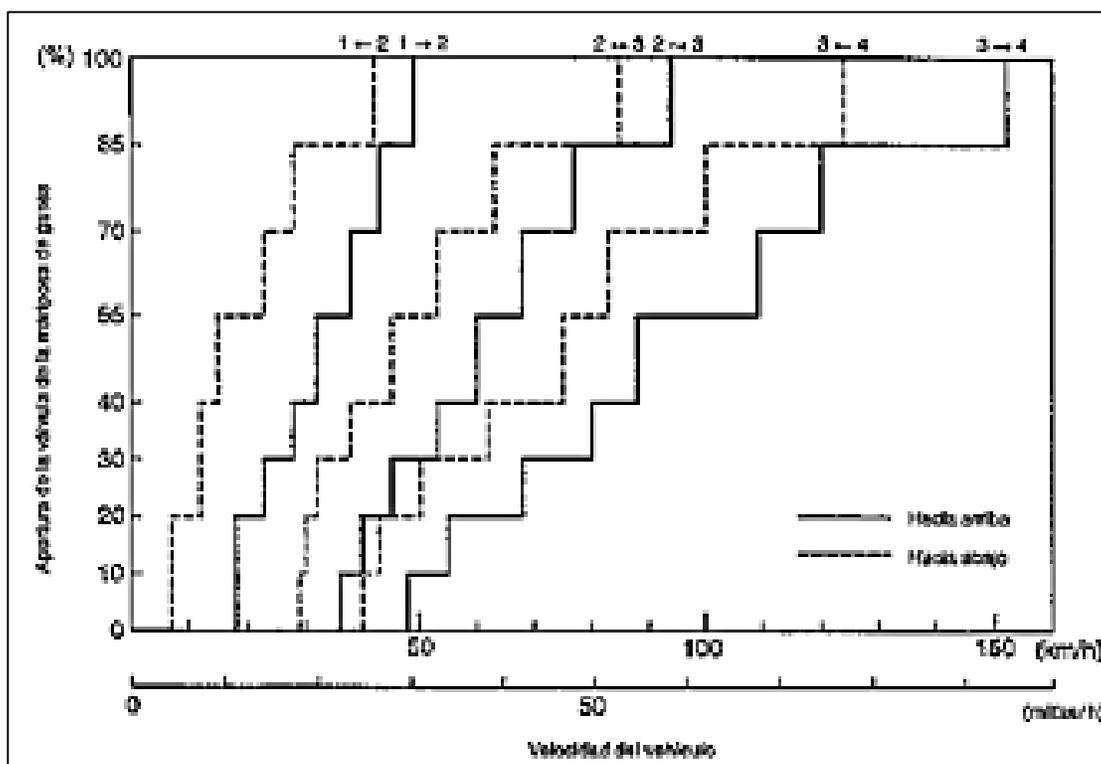


*Figura 3.* Conveniencias de la transmisión automática

Fuente: (Torres, 2017)

### 2.3. Principio de funcionamiento

El cambio automático es un sistema de transmisión que es capaz por sí mismo de seleccionar todas las marchas o relaciones sin la necesidad de la intervención directa del conductor. El cambio de una relación a otra se produce en función tanto de la velocidad del vehículo como del régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague ni de palanca de cambios. El simple hecho de pisar el pedal del acelerador provoca el cambio de relación conforme el motor varía de régimen de giró, como se muestra en la figura 4. El resultado que aprecia el conductor es el de un cambio cómodo que no produce tirones y que le permite prestar toda su atención al tráfico. Por lo tanto, el cambio automático no sólo proporciona más confort, sino que aporta al vehículo mayor seguridad activa (VELOCIDADES, 2011).



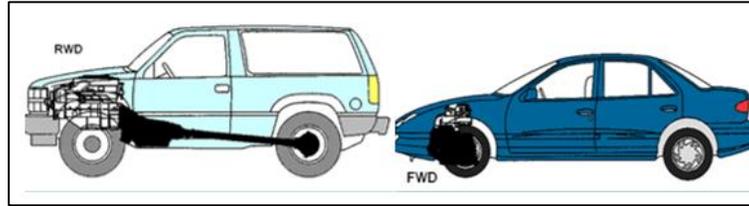
**Figura 4.** Diagrama de cambios.

Fuente: (Torres, 2017).

## 2.4. Tipos de transmisión automática

Las transmisiones automáticas Hydra-Matic están diseñadas para usarse en vehículos con propulsión en las ruedas delanteras o en las ruedas traseras, como se muestra en la figura 5. Ambas transmisiones realizan las mismas funciones, pero tienen dos diferencias importantes.

Primero, las transmisiones se montan con diferente orientación en el vehículo, segundo, el diseño interno es ligeramente diferente, ya que debe acomodarse al montaje de la transmisión y al eje en que se transfiere la potencia. (Eje delantero o trasero)

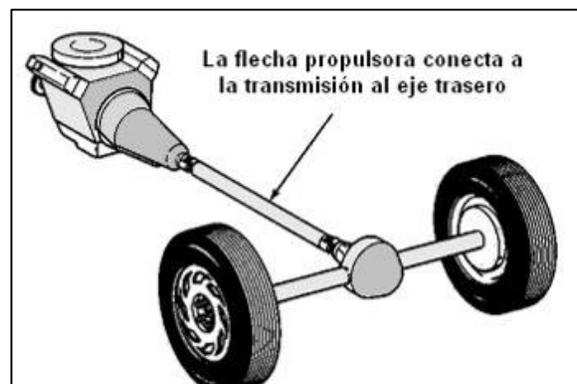


**Figura 5.** Tipos de transmisión automática  
Fuente: (Torres, 2017).

#### 2.4.1. "Transmisión", Propulsión en el Eje Trasero (Rear Wheel Drive)

La transmisión con propulsión en el eje trasero está montada en el volante plato flexible del motor. La transmisión tiene una sola flecha de salida que está conectada a la flecha propulsora del vehículo, como se muestra en la figura 6. La flecha propulsora transfiere potencia de la transmisión a las ruedas propulsoras (ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, 2015).

El diseño de la transmisión RWD proporciona una mejor distribución del peso del vehículo, lo que es bueno cuando se jala un remolque. Sin embargo, el diseño de transmisión RWD sacrifica espacio en el piso interior del vehículo.

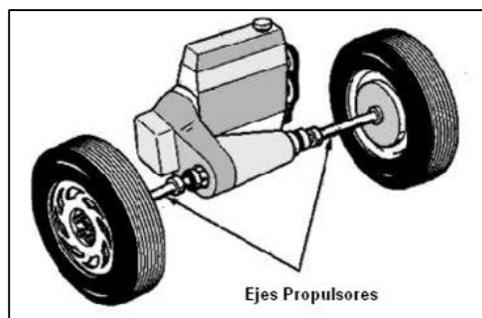


**Figura 6.** Transmisión con propulsión RWD  
Fuente: (Andes, 2015)

#### 2.4.2. "Transeje", Propulsión en el Eje Delantero (Front Wheel Drive)

La transmisión con propulsión en el eje delantero está montada en el volante o plato flexible del motor, de la misma forma que en la transmisión RWD. Sin embargo, con las transmisiones FDW el motor está montado transversalmente en el vehículo. La transmisión FWD tiene dos flechas de salida que están conectadas a los dos ejes propulsores diferentes, (un eje propulsor para cada rueda) (ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, 2015), como se muestra en la figura 7. Con este diseño el peso que se agrega sobre los ejes propulsores incrementa la tracción del vehículo en los pisos mojados o con nieve.

A diferencia de la transmisión RWD, el diseño de la transmisión FWD incluye al diferencial dentro de la carcasa de la transmisión. Debido a que la transmisión funciona como parte del eje propulsor, el incluye diferencial, la transmisión FWD se conoce como un "Transeje". (Andes, 2015)



**Figura 7.** Transeje con propulsión FWD  
Fuente: (Andes, 2015)

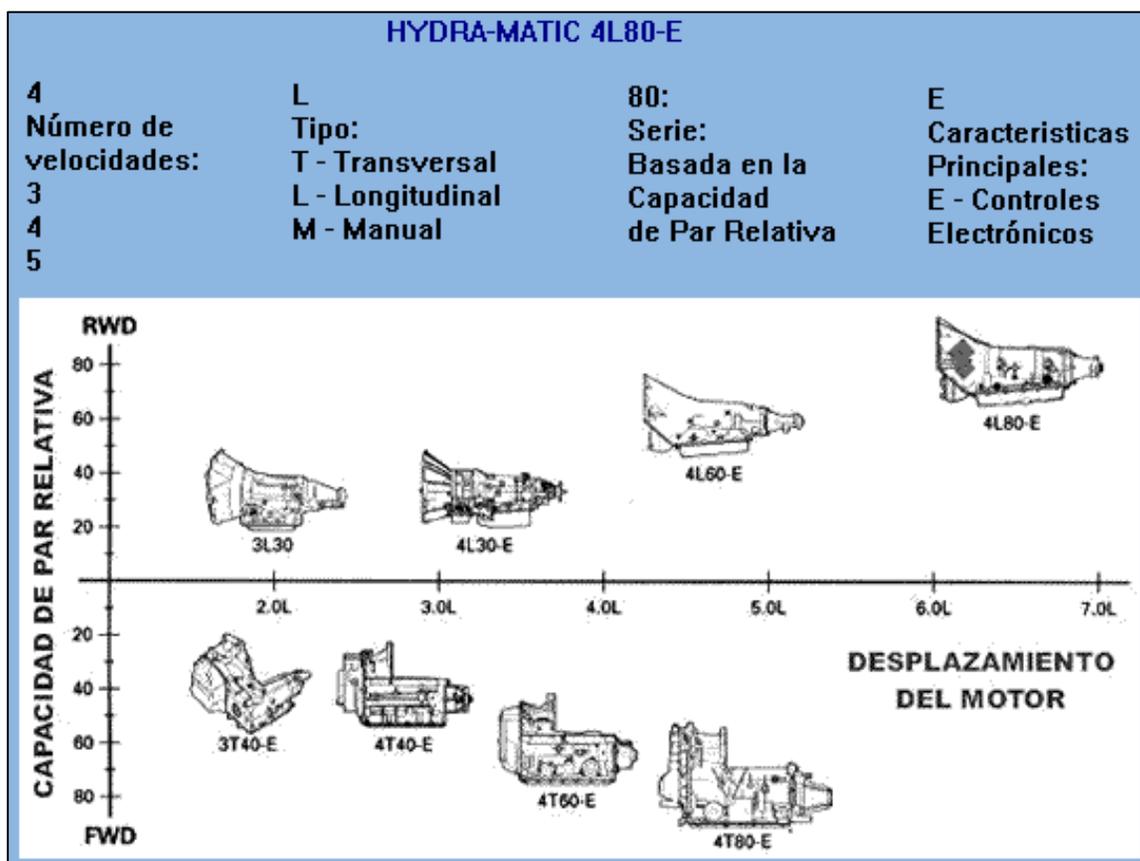
#### 2.5. Sistema de designación de los productos Hydra-Matic

El sistema para designación de los productos usados en todas las transmisiones y transeje Hydra-Matic consiste en una serie de números y letras. Estos caracteres corresponden a las características especiales incorporadas en la línea de producto.

- El primer carácter del nombre designa de relaciones de engranajes de marcha hacia adelante en esa transmisión. Por ejemplo 4= a cuatro relaciones de engranaje de marcha hacia adelante en la 4L80-E
- El segundo es una letra que designa la orientación del montaje de la transmisión en el vehículo. "L" designa que la transmisión está montada longitudinalmente en el vehículo y es generalmente una transmisión RWD. "T" designa que la transmisión y el motor están montados transversalmente en el vehículo y la transmisión es generalmente FWD. Si se usa también la letra "M" en adicional a la L o T, la unidad es una transmisión o transeje manual.
- Los caracteres tercero y cuarto designan la serie. Este número significa la capacidad relativa de par de la transmisión. La capacidad relativa significa simplemente la serie "80" puede manejar más par que una transmisión de la serie "40" o "60", pero no necesariamente dos veces más que la serie "40".
- El quinto carácter designa algunas de las principales características a la transmisión. Por ejemplo, la letra "E" designa que la transmisión tiene controles eléctricos.

Usando este método de la clasificación, como se muestra en la figura 8, la Hydra-Matic 4L80-E es de 4 velocidades, montada longitudinalmente (RWD), serie 80 con controles eléctricos.

**NOTA:** Para mayor sencillez en este CBT el termino transmisión se usa para referirse a ambos tipos de transmisiones RWD y FWD. Por lo cual el termino transeje no se utiliza en el resto del CBT (Andes, 2015).



*Figura 8.* Designación en Hydra-Matic  
Fuente: (Andes, 2015)

## 2.6. Componentes de la transmisión (Figura 9, 10)

### 2.6.1. Definiciones de los componentes típicos de una transmisión automática.

- Carcasa

La carcasa es la cubierta exterior que contiene a todos los componentes y al fluido de la transmisión (ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, 2015).

- Convertidor de Par

El convertidor de par proporciona el acoplamiento hidráulico que transfiere el par motor a la transmisión y además puede multiplicar el par motor a determinada velocidad del vehículo (ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, 2015).

- Bomba de Aceite

La bomba de aceite actúa como el "corazón" de la transmisión automática, ya que genera la presión del fluido y además alimenta a todos los componentes de la transmisión.

- Flecha de Entrada y de Salida

Las flechas de entrada y salida son usadas para transmitir potencia y conectar a los componentes en movimiento.

- Sensor de Velocidad

El sensor de velocidad puede ser usado para registrar la velocidad de la flecha de entrada y salida. El PCM compara la velocidad de la flecha de entrada y de la flecha de salida para calcular el deslizamiento del convertidor de par. También usa la señal del sensor y la de la flecha de salida como la velocidad del vehículo.

- Embragues de Discos

Los embragues de disco son dispositivos mecánicos que fijan o liberan a los miembros del conjunto engranajes planetarios para conseguir las diferentes relaciones de engranajes. Los embragues generalmente consisten de discos de acero alternados con discos de fibras.

- Gobernador

La señal de velocidad del vehículo, para el control de los cambios, es proporcionada por el gobernador (transmisiones automáticas no- eléctricas). El gobernador es impulsado a una velocidad relativa a la del vehículo, que es determinada por la flecha de salida.

- Conjunto de Engranajes Planetarios

El conjunto de engranes planetarios es usado para transmitir a través de la transmisión y obtener varias relaciones de engranajes por ejemplo 1a, 2a, 3a, 4a velocidad y reversa. La transmisión

regularmente tiene dos conjuntos de engranajes planetarios para proporcionar las diferentes relaciones de engranaje.

- Cuerpo de Válvulas de Control

El cuerpo de válvulas aloja a las válvulas que controlan la dirección del fluido o que proporcionan la regulación de la presión del fluido. El cuerpo de válvulas también aloja a varios de los solenoides que son usados para controlar los cambios de velocidad y la regulación de la presión del fluido.

- Carter de Aceite

El Carter o depósito del aceite está atornillado a la parte inferior de la transmisión y actúa como un recipiente para el fluido, desde el cual es jalado por la bomba de aceite de la transmisión (algunos diseños de transmisiones usan a la bomba de aceite de la transmisión para jalar aceite de la cubierta lateral).

- Cubierta Lateral

La cubierta lateral es única en transmisiones FWD y cubre al cuerpo de válvulas de control y a la bomba de aceite. La cubierta lateral actúa también como un recipiente de aceite.

- Cadena de Impulsión

La cadena de impulsión transfiere la potencia del motor a los componentes de la transmisión y al eje propulsor. La cadena de impulsión se usa solo en los transejes.

- Conjunto de Transmisión Final y Diferencial

Este componente es único para los transejes y funciona de la misma forma en los vehículos con transmisión RWD

- Bandas

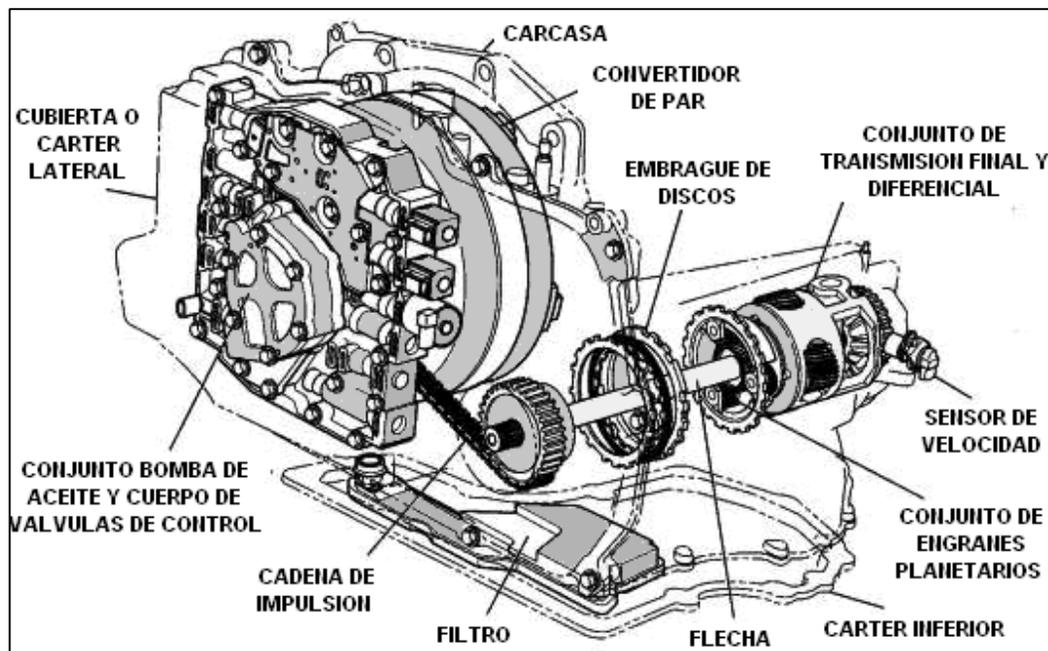
Un componente de aplicación hecho de acero cubierto con material de fricción. Generalmente las bandas envuelven a un tambor y cuando son aplicadas por medio de fluido a presión, sujetan al tambor y mantienen fijo a un miembro de un conjunto de engranes planetarios.

- Fluido de la Transmisión Automática

Para lubricar y enfriar los componentes de la transmisión se usa un fluido especial. El fluido también es presurizado para proporcionar la fuerza necesaria para aplicar los embragues y bandas para obtener las diferentes relaciones de engranes.

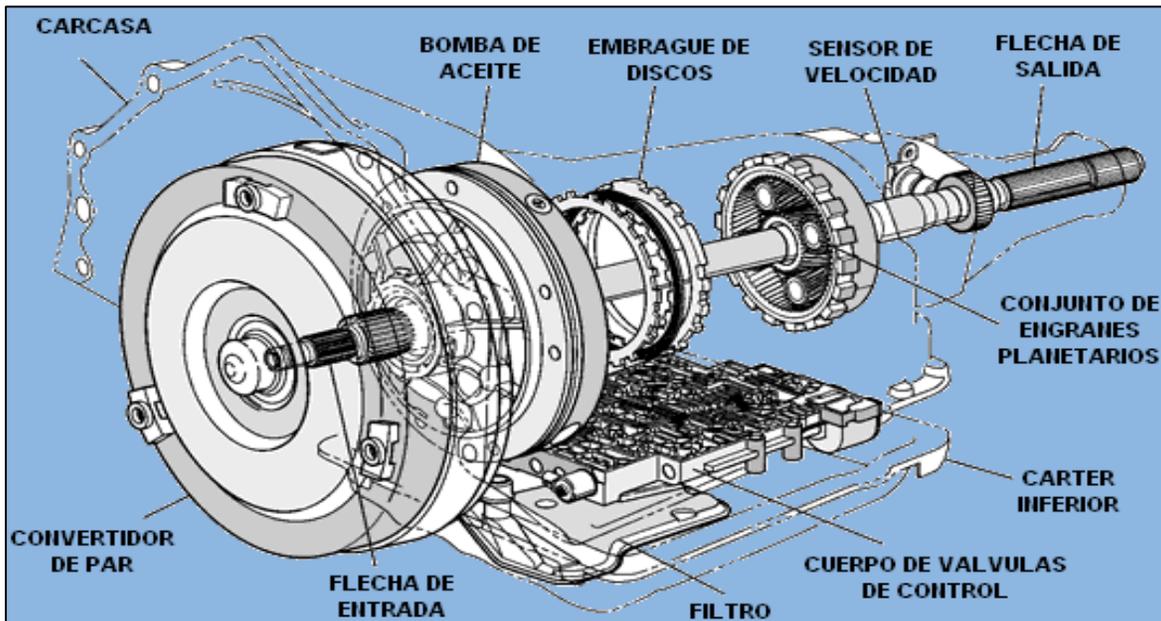
- Filtro del Fluido de la Transmisión

Este elemento filtra al fluido de la transmisión antes de entrar a la bomba de aceite. Esto evita que entre algún metal al cuerpo de válvulas y dañe a la transmisión (ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, 2015).



**Figura 9.** Componentes de la transmisión automática.

Fuente: (Andes, 2015)



**Figura 10.** Componentes internos de la transmisión automática.

Fuente: (Andes, 2015)

## 2.7. Fluido de la transmisión

El fluido de la transmisión automática es un componente crítico en la operación de la transmisión automática. El fluido de la transmisión automática es usado para transferir potencia en el convertidor de par y proporcionar la presión necesaria para aplicar los diferentes embragues y bandas. Igualmente, importante es que el fluido es usado para enfriar los componentes de la transmisión. Es muy importante que se use el tipo correcto de fluido de la transmisión.

Dexron III (figura 11), es compatible con los modelos anteriores de transmisiones automáticas de GM. El uso de un fluido incorrecto puede cambiar las características de cambio de la transmisión y dañar la transmisión.



**Figura 11.** Dexron  
Fuente: (Andes, 2015)

### **2.7.1. Enfriamiento del fluido de la transmisión**

El fluido de la transmisión automática es enfriado por medio del enfriador del fluido de la transmisión que está ubicado en el radiador del vehículo, como se muestra en la figura 12. Conforme fluye el fluido caliente a través del enfriador, el calor es disipado a través de las aletas del enfriador y el fluido del radiador. Si el fluido de la transmisión llega a sobrecalentarse pierde su efectividad para enfriar y lubricar, además cambian las características de los cambios de velocidad de la transmisión.

- Algunas causas del calentamiento excesivo son:

-Jalar un remolque

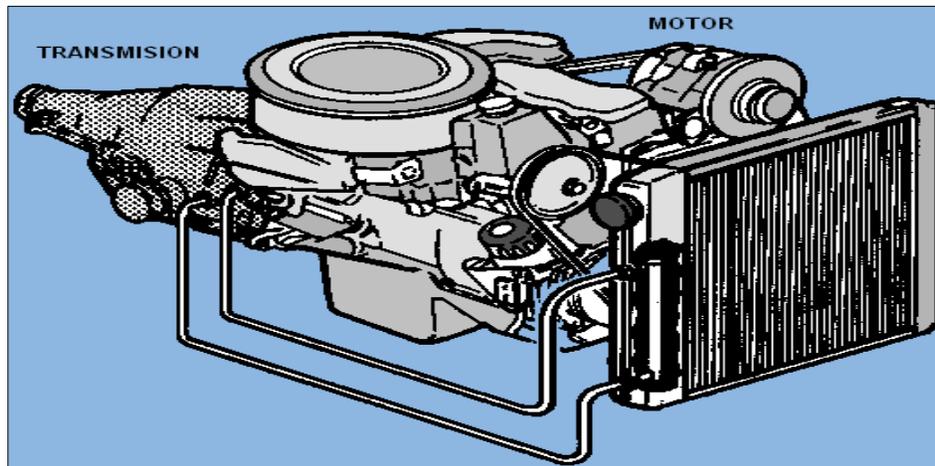
-Manejar en caminos montañosos

-Temperatura exterior alta

- Nivel de fluido de la transmisión alto o bajo.

Si el motor se sobrecalienta, el enfriador de la transmisión automática es menos efectivo debido a que el calor del refrigerante del motor es absorbido por el enfriador del fluido de la transmisión.

Para necesidades de enfriamiento, existen enfriadores de fluido auxiliares para agregarse al sistema de enfriamiento. Estos enfriadores generalmente se montan en frente del radiador. El flujo de aire con el vehículo en movimiento puede proporcionar enfriamiento adicional al fluido de la transmisión. Los enfriadores auxiliares, como se muestra en la figura 12, pueden ser de mucha ayuda para el conductor que comúnmente jala un remolque o maneja en montañas.



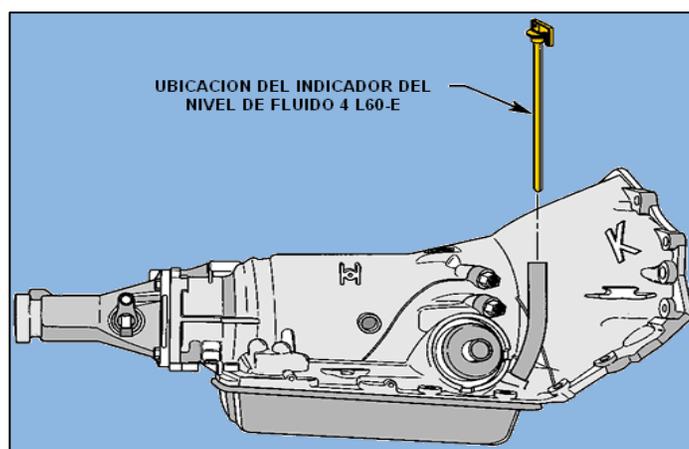
*Figura 12.* Enfriador de fluido de la transmisión  
Fuente: (Andes, 2015)

### **2.7.2. Verificación del nivel del fluido de la transmisión**

Una transmisión que funciona correctamente no consume demasiado fluido. Sin embargo, una buena costumbre, consiste en verificar periódicamente que no existan fugas de fluido. Al mismo tiempo también debe verificarse el estado del fluido, como se muestra en la figura 13. El procedimiento para verificar el nivel del fluido de la transmisión puede variar de una transmisión a otra. Siempre refiérase al manual del propietario o al manual de servicio para obtener una explicación del procedimiento adecuado para verificar el nivel del fluido de la transmisión.

Si el nivel es bajo asegurarse de agregar solamente la cantidad necesaria para obtener el nivel correcto.

Con la llegada de Dexron III, la vida del fluido de la transmisión se ha incrementado considerablemente. Para algunas transmisiones de G.M., el fluido de la transmisión no requiere que se cambie durante la vida del vehículo (al menos que se requiera darle servicio a la transmisión). Algunos vehículos tienen aplicaciones que indican la necesidad de un cambio de fluido, desplegando un mensaje al conductor o encendiendo la luz en el tablero de instrumentos. Esto es determinado generalmente por la temperatura del fluido y las condiciones de manejo.



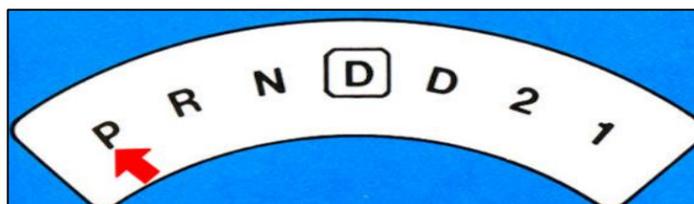
**Figura 13.** Indicador del nivel del fluido.

Fuente: (Andes, 2015)

## 2.8. Palanca selectora

Las transmisiones automáticas Hydra-Matic pueden ser operadas en cualquier de las siete diferentes posiciones conforme sean seleccionadas por el conductor (las transmisiones de tres velocidades tienen solo seis posiciones en el cuadrante de velocidades, ya que ellas no tienen las posiciones de Overdrive, P, R, N, D, 2, 1). La palanca de selección está conectada a la válvula manual de la transmisión.

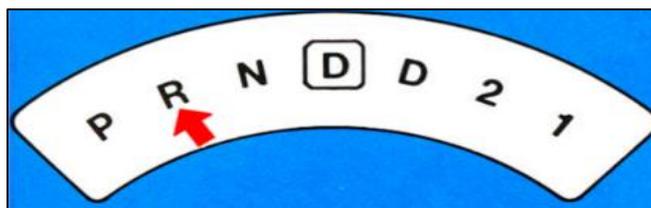
**Park.** - la posición de "park" permite el bloqueo de la flecha de salida de la transmisión, evitando que el vehículo ruede hacia adelante o hacia atrás. por razones de seguridad, además de la posición de "Park" debe usarse el freno de estacionamiento, debido a que la flecha de salida de la transmisión es bloqueada mecánicamente por el trinquete de estacionamiento anclado a la carcasa de la transmisión, la posición de "Park", como se muestra en la figura 14, no debe ser seleccionada sino hasta que el vehículo este completamente detenido (Torres, 2017).



*Figura 14.* Selección "P" park.

Fuente: (Torres, 2017)

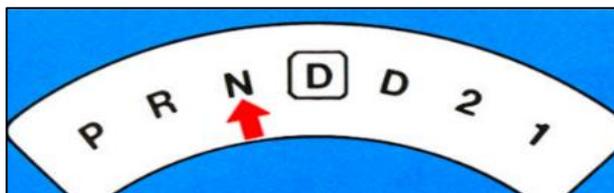
**Reversa.** - reversa, como se muestra en la figura 15, permite que el vehículo sea manejado en dirección hacia atrás.



*Figura 15.* Selección "R" reversa.

Fuente: (Torres, 2017)

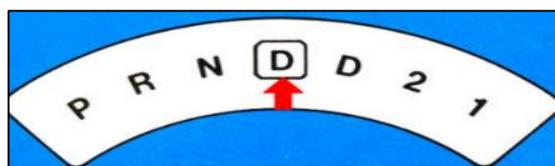
**Neutral.** - La posición Neutral, como se muestra en la figura 16, permite al motor arrancar y operar sin impulsar al vehículo. si es necesario, esta posición debe ser seleccionada para volver a arrancar el motor mientras el vehículo está en movimiento.



**Figura 16.** Selección "N" neutral

Fuente: (Torres, 2017)

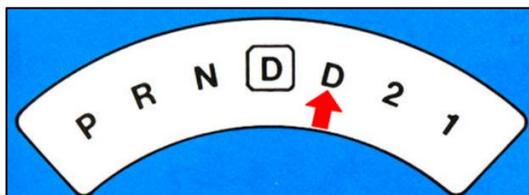
**0D.-** La posición "Overdrive", como se muestra en la figura 17, debe ser utilizada para todas las condiciones normales de manejo para máxima eficiencia y economía del combustible. en esta posición se permite que la transmisión opere en cada una de las cuatro relaciones de velocidad. los cambios descendentes a una relación de engranaje más alta están disponibles para rebasar seguro; presionando el acelerador o seleccionando manualmente una velocidad menor con la palanca de selección. La transmisión no debe ser operada en Overdrive cuando se jala un remolque ni cuando se conduce en caminos montañosos. Bajo tales circunstancias se somete el motor a carga extra, la transmisión debe ser operada en una velocidad manual menor para máxima eficiencia.



**Figura 17.** Selección "D".

Fuente: (Torres, 2017)

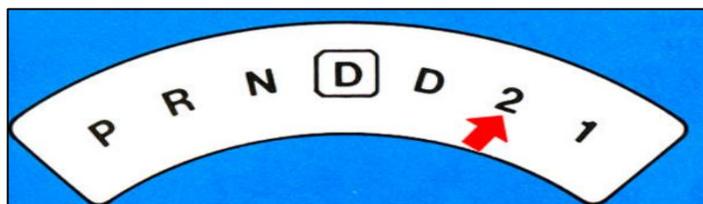
**D o 3.-** El tercer manual, como se muestra en la figura 18, puede ser utilizada bajo circunstancias en las que sería deseable la utilización de únicamente tres relaciones de velocidad. Entre tales condiciones se incluyen el manejo en terreno montañoso y cuando se jala remolque. Esta posición también es de gran utilidad para obtener freno motor cuando se desciende pendientes ligeras. Los cambios ascendentes y descendentes son iguales que en la posición Overdrive para primera, segunda y tercera velocidades; solo que la transmisión no cambiara a cuarta velocidad.



**Figura 18.** Selección Overdrive

Fuente: (Torres, 2017)

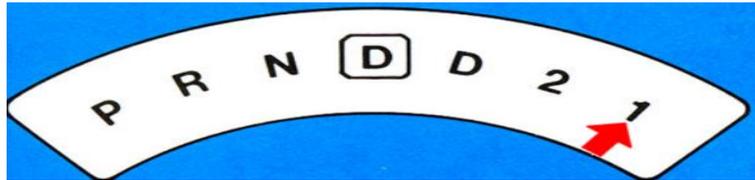
2.- La segunda manual, como se muestra en la figura 19, añade más prestaciones cuando se maneja en tránsito congestionado y terreno montañoso. La primera y segunda velocidades tienen la misma relación de engranaje que en las demás posiciones, pero impide la entrada de la tercera velocidad. Entonces, la segunda manual puede ser utilizada para mantener la segunda velocidad tanto en aceleración como en freno de motor. La segunda manual puede ser seleccionada para cualquier velocidad del vehículo. Si la transmisión está en tercera velocidad al seleccionar esta posición de la palanca de selección, la transmisión cambiara inmediatamente a segunda velocidad



**Figura 19.** Selección "2".

Fuente: (Torres, 2017)

1.-La primera manual, como se muestra en la figura 20, puede ser seleccionada a cualquier velocidad del vehículo. Si la transmisión está en tercera o cuarta velocidad, cambia a segunda inmediatamente. Cuando la velocidad del vehículo desciende abajo aproximadamente 55km/h, la transmisión cambia entonces a primera velocidad. Esta posición proporciona el máximo freno del motor y es útil cuando se desciende pendientes pronunciadas.



**Figura 20.** Selección "1"  
Fuente: (Torres, 2017)

## 2.9. Convertidor de par

El convertidor de par es el principal componente para transmitir la potencia del motor a la transmisión automática. El convertidor de par está atornillado al volante del motor o plato flexible, como se muestra en la figura 21, así que gira a la misma velocidad del motor (ARMANDO, 2016).

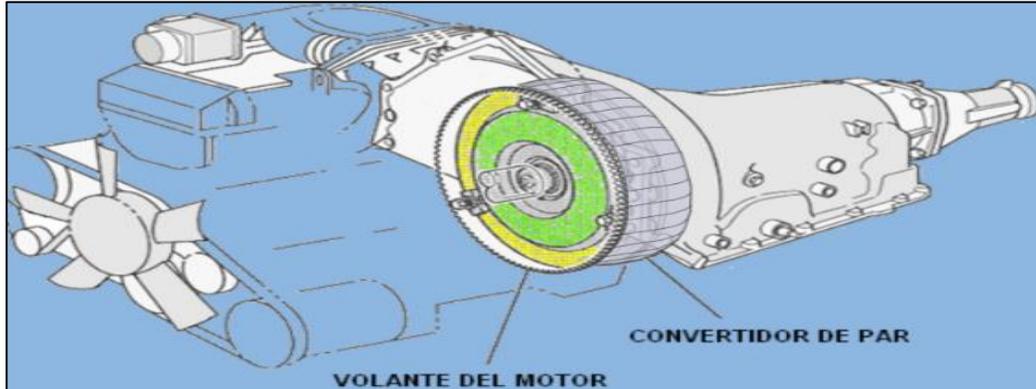
El convertidor de par realiza cuatro funciones principales:

**Primero:** proporciona un acoplamiento hidráulico para transmitir suavemente el par del motor a la transmisión. Este acoplamiento hidráulico permite también al vehículo detenerse sin detener al motor.

**Segundo:** multiplica el par motor y entrega a la transmisión para obtener mejores prestaciones del vehículo (ARMANDO, 2016).

**Tercero:** cuando es necesario, proporciona un enlace mecánico directo (o toma directa) entre el motor y la transmisión para incrementar la economía del combustible, con el uso del embrague del convertidor de par (Torque Converter Clutch TCC), eliminando de este modo el acoplamiento hidráulico.

**Cuarto:** impulsa mecánicamente a la bomba de aceite de la transmisión.



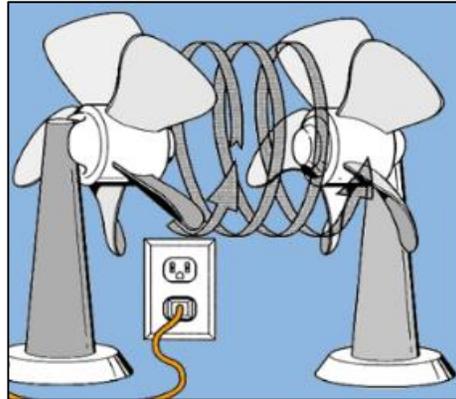
**Figura 21.** Convertidor de par y volante del motor o plato flexible del motor.

Fuente: (Torres, 2017)

### 2.10. Acoplamiento Hidráulico y Transferencia de Energía

El acoplamiento hidráulico es el principio en el que descansa el convertidor de par. Esto puede ser demostrado con dos ventiladores. El ventilador energizado crea flujo de aire que choca con las paredes del ventilador que esta desenergizado. La energía del aire impulsa a las aspas del ventilador desenergizado, creando una transferencia de energía de un ventilador a otro, como se muestra en la figura 22. Este ejemplo usa al aire para transmitir energía. El convertidor de par usa este principio básico, pero reemplaza la corriente de aire con un flujo de fluido.

El convertidor de par es un conjunto de cuatro elementos. Está compuesto por una Bomba (elemento impulsor), una Turbina (elemento impulsado o de salida), un Embrague de placa de presión acoplado a la turbina para obtener un mando directo y un Estator (elemento de reacción). La cubierta del convertidor de par esta soldada a la bomba para encerrar a los cuatro elementos en una cubierta llena de fluido.

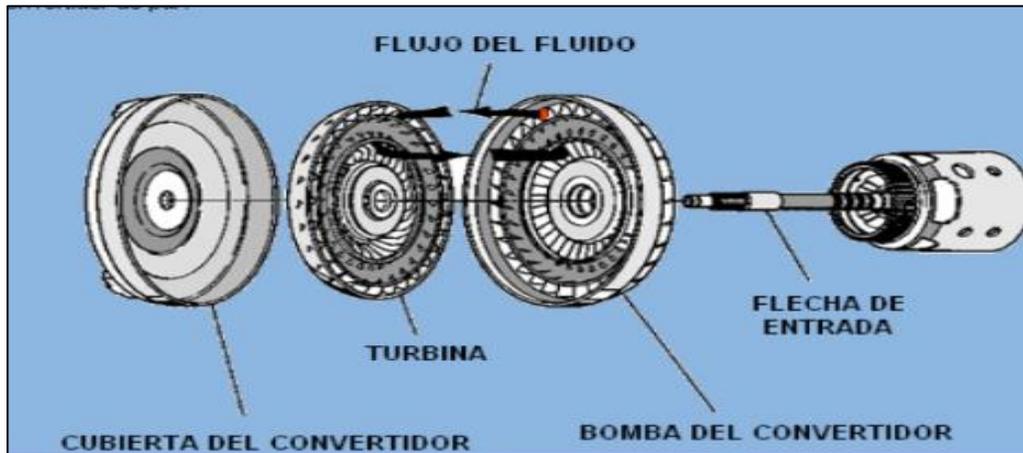


**Figura 22.** Transferencia de energía.  
Fuente: (Torres, 2017)

## **2.11. Componentes de convertidor par**

### **2.11.1. Bomba del Convertidor de Par**

La cubierta del convertidor de par esta atornillada al plato flexible del motor. El cual esta a su vez, atornillado directamente al cigüeñal del motor, como se muestra en la figura 23. Así, la bomba del convertidor permanece conectada mecánicamente al motor y siempre que el motor esté funcionando girara a la velocidad de este. Este es el primer enlace en a la transferencia de potencia del motor a las ruedas propulsoras. La bomba del convertidor de par actúa como bomba centrífuga, succionando el fluido de la transmisión en su centro y descargándolo por el exterior entre sus alabes. Creando el flujo del fluido del convertidor de par.

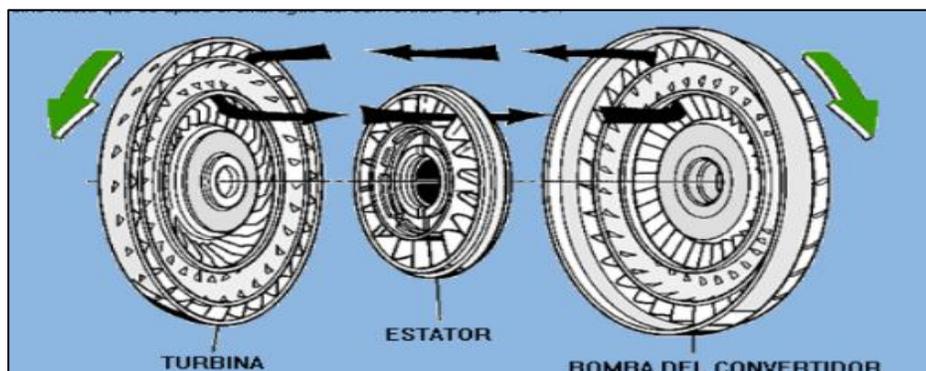


**Figura 23.** Bomba del convertidor de par.

Fuente: (Torres, 2017)

### 2.11.2. Turbina del Convertidor de Par

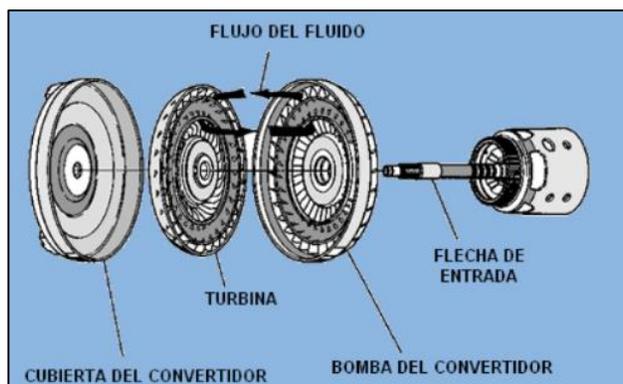
El segundo enlace en la transferencia de potencia del motor a las ruedas propulsoras es la turbina. La turbina recibe el fluido de la transmisión automática de la bomba del convertidor, es la fuerza de este fluido, procedente de la bomba y que choca con sus alabes, la que causa giro de la turbina, como se muestra en la figura 24 (ARMANDO, 2016). Cuando la palanca de selección está en alguna posición de marcha y el motor está funcionando en marcha mínima, la bomba no está girando muy rápidamente y la fuerza del fluido que sale de la bomba es suficientemente grande para mover a la turbina y hacer avanzar al vehículo. A medida que la velocidad del motor aumenta, la fuerza del fluido se incrementa y es mayor a la potencia transmitida a la turbina, por lo tanto, a mayor rotación del motor y la bomba de convertidor de par, mayor velocidad de rotación de la turbina. La velocidad de la turbina no alcanza a ser igual a la del motor, sino hasta que se aplica el embrague del convertidor de par TCC.



**Figura 24.** Dirección del flujo en una turbina del convertidor de par.  
Fuente: (Torres, 2017)

### 2.11.3. Conjunto Convertidor de Par

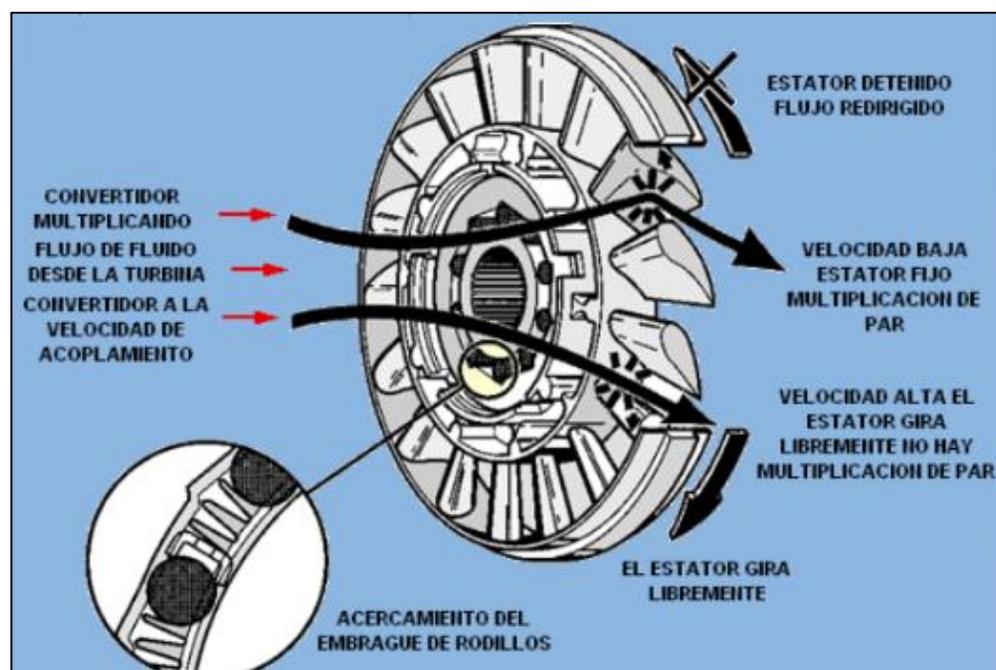
Actuando como una unidad, la bomba del convertidor de par crea el flujo y la turbina lo recibe. La bomba del convertidor y la turbina son unidades separadas y juntas hacen un acoplamiento hidráulico, como se muestra en la figura 25. La flecha de entrada de la transmisión está conectada a la turbina y en el enlace del motor a los engranajes de la transmisión. El conjunto del convertidor de par es mantenido lleno de fluido por la bomba de aceite montada en la caja de transmisión. (Este conjunto convertidor de par no será un verdadero convertidor de par hasta que se incorpore el estator) (Torres, 2017).



**Figura 25.** Despiece convertidor de par.  
Fuente: (Torres, 2017)

#### 2.11.4. Embrague de Rodillos del Estator

El propósito de estator es redirigir la dirección del fluido que regresa de la turbina, para ayudar al motor a impulsar la bomba del convertidor, como se muestra en la figura 26. Esta desviación en la dirección del fluido incrementa la fuerza que impulsa a la turbina resultando en la multiplicación del par motor.



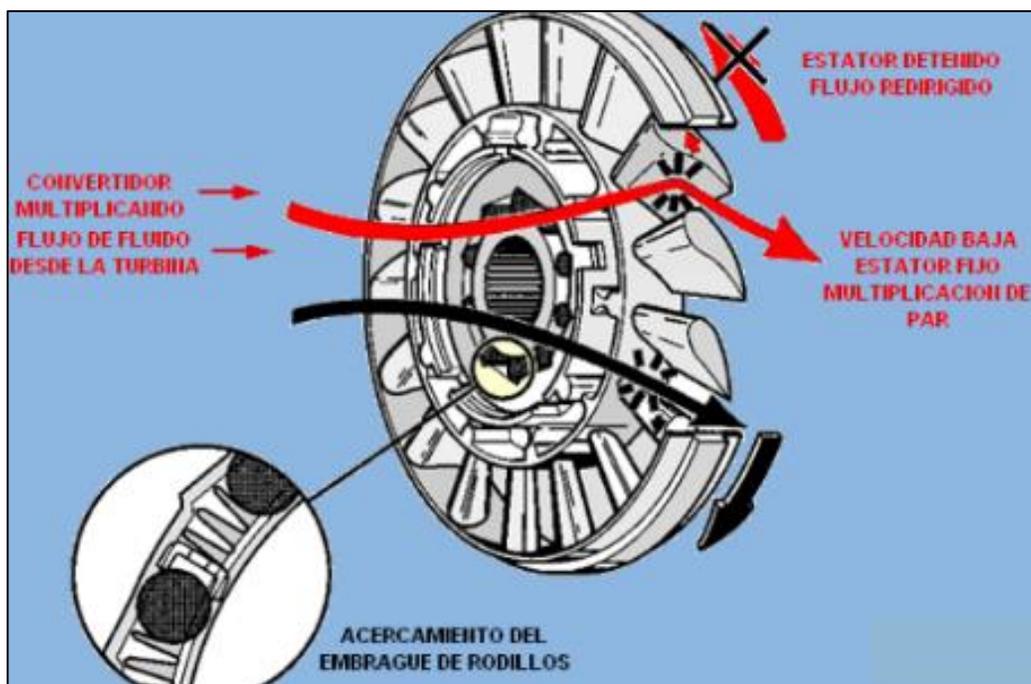
**Figura 26.** Embrague de rodillos del estator.

Fuente: (Torres, 2017)

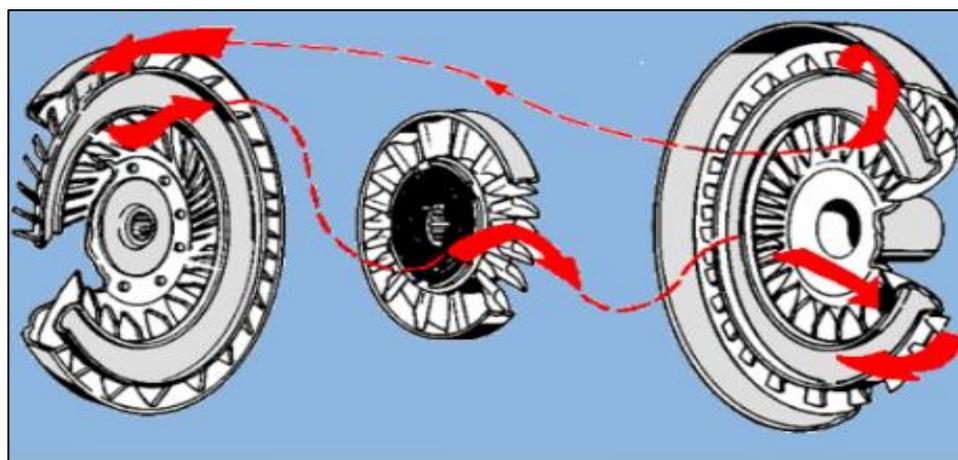
#### 2.11.5. Baja Velocidad- Estator Detenido- Multiplicación de Par

A bajas velocidades del vehículo, cuando se requiere un par motor más grande, el fluido procedente de la turbina choca contra la cara delantera de los alabes del estator (multiplicación del par por el convertidor), como se muestra en la figura 27. Debido a que el embrague de rodillos evita que el estator se mueva en esa dirección el flujo es desviado para ayudar al motor a impulsar

a la bomba del convertidor, como se muestra en la figura 28. El fluido procedente de la bomba tiene ahora más fuerza para impulsar a la turbina y así multiplicar el par motor. (Torres, 2017)



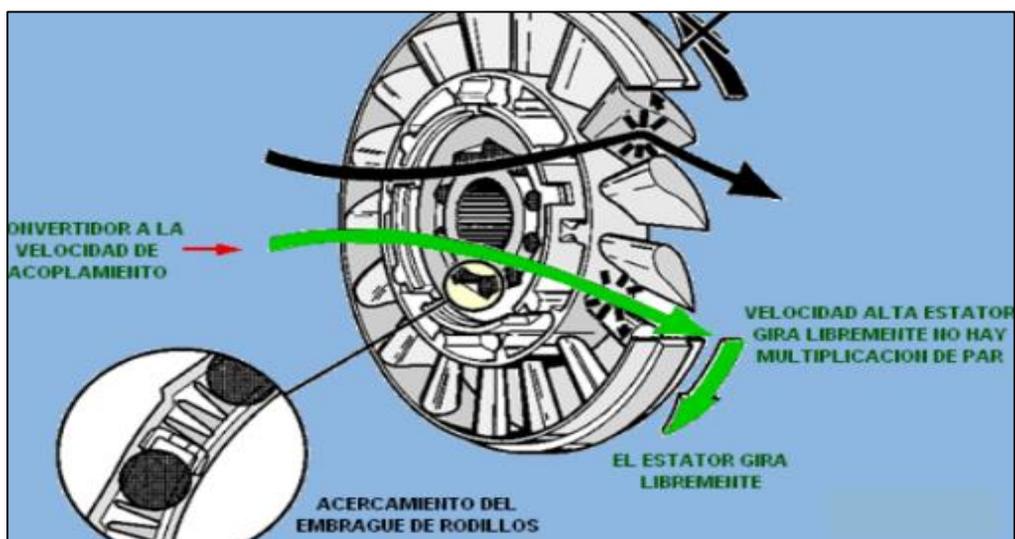
**Figura 27.** Multiplicación de par  
Fuente: (Torres, 2017)



**Figura 28.** Estator detenido  
Fuente: (Torres, 2017)

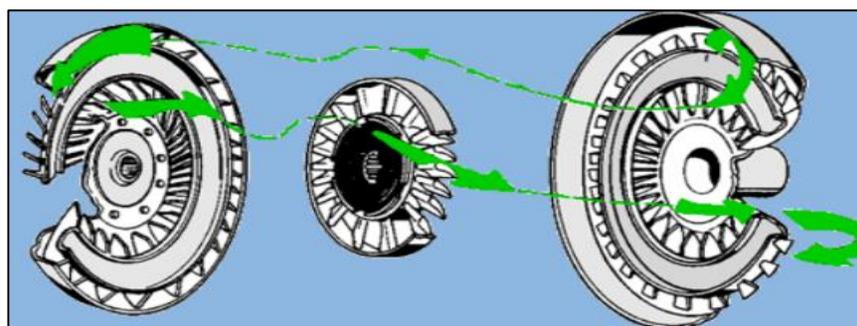
### 2.11.6. Alta Velocidad- Estator Gira Librementemente- No Hay Multiplicación de Par

A medida que la velocidad del vehículo aumenta la fuerza centrífuga cambia la dirección del fluido procedente de la turbina, la nueva dirección del fluido es tal que ahora choca sobre la cara trasera de los abales del estator, como se muestra en la figura 30. En este sentido el embrague de rodillos permite el giro libre del estator. El flujo ya no es desviado y el par motor ya no es multiplicado, como se muestra en la figura 29.



**Figura 29.** Desmultiplicación de par.

Fuente: (Torres, 2017)



**Figura 30.** Estator en movimiento

Fuente: (Torres, 2017)

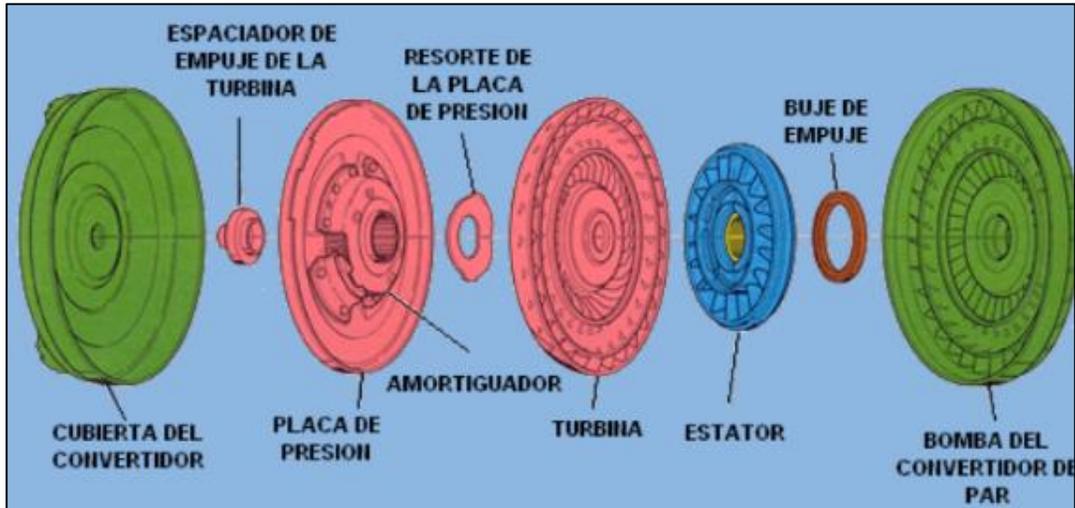
### **2.11.7. Embrague del Convertidor de Par (Torque Converter Clutch TCC)**

El embrague del convertidor de par está diseñado para proporcionar un acoplamiento directo entre el motor y la flecha de entrada de la transmisión. Este acoplamiento mecánico ofrece una transferencia más eficiente del par motor a las ruedas propulsoras, debido a que elimina la pequeña cantidad de “deslizamiento” que ocurre en el acoplamiento hidráulico del convertidor de par.

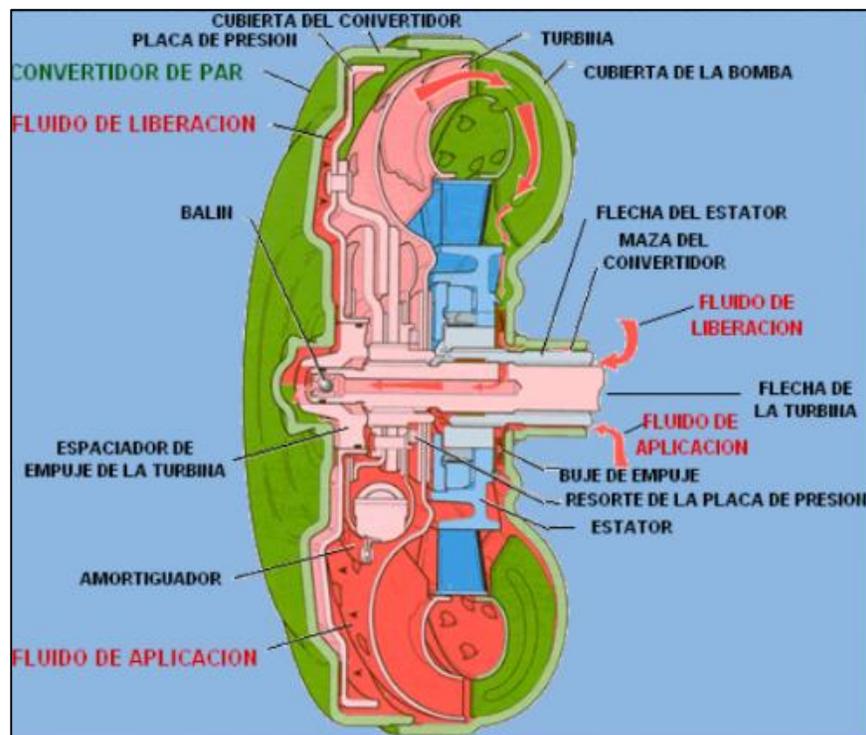
El acoplamiento hidráulico trabaja bien a bajas velocidades cuando es necesaria la multiplicación del par motor. Sin embargo, después de que el vehículo alcanzara la velocidad en la que el estator ya no multiplica el par (generalmente arriba de los 50km/h), el acoplamiento hidráulico ya no es necesario, y es ineficiente.

El embrague del convertidor de par consiste en una placa de presión, que esta acoplada al centro de la turbina. La placa de presión tiene una capa de material de fricción, como se muestra en la figura 31. Cuando se cumplen las condiciones necesarias para aplicar el TCC, el fluido a presión es dirigido a la parte posterior de la placa de presión. La presión del fluido empuja a la placa de presión contra la cubierta del convertidor, creando así un acoplamiento mecánico entre el motor y la transmisión.

El acoplamiento mecánico ofrece una transferencia más eficiente del par motor debido a que elimina la pequeña cantidad de deslizamiento que ocurre con el acoplamiento hidráulico, como se muestra en la figura 32. Además, el acoplamiento mecánico no crea calor en el fluido de la transmisión como lo hace el acoplamiento hidráulico.



*Figura 31.* Despiece de un convertidor de par.  
Fuente: (Torres, 2017)

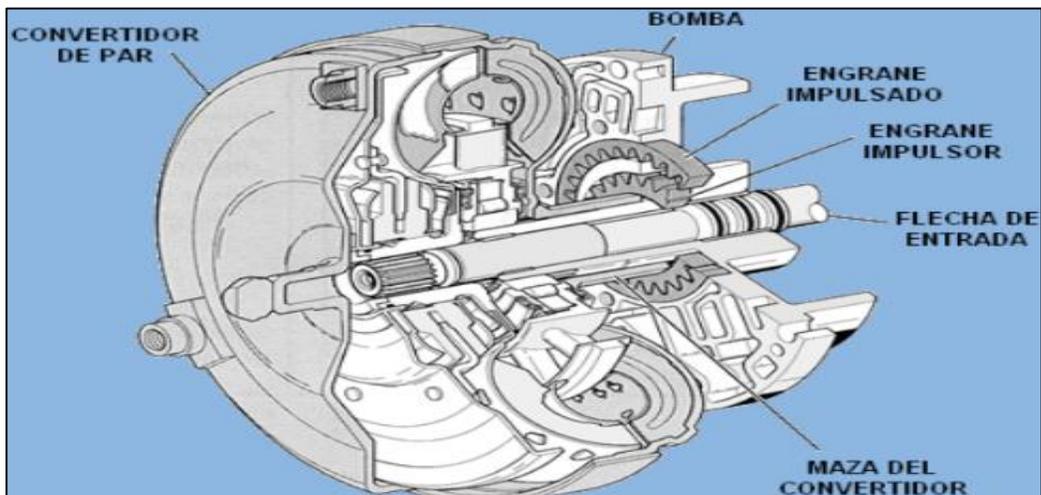


*Figura 32.* Diagrama de un convertidor de par  
Fuente: (Torres, 2017)

### 2.11.8. Impulsión de la Bomba de Aceite

El convertidor de par también es responsable de impulsar a la bomba de aceite de la transmisión, como se muestra en la figura 33. Hay dos diseños de la bomba de aceite, un diseño para cada una de los estilos de transmisión automática FWD y RWD.

En transmisiones FWD la flecha que impulsa a la bomba de aceite esta engranada a la cubierta del convertidor de par. Debido a que la cubierta gira a la velocidad del motor la bomba de aceite también gira a la velocidad del motor.

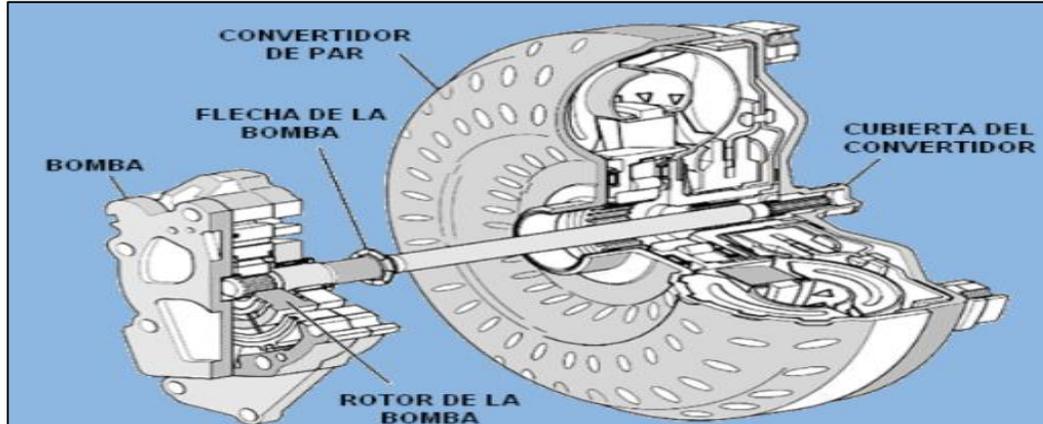


**Figura 33.** Impulsión de la Bomba de Aceite

Fuente: (Torres, 2017)

La maza de la bomba del convertidor es usada para impulsar a la bomba de aceite en transmisiones RWD, como se muestra en la figura 34.

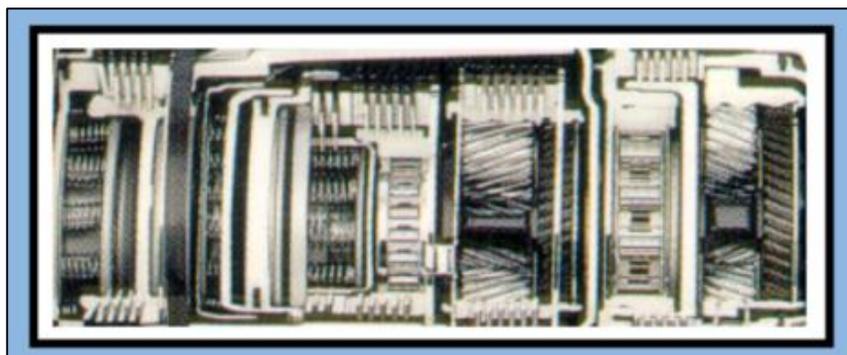
Las mazas del convertidor tienen ranuras que se conectan directamente con el rotor de la bomba de aceite.



**Figura 34.** Diagrama del funcionamiento de la bomba de aceite  
Fuente: (Torres, 2017)

## 2.12. Engranajes planetarios

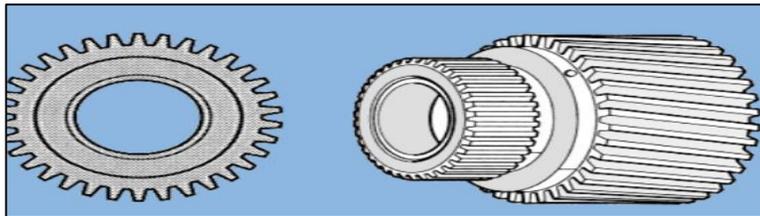
Los engranes son considerados los músculos de cualquier transmisión, automática o manual. Los engranes son muy usados para transferir par y potencia, y pueden proporcionarle al vehículo cambios en velocidad y dirección. El par se describe mejor como torsión o fuerza de giro. Los conjuntos de engranes planetarios son usados como medio básico de transferencia o multiplicación del par motor, como se muestra en la figura 35. El conjunto de engranes planetarios debe a su nombre al arreglo físico de los tres engranes que generalmente lo componen.



**Figura 35.** Vista en corte de los engranes planetarios.  
Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.12.1. Engrane Solar

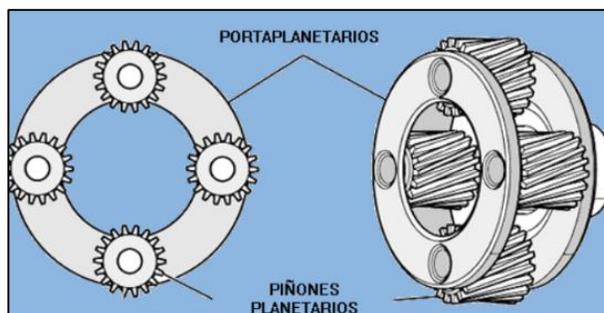
El engrane solar está colocado en el centro del conjunto planetario, al igual que el sol es el centro de nuestro sistema solar, como se muestra en la figura 36. Los otros engranes giran alrededor del engrane solar (Andrés, 2016).



**Figura 36.** Engrane solar.  
Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.12.2. Piñones Planetarios

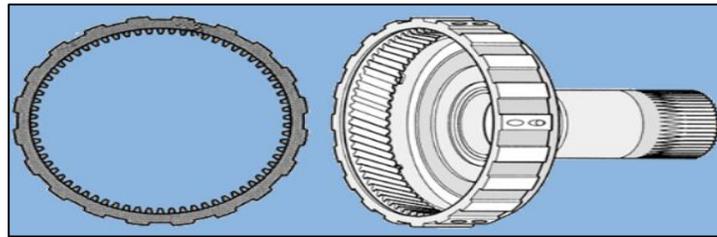
Los piñones planetarios están montados en un portador y giran alrededor del engrane solar, al igual que los planetas orbitan alrededor de nuestro sistema solar. Este conjunto es conocido como portaplanetarios, como se muestra en la figura 37. Los piñones del portaplanetarios están engranados constantemente con el engrane solar y la corona. (Andrés, 2016)



**Figura 37.** Portaplanetarios.  
Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.12.3. Corona

Una corona con dentado interior rodea al conjunto planetario completo, como se muestra en la figura 38. El dentado interior de la corona esta engranado contantemente con los piñones del portaplanetarios. (Andrés, 2016)

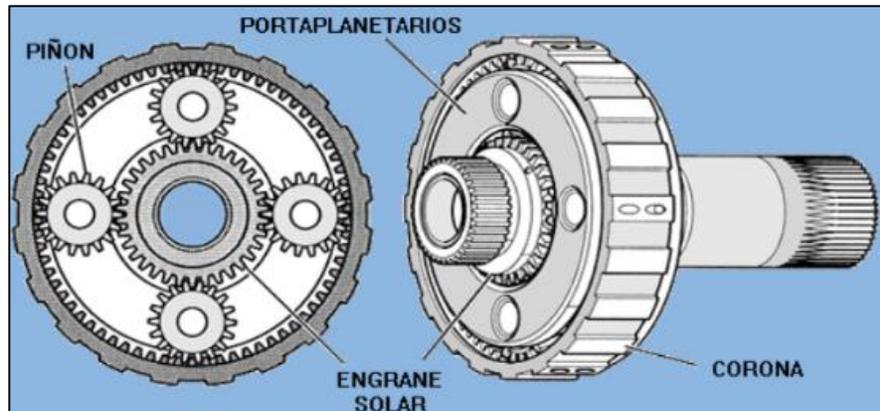


**Figura 38.** Corona.  
Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.12.4. Conjunto de Engranés Planetarios

El conjunto de engranes planetario consiste de un engrane solar, un portaplanetarios con piñones planetarios y una corona con dentado interior, como se muestra en la figura 39. Debido a que los engranes están engranados constantemente, cuando un engrane es impulsado o mantenido fijo, los otros engranes son afectados.

El arreglo del conjunto de engranes planetarios, proporciona rigidez, eficiencia, y distribución uniforme de las fuerzas que fluyan a través conjunto de engranes planetarios. Otra ventaja de los conjuntos de engranes planetarios es que el ruido de sincronización, común en las transmisiones manuales, es eliminado debido a que los engranes siempre están en contacto. Finalmente, el diseño es compacto ya que todos los engranes están en el mismo eje.



**Figura 39.** Conjunto de engranes planetarios.

Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.12.5. Relación de Engranaje con Conjunto de Engranes Planetarios

Las transmisiones automáticas Hydra-Matic generalmente usan dos conjuntos de engranes planetarios (el de entrada y el de reacción) para obtener diferentes relaciones de engranaje (velocidades) y cuatro modos de operación. Los diferentes embragues o bandas son aplicados para cambiar los engranes que deben ser impulsados o bloqueados.

### 2.12.6. Par

Cuando el par motor es transferido hacia los conjuntos de engranes planetarios, el par de salida de la transmisión puede: aumentar, permanecer constante o disminuir. El par de salida de la transmisión depende de:

- Cual elemento del conjunto de engranes planetarios proporciona el par de entrada (elemento de entrada)
- Cual elemento del conjunto de engranes planetarios, si hay alguno, es mantenido estacionario (elemento bloqueado) como punto de apoyo.
- Cual elemento del conjunto de engranes planetarios proporciona el par de salida.

Si el par de salida es mayor al par de entrada, los conjuntos de engranes planetarios están operando en reducción (Underdrive) (Primera, Segunda y Reversa). Si el par de salida es menor al par de entrada, los conjuntos de engranes planetarios están operando en multiplicación (Overdrive) (Cuarta Velocidad). Cuando el par de salida es igual al par de entrada, la transmisión está operando en directa (Drive) (Tercera) y todos los componentes del conjunto de engranes planetarios están girando a la misma velocidad, como se muestra en la figura 40 (Andrés, 2016).

#### **2.12.7. Par vs. Velocidad**

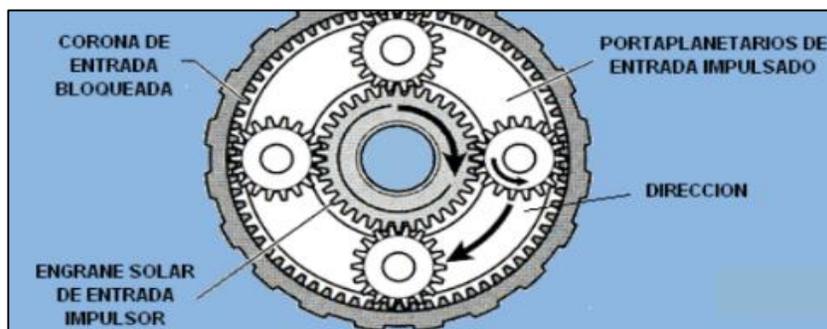
Un aspecto de la transmisión, directamente afectado por el par de entrada y el par de salida, es la relación que existe entre el par y la velocidad de salida de la transmisión. Cuando la transmisión cambia de primera a segunda, a tercera, a cuarta; el par de salida sobre las ruedas disminuye mientras la velocidad del vehículo aumenta. Cuando la velocidad del vehículo es baja, es necesario un par más elevado, como en primera y segunda; para proporcionar la fuerza necesaria para mover al vehículo desde 0km/h. sin embargo, una vez que el vehículo este en movimiento y su velocidad se incrementa, como en tercera y cuarta, se requiere un par menor para mantener la velocidad. Esto proporciona una operación más eficiente del Tren Motriz.

#### **2.12.8. Reducción**

En reducción, el engrane Solar es el impulsor y la corona es bloqueada. El engrane Solar gira impulsado a los piñones que camina alrededor del engrane interior de la corona que permanece estacionaria. Esta acción causa que el portaplanetarios también gire, pero a menor velocidad que el engrane solar. Con el portaplanetarios impulsando a la flecha de salida esta configuración proporciona una reducción de engranaje.

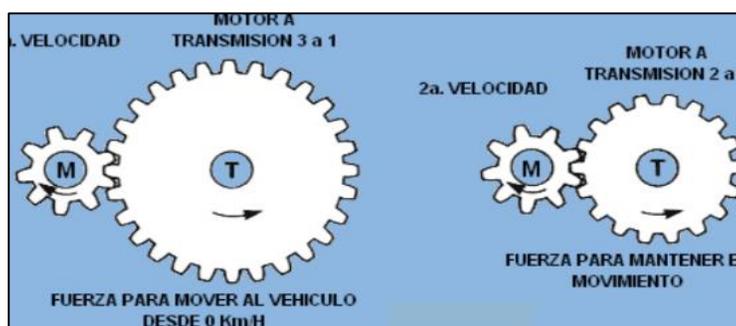
Operando el conjunto de engranes planetarios en reducción se incrementa el par y disminuye la velocidad de salida de la transmisión relativa a la velocidad del motor, como se muestra en la figura 41. Esto significa que la velocidad del motor (RPM) es mayor a la velocidad de salida de la transmisión. La reducción ocurre en Primera, Segunda y Reversa.

Es Segunda velocidad, se aplica otro embrague o banda y la transferencia de potencia diferente ligeramente, usando el conjunto de segunda se obtiene una reducción menos (las RPM de la flecha propulsora se acercan más a las RPM del motor) (Andrés, 2016).



**Figura 40.** Funcionamiento engranes planetarios.

Fuente: (Andrés, 2016)



**Figura 41.** Relación de engranes planetarios.

Fuente: (Andrés, 2016)

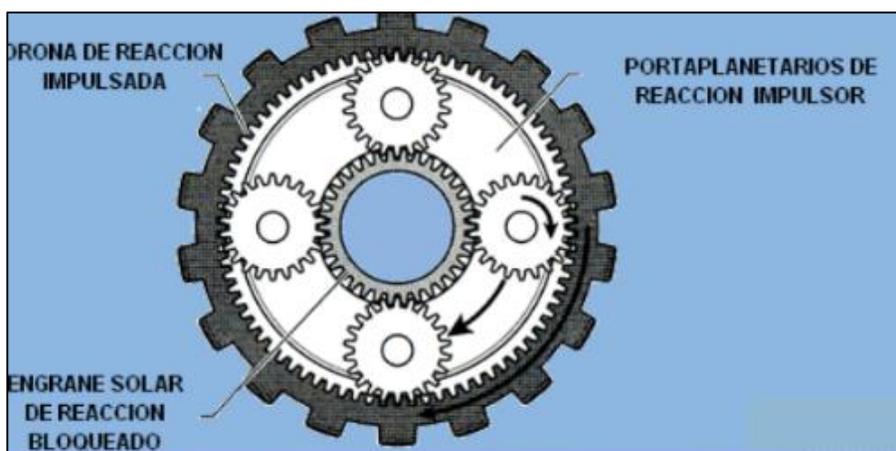
### 2.12.9. Directa

La directa ocurre cuando la flecha de salida de la transmisión gira relativamente a la misma velocidad del motor, como se muestra en la figura 42, (recuerda que hasta el embrague del



mayor a la de portaplanetarios. Con la corona impulsando a la flecha de salida esta configuración proporciona una condición de multiplicación (Overdrive), como se muestra en la figura 44.

En multiplicación, el par motor se reduce y la velocidad de la flecha de salida de la transmisión es mayor a la velocidad del motor. Esto significa que la flecha de salida de la transmisión está girando a RPMs más altas que el motor. La multiplicación ocurre normalmente en Cuarta velocidad, como se muestra en la figura 45. En multiplicación el vehículo puede mantener una determinada velocidad de crucero con reducción en la velocidad del motor incrementando la economía de combustible.



**Figura 44.** Multiplicación en relación de engranes planetarios.

Fuente: (Andrés, 2016)

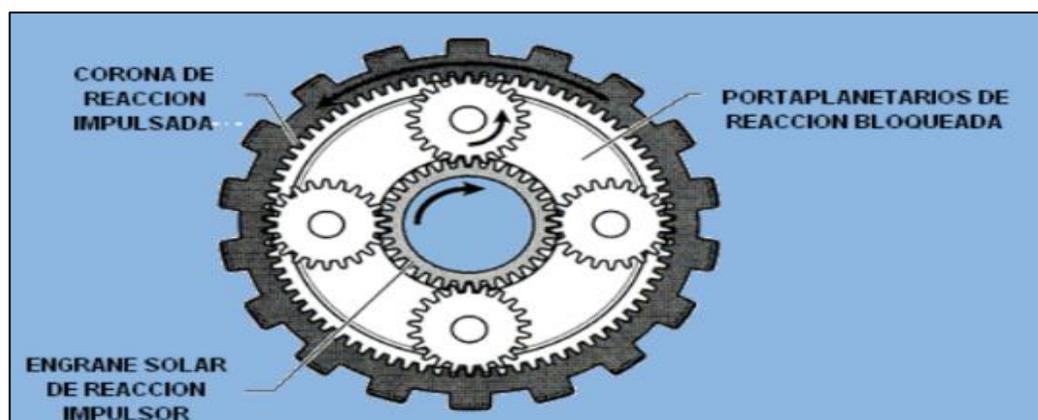


**Figura 45.** Relación de engranes planetarios de motor a la transmisión 1;1 ¼.

Fuente: (Andrés, 2016)

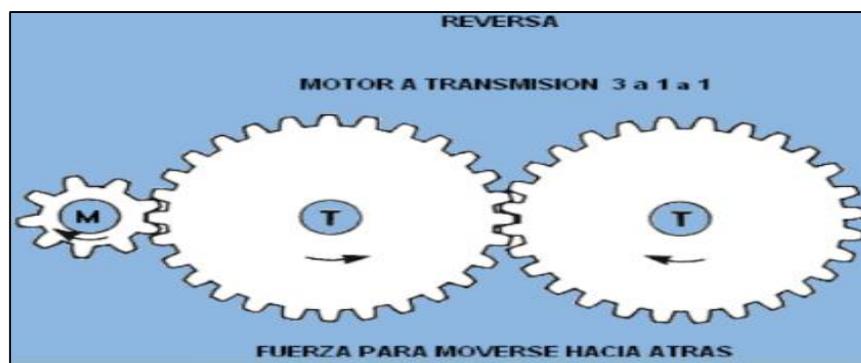
### 2.12.10 Reversa

La reversa se logra manteniendo al portaplanetarios estacionados (bloqueados) y al engrane solar girando. Esta acción causa que los piñones impulsen a la corona en la dirección opuesta y en reducción, como se muestra en la figura 46 y 47



*Figura 46.* Reversa en relación de engranes planetarios.

Fuente: (Andrés, 2016)



*Figura 47.* Relación de engranes planetarios en reversa.

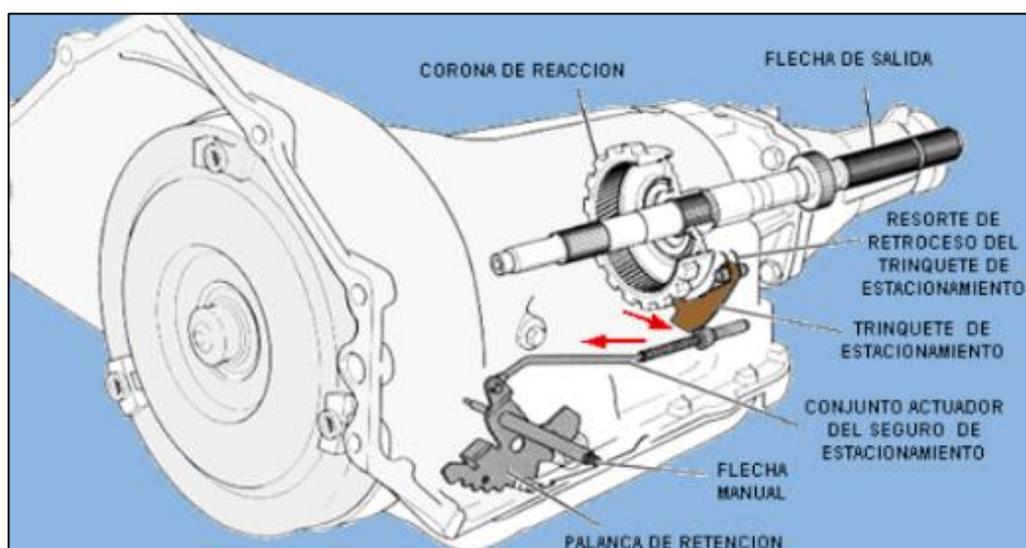
Fuente: (Andrés, 2016)

## 2.13. Dispositivos de parqueo

### 2.13.1. Aplicación de Seguridad del Trinquete de Park

El vehículo debe ser detenido completamente antes de seleccionar a posición de Park o la transmisión podría sufrir daños internos. Como medida de seguridad el trinquete de Park está

diseñado para no acoplarse si la velocidad del vehículo está arriba de aproximadamente 5km/h. arriba de esta velocidad, el resorte de retroceso del trinquete de estacionamiento evita que se aplique el tetón del trinquete en el engrane de park. Mientras la velocidad del vehículo está arriba de aproximadamente 5km/h, el trinquete “brincara”, sobre los dientes del engrane de park. Abajo de 5km/h el trinquete se acoplará a los dientes del engrane de park y detendrá súbitamente al vehículo, como se puede observar en la figura 49.



**Figura 48.** Aplicación de trinquete de park.  
Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.13.2. Estacionándose en una Pendiente

Aunque el mecanismo del seguro de estacionamiento en una transmisión Hydra-Matic evita que el vehículo se mueva. El freno de estacionamiento siempre debe usarse por seguridad, cuando el vehículo este estacionado especialmente en una pendiente, como se puede ver en la figura 49. El freno de estacionamiento debe ser antes de poner la palanca de selección en la posición de park.

Si el vehículo esta estacionado en una pendiente sin freno de estacionamiento aplicado, el vehículo puede moverse lentamente hasta que el trinquete de estacionamiento se acople a los

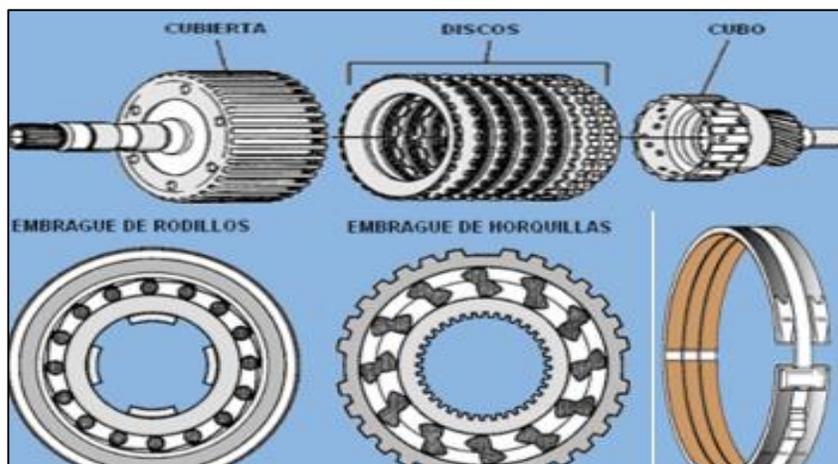
dientes del engrane del a flecha de salida. La cantidad de fuerza sobre el trinquete de estacionamiento depende del peso del vehículo y la inclinación de la pendiente. Esta fuerza puede hacer que sea muy difícil de mover la palanca de selección de la posición de Park.



**Figura 49.** Diagrama del freno de estacionamiento.  
Fuente: (Andrés, 2016)

#### 2.14. Dispositivos de aplicación

Obtener las diferentes relaciones de engranaje con un conjunto de engranes planetarios, es posible, impulsando y/o manteniendo fijos diferentes miembros del conjunto de engranes. Un dispositivo de aplicación realiza una de esas dos funciones, como se puede apreciar en la figura 50. Primero un dispositivo de aplicación puede ser usado para bloquear un componente de un conjunto de engranes. Segundo un dispositivo de aplicación (excepto las bandas de fricción) pueden ser usadas para conectar el componente de un conjunto de engranes a otro componente que puede, ya sea, impulsar o ser impulsado por el conjunto de engranes. Hay tres tipos de aplicación que se usan en las transmisiones automáticas y son: Embragues de Disco, Bandas de Fricción y embragues de un solo sentido.



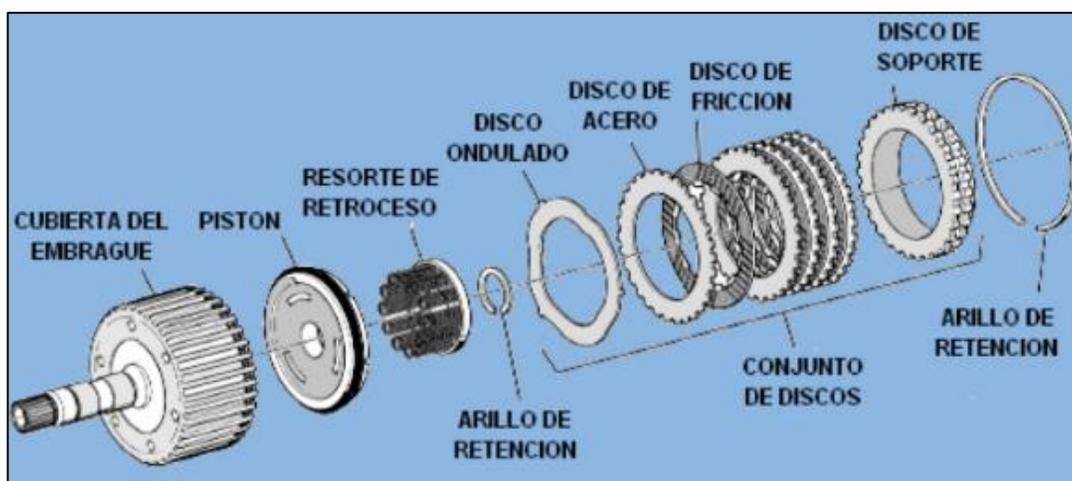
**Figura 50.** Dispositivos de aplicación en la transmisión automática.

Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.14.1. Embrague de Discos

Los embragues de discos comúnmente están compuestos por dos tipos de discos: disco de fricción y de acero, como se puede ver en la figura 51. Estos discos se ensamblan formando un embrague de discos, normalmente se alteran entre disco de acero los discos de fricción. El diseño del embrague de discos puede variar entre las diferentes aplicaciones de transmisiones.

El embrague de discos puede contener alguno o todos los siguientes componentes.



**Figura 51.** Embragues de disco.

Fuente: (Andrés, 2016)

**a. Discos de Fricción**

Un disco de fricción tiene un recubrimiento de material de fricción en ambos lados y los dientes están cortados alrededor del diámetro interior del disco. Algunas aplicaciones tienen material de fricción solo en un lado y pueden tener los dientes cortados en el diámetro exterior. Para aplicaciones de discos de fricción con dientes en el diámetro exterior del disco, los discos de acero del embrague, deben ser con dientes en el diámetro interior, como se ve en la figura 52.

**b. Discos de Acero**

Los discos de acero son planos y muy suaves para permitir el contacto uniforme entre los discos de acero y los de fricción, como se puede ver en la figura 52. Recuerde que los discos de acero y fricción son ensamblados en forma alternada. En general los dientes de los discos de acero están cortados en su diámetro exterior.

**c. Pistón del Embrague**

La presión del fluido mueve al pistón aplicar al embrague de discos, como se muestra en la figura 52.

**d. Conjunto de Resortes de Retroceso**

Este conjunto de resortes es usado para mantener al pistón liberado del embrague de discos cuando no hay presión de fluido, como se muestra en la figura 52. El conjunto de resortes también afecta la sensación de aplicación del embrague.

**e. Disco Ondulado**

Muchas aplicaciones incluyen un disco de acero extra que no está plano. Este disco “ondulado”, como se ve en la figura 52, actúa ayudando a amortiguar la sensación de aplicación de embrague.

#### f. Disco Belleville

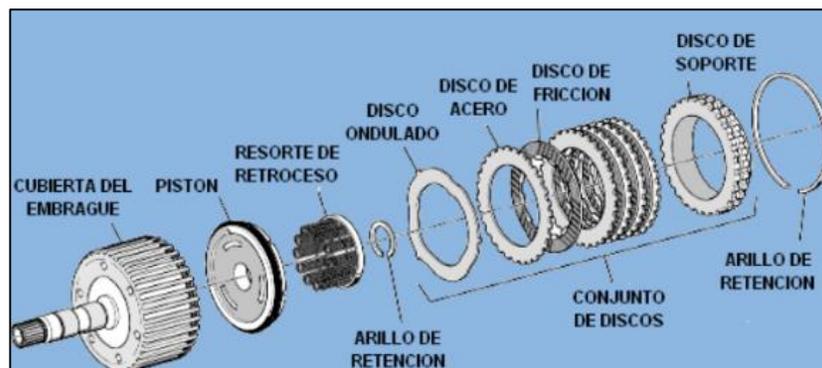
Algunas aplicaciones incluyen un disco de acero Belleville en un lugar de un disco ondulado. Esto funciona de manera similar a un disco ondulado, pero tiene una forma cónica, más que ser “ondulada”.

#### g. Disco de Soporte

La mayoría de las aplicaciones usan un disco de soporte contra el que se aplica el embrague de discos, como se muestra en la figura 52.

#### h. Arillo de Retención (de Presión)

El arillo de retención, figura 52, ajusta en una ranura en el diámetro interior del alojamiento del embrague y retiene al disco de soporte del embrague de discos en su alojamiento.



*Figura 52.* Conjunto sincronizador.

Fuente: (Andrés, 2016)

### 2.14.2. Aplicación del Embrague de Discos

La presión hidráulica se aplica al embrague de discos a través del pistón y el conjunto de resortes del embrague. El resorte es usado para mantener al pistón separado de discos del embrague cuando el embrague es liberado. Para aplicar el embrague, el fluido de la transmisión es dirigido al interior de la caja del embrague y a la parte posterior del pistón. La presión hidráulica mueve al pistón

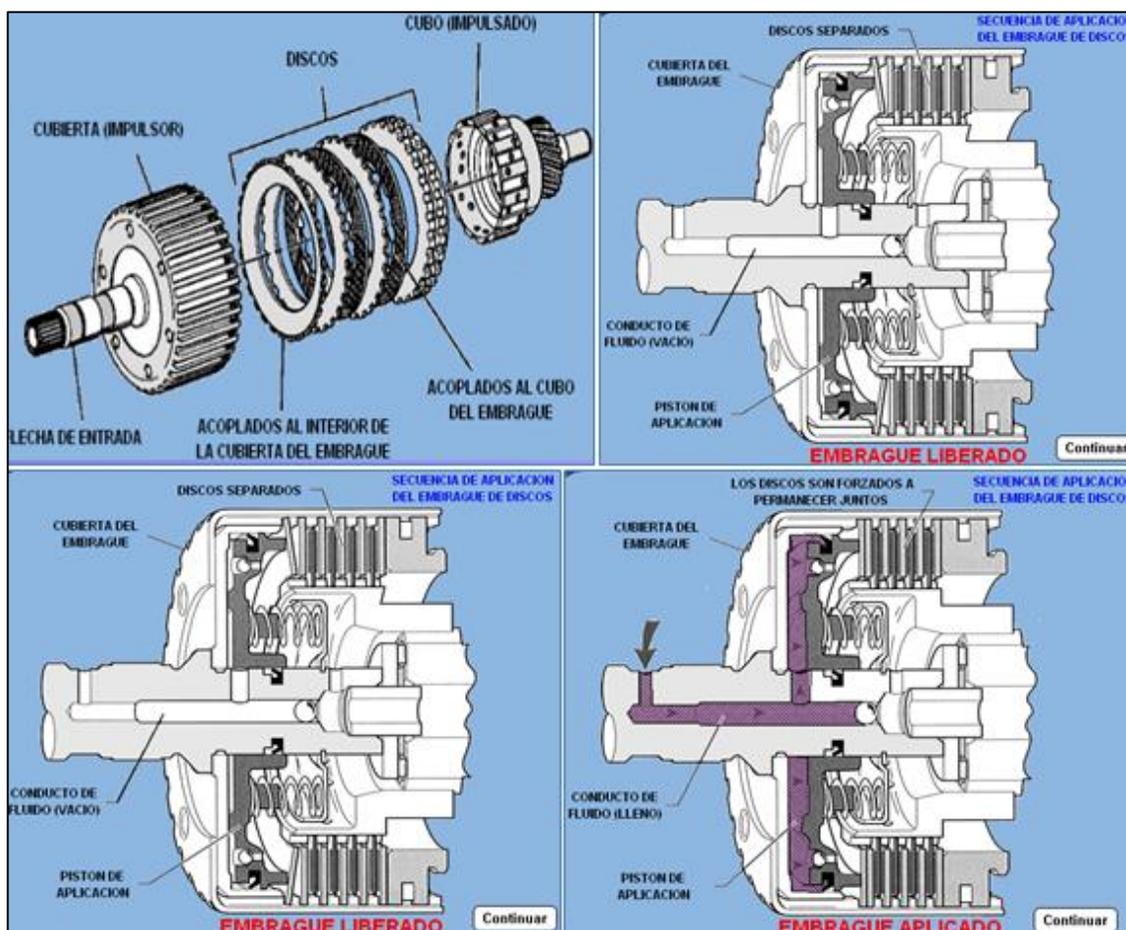
contra la fuerza del resorte y presiona a los discos de fricción y acero conjuntamente. Esta acción conecta a los discos, la caja y la maza del embrague como una unidad, como se observa en la figura 53.

#### **a. Embrague de Discos Impulsor**

Un embrague de discos puede ser usado como fuerza impulsora acoplado a cualquiera de los dos conjuntos de discos, a una entrada de fuerza o fuerza impulsora. El otro conjunto de discos es acoplado al componente que va a ser impulsado por el embrague. Como un ejemplo, la figura muestra, a los discos de acero acoplados a la cubierta del embrague que está conectada a la flecha de entrada. Los discos de fricción están acoplados al cubo de embrague que está conectado a la corona del conjunto de engranes planetarios.

Cuando las condiciones de operación del vehículo son apropiadas para aplicar el embrague, la presión hidráulica es dirigida al embrague de discos. Esta presión mueve al pistón contra la fuerza del conjunto de engranes de retroceso y presiona a los discos de acero y fricción conjuntamente. Entonces el embrague de discos es forzado a girar como una unidad y la potencia es transmitida de la flecha de entrada y la cubierta del embrague a través de los discos del embrague y el cubo del embrague.

Sin presión hidráulica que mantenga juntos a los discos del embrague, los discos de acero giran independientemente de los discos de fricción, desconectando así la transferencia de potencia entre la flecha de entrada y el cubo de embrague.



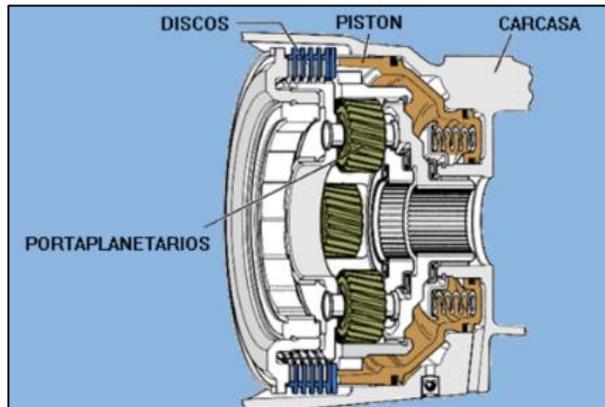
**Figura 53.** Aplicación de embragues.

Fuente: (Andrés, 2016)

### b. Embrague de discos bloqueado

Un embrague de discos puede bloquear, y también impulsar a un miembro del conjunto de engranes planetarios. Como un ejemplo, la figura 54 muestra a los discos de acero acoplados a las ranuras del diámetro interior de la carcasa de la transmisión. Debido a que los discos de acero están insertados en la misma carcasa de la transmisión no giran. Los discos de fibra están acoplados a diámetro exterior del conjunto de engranajes planetario. Cuando la presión hidráulica aplica al embrague, los discos de fibra y el portaplanetarios son mantenidos fijos estacionarios) por los

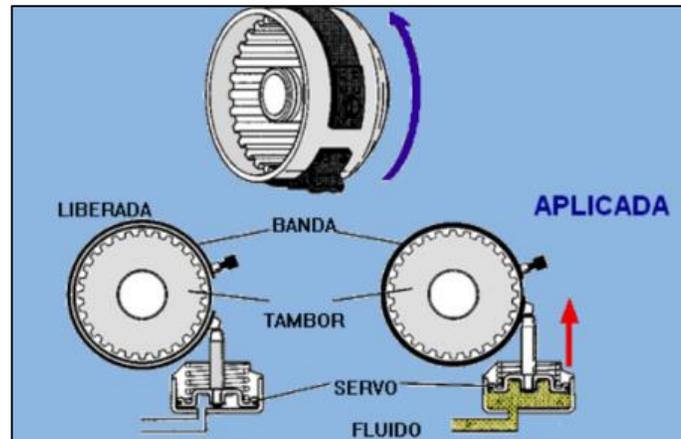
discos de acero. Cuando la presión hidráulica es liberada el portaplanetarios y los discos de fibra pueden girar libremente.



**Figura 54.** Embrague de discos bloqueado.  
Fuente: (Torres, 2017)

### c. Bandas de fricción

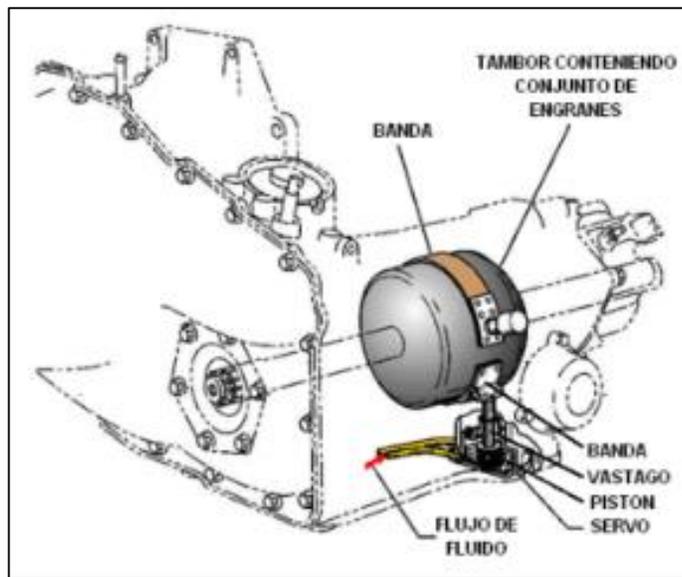
La banda de fricción de una transmisión es usada para bloquear y mantener fijo a un miembro del conjunto de engranajes planetarios, como se muestra en la figura 55. La banda está anclada a la carcasa de la transmisión en uno de sus extremos, mientras el otro es controlado por un servo. Debido a que la banda está anclada a la carcasa, la banda y el tambor son mantenidos estacionarios cuando el servo es aplicado. Una banda está hecha generalmente de acero con un recubrimiento de material de fricción en el diámetro interior para sujetar y mantener fijo un tambor, evitando que este gire.



**Figura 55.** Aplicación de banda de fricción.  
Fuente: (Torres, 2017)

#### d. Servos

Un servo consiste en un pistón, un resorte y un perno de aplicación que están ubicados en un cilindro en la carcasa de la transmisión, como se muestra en la figura 56. Un extremo del perno de aplicación está conectado al pistón. El fluido de la transmisión es dirigido detrás del pistón del servo hacia la banda. El perno del servo comprime la banda alrededor del tambor hasta que se mantiene fijo. Para liberar la banda, se permite que el fluido escape del cilindro del servo y la fuerza del resorte mueve al pistón y al perno de aplicación separándolos de la banda. En la mayoría de aplicaciones, la presión del fluido es usada para asistir a la fuerza del resorte en la liberación del servo.



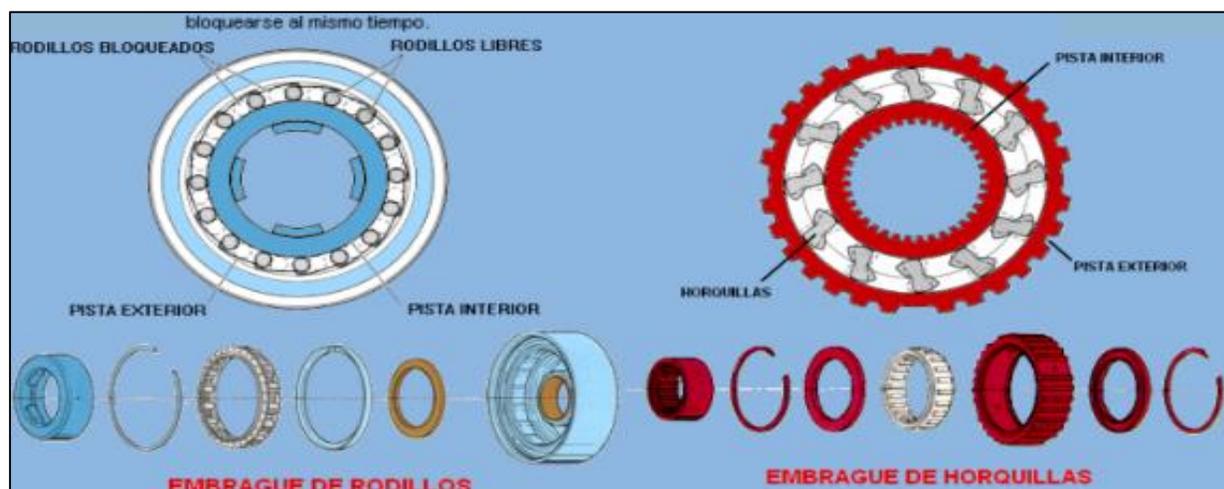
**Figura 56.** Funcionamiento del servo.

Fuente: (Benítez, 2016)

#### **e. Embragues de un solo sentido**

El embrague de un solo sentido es otro tipo de dispositivo de aplicación que puede bloquear o impulsar a un componente de la transmisión. Los embragues de un solo sentido permiten que los componentes giren únicamente en una dirección. Los embragues de rodillos y horquillas, como se muestra en la figura 57, son del tipo de embragues de un solo sentido que se usan en la transmisión automática.

Los embragues de un solo sentido tienen una ventaja sobre los otros tipos de dispositivos de aplicación debido a que ellos no necesitan una fuerza hidráulica para hacer su trabajo. El embrague de un solo sentido se localiza entre dos componentes: un componente funciona como la pista interior para el embrague mientras el otro componente funciona como la pista exterior. El concepto básico de un embrague de un solo sentido es que los rodillos (para un embrague de rodillos) o las horquillas (para un embrague de horquillas), actúan como “cuñas” entre las dos pistas y fuerzan a los componentes a bloquearse al mismo tiempo.

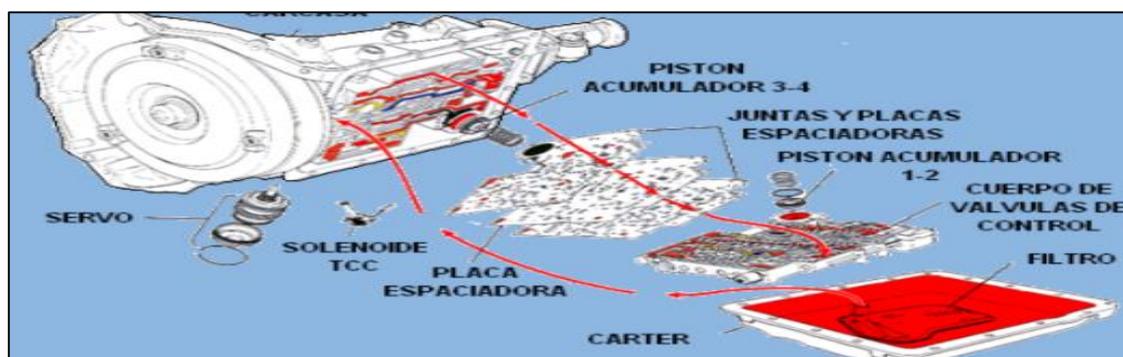


**Figura 57.** Tipos de embragues unidireccionales

Fuente: (Andrés, 2016)

## 2.15. Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico de la transmisión presuriza y distribuye el fluido de la transmisión a los dispositivos de aplicación, como se muestra en la figura 58. También el fluido es dirigido a diferentes circuitos de fluido para lubricar a los engranes y componentes de la transmisión. Los principales componentes del sistema hidráulico incluyen la bomba de aceite y el cuerpo de válvulas de control. El sistema eléctrico de la transmisión trabaja conjuntamente con el sistema hidráulico para controlar la secuencia y sensación de los cambios (ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, 2015).

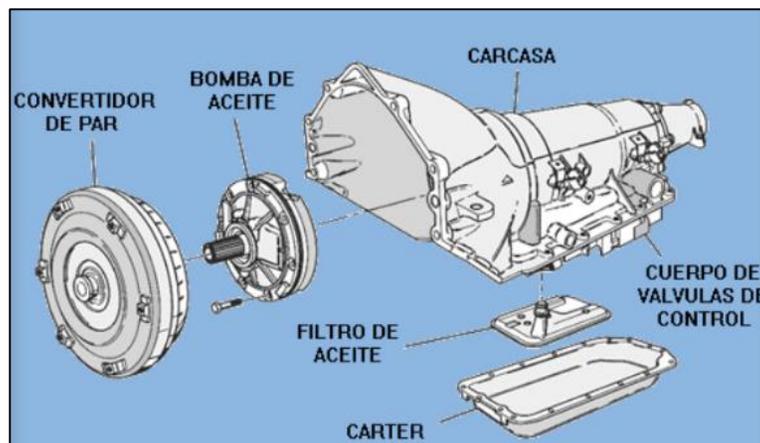


**Figura 58.** Sistema hidráulico de la transmisión automática.

Fuente: (Torres, 2017)

### 2.15.1. Bomba de Aceite de la Transmisión

La presión de operación de la transmisión, conocida como presión de línea, es desarrollada por la bomba de aceite de la transmisión, como se muestra en la figura 59. La bomba de aceites es considerada el “corazón” de la transmisión debido a que mantiene la presión del fluido y lo distribuye a través de toda la transmisión.



**Figura 59.** Bomba de aceite.

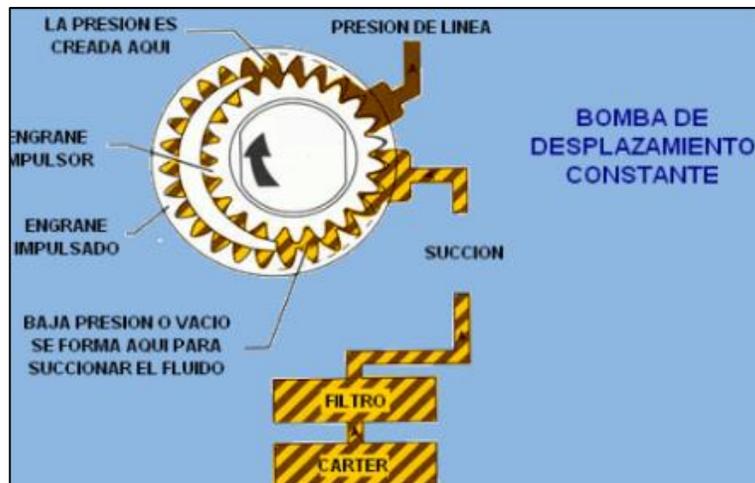
Fuente: (Torres, 2017)

#### a. Bomba de Desplazamiento Constante

El engrane impulsor de la bomba es impulsado por el convertidor de par a la velocidad del motor. Conforme gira el engrane impulsor de la bomba, se crea un vacío en la entrada de la bomba de aceite. Entonces la presión atmosférica empuja al fluido del cárter que actúa como recipiente, a través del filtro de aceite principal y dentro de la bomba de aceite. Algunas aplicaciones con propulsión en las ruedas delanteras usan la cubierta lateral como colector o recipiente del fluido. Sin embargo, la mayoría de aplicaciones usan al cárter inferior como el recipiente del fluido.

El fluido es presurizado conforme es forzado a fluir a través de la bomba. La presión del fluido es creada debido a que el volumen de fluido entre engranes impulsor y el impulsado disminuye

conforme el fluido fluye a través de la bomba, hasta su salida. Las bombas del tipo de engranes son llamadas de desplazamiento constante, como se puede ver en la figura 60, debido a que entregan la misma cantidad de fluido en cada una de las revoluciones de los engranes.



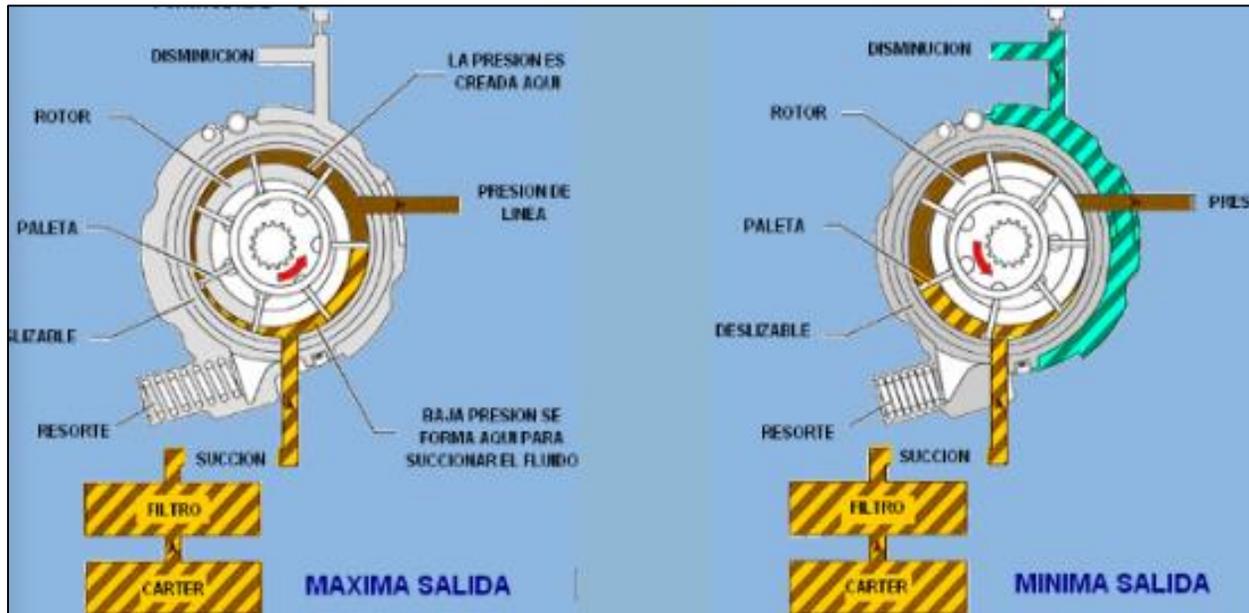
*Figura 60.* Bomba de desplazamiento constante.

Fuente: (Torres, 2017)

### **b. Bomba de Desplazamiento Variable**

Algunas transmisiones usan una bomba de capacidad variable del tipo de paletas. Las bombas de desplazamiento variable usan un rotor, un deslizable y un conjunto de paletas en lugar de los engranes, como se puede ver en la figura 62. Como su nombre lo indica estas bombas pueden variar la cantidad de fluido que entregan al sistema hidráulico de la transmisión. Cuando la transmisión necesita menos volumen del fluido, esto determinado el sistema de regulación de presión, la alimentación del circuito de disminución de presión es dirigida al deslizable de la bomba, moviendo hacia el rotor y contra la fuerza de su resorte. Con el deslizable de la bomba en esta posición el volumen de fluido de las cámaras se reduce y drena menos fluido del cárter. Esto incrementa la eficiencia de la bomba de aceite durante ciertas condiciones por la reducción de la potencia necesaria para impulsar la bomba.

**NOTA.** - ambos tipos de bombas, de desplazamiento constante o variable, son usadas en transejes (FWD y transmisiones (RWD)).

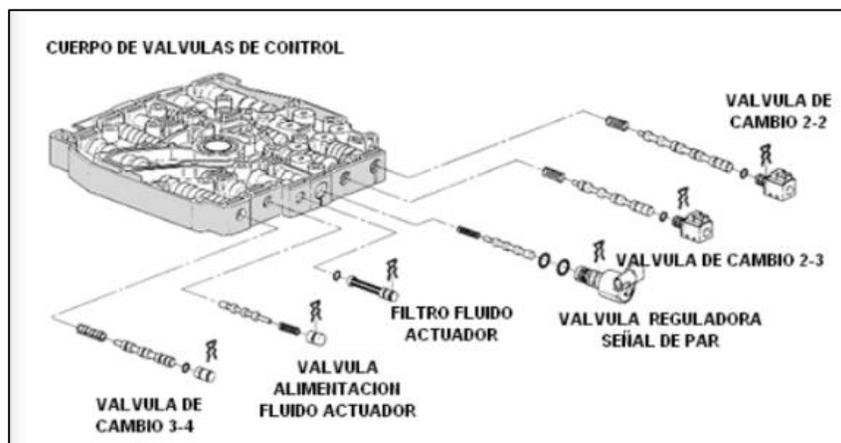


**Figura 61.** Bomba de desplazamiento variable.

Fuente: (Torres, 2017)

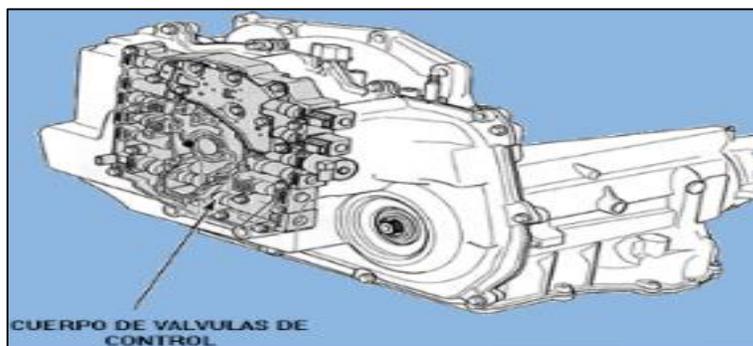
### 2.15.2. Cuerpo de Válvulas de Control

El cuerpo de válvulas contiene a la mayoría de las válvulas que controlan a la transmisión automática, figura 63. Algunas aplicaciones pueden tener válvulas en la bomba de aceite u otros componentes. Las válvulas pueden ser clasificadas según su funcionamiento, como se puede ver en la figura 62, en una de dos categorías: válvulas de regulación de presión y válvulas de control direccional.



**Figura 62.** Cuerpo de válvulas de control.

Fuente: (Rangel, 2011)

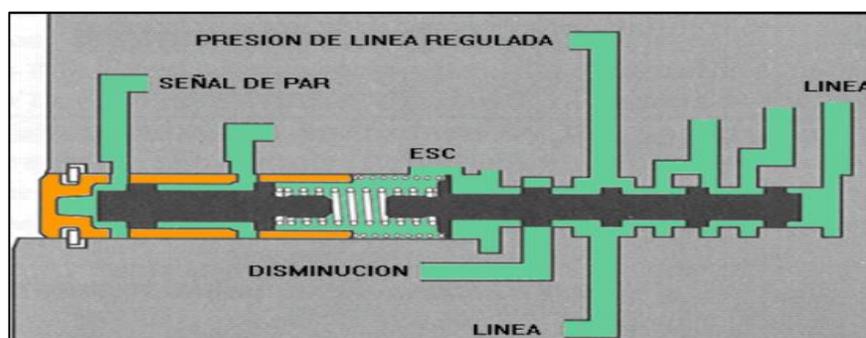


**Figura 63.** Ubicación del cuerpo de válvulas de control.

Fuente: (Andrés, 2016)

#### a. Válvulas de Regulación de Presión:

Estas válvulas son usadas para controlar la presión del fluido.



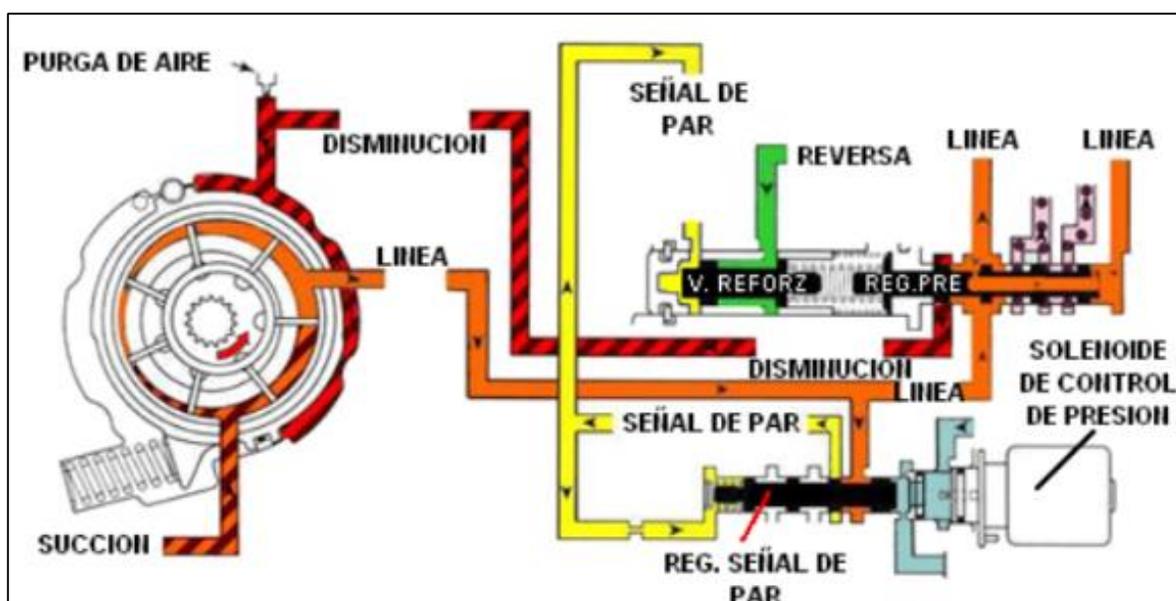
**Figura 64.** Funcionamiento de la válvula reguladora de presión.

Fuente: (Andes, 2015)

El fluido proviene de la bomba es dirigido a la válvula reguladora de presión. Esta válvula es la responsable de regular la presión de operación o presión de línea de la transmisión en base a las condiciones de operación del vehículo. Conforme se incrementa la velocidad del motor, la aceleración o la carga del vehículo se necesita una mayor presión para aplicar bandas y embragues.

La válvula reguladora de presión es controlada básicamente por la presión del fluido de la señal del par. El Modulo de Control del Tren de Potencia (PCM) monitorea las condiciones de operación del vehículo y usa al Solenoide de Control de Presión (PCS) para variar la presión del fluido de la señal de par en relación a estas condiciones. Esto proporciona un control preciso de la presión hidráulica de la transmisión para cualquier condición de operación.

La presión del fluido también es dirigida a la válvula reforzada, cuando el vehículo está en Reversa (observe el pasaje de fluido de reversa). Esta presión incrementa el rango de operación de la presión de línea cuando a la transmisión está en reversa, diagrama número 1.

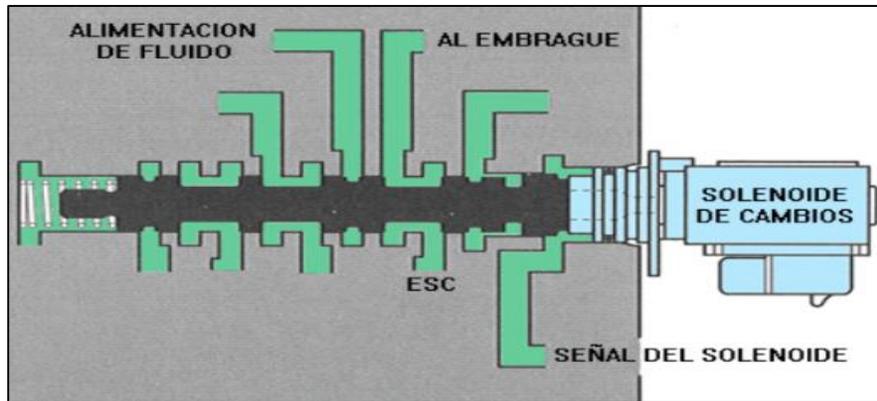


**Diagrama 1.** Válvula reguladora de presión.

Fuente: (Blogger., 2012)

### b. Válvulas de Control Direccional:

Estas válvulas controlan la dirección del fluido abriendo o cerrando pasajes de fluido, como se puede ver en la figura 65.



**Figura 65.** Válvula de control direccional

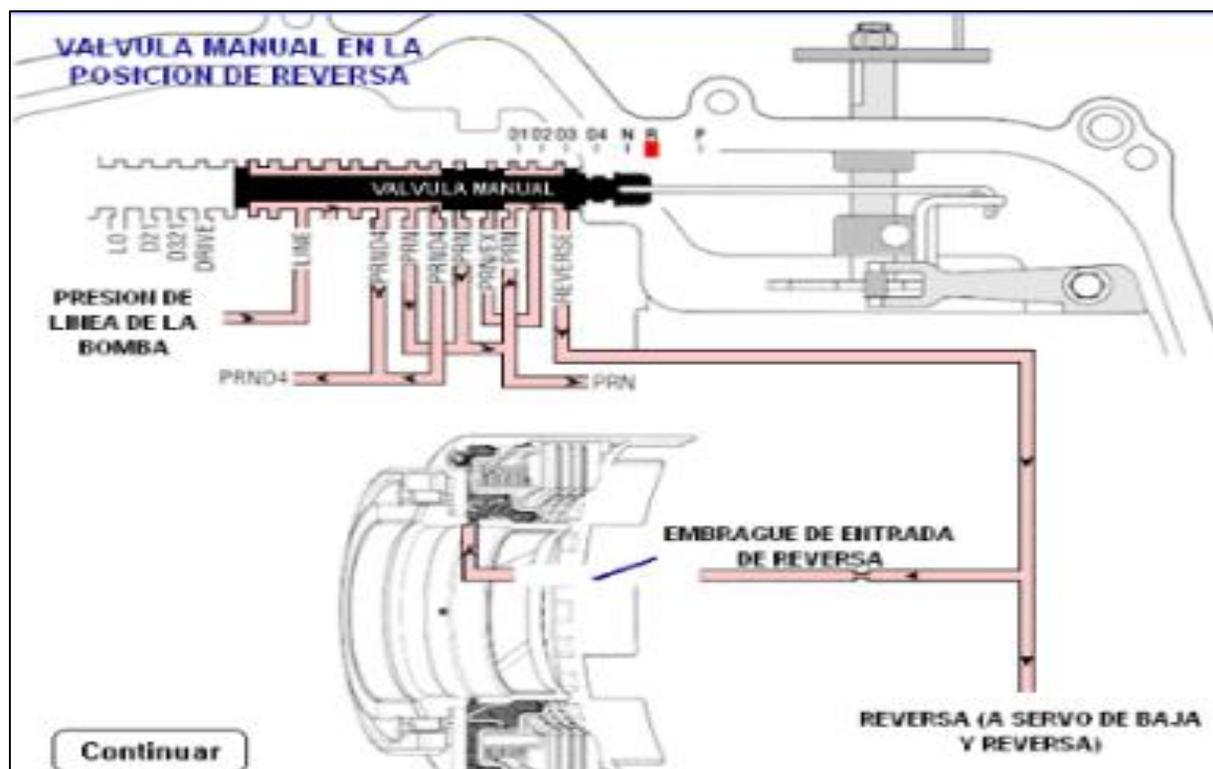
Fuente: (Blogger., 2012)

### c. Válvula Manual

La válvula manual está conectada mecánicamente a la palanca de selección, la cual es controlada por el conductor. Cuando el conductor mueve la palanca de selección a una determinada posición (Park, Reversa, Neutra, Overdrive, Tercera Manual, Segunda Manual, Primera Manual), la válvula manual también se mueve. Conforme la válvula manual se mueve, abre y cierra diferentes pasajes de fluido para permitir que la presión de línea entre o escape. La válvula manual es alimentada con presión de línea proveniente de aceite. Dependiendo de la posición seleccionada, el fluido es dirigido a un dispositivo de aplicación o a una válvula de cambios. Por ejemplo, en el diagrama 2, cuando se cambia de Park a Reversa, la válvula manual permite que la presión de la línea entre el circuito de fluido para aplicar, ya sea, una banda o un embrague para obtener Reversa (el circuito del embrague de Reversa en este ejemplo).

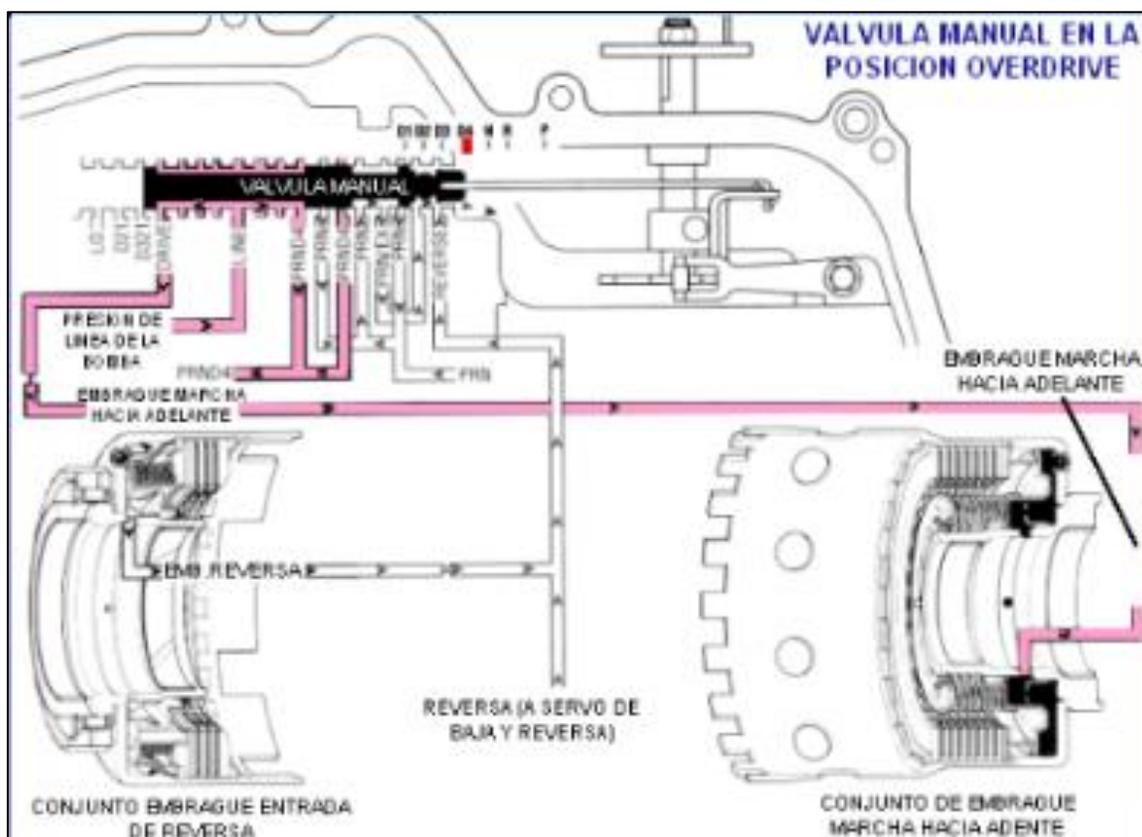
Cuando el conductor mueve la palanca de selección de Reversa a la posición Overdrive, la válvula manual permite que la presión de la línea entre a varios circuitos de fluido (el circuito del embrague de marcha hacia adelante, en este ejemplo) para aplicar el embrague de marcha hacia adelante. Sin embargo, antes del embrague de marcha hacia adelante puede aplicarse, al embrague de reversa debe liberarse.

La válvula manual evita que, entre fluido al circuito de reversa, y el fluido que estaba en ese circuito escapa pasando por la válvula y entra al cárter. Esto libera al embrague de reversa que había sido.



**Diagrama 2.** Válvula manual en posición de Reversa.

Fuente: (Blogger., 2012)

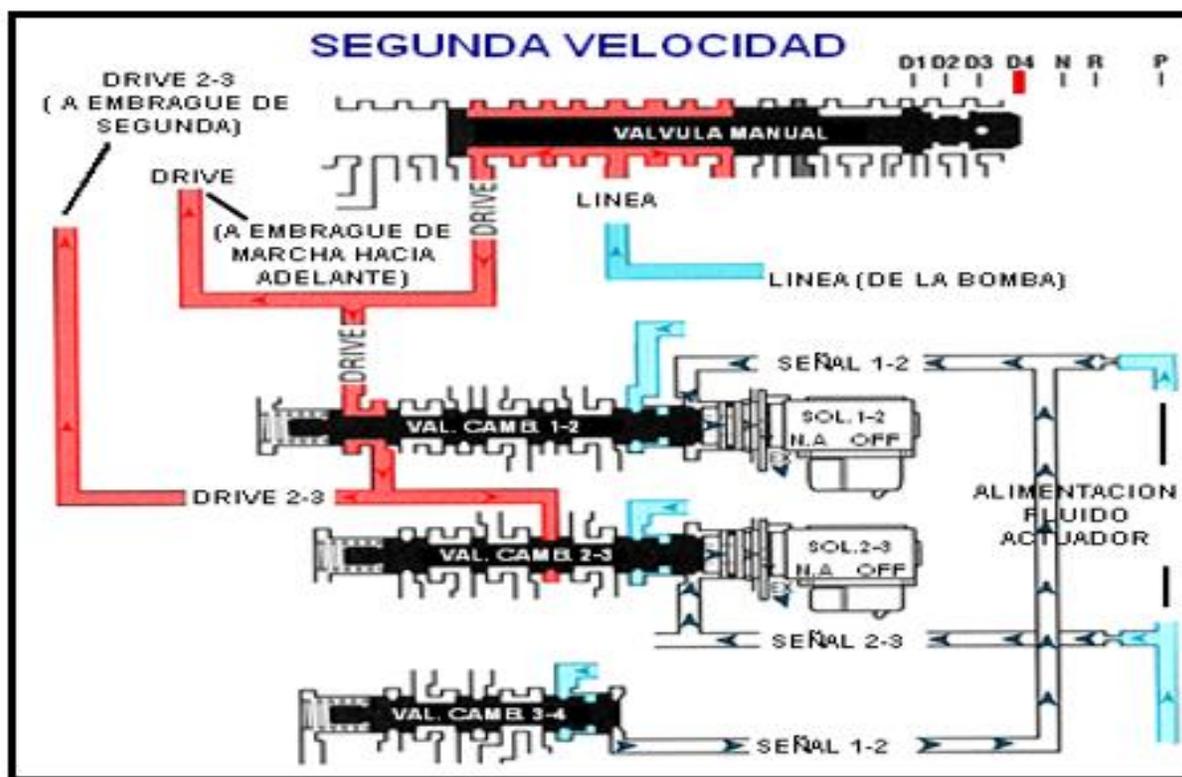


**Diagrama 3.** Válvula manual en posición de Overdrive.

Fuente: (Blogger., 2012)

#### **d. Válvulas de Cambios**

Las válvulas de cambios controlan la dirección del fluido a los diferentes circuitos de aplicación para iniciar los cambios automáticos de la transmisión. Una válvula de cambios en una transmisión automática controlada electrónicamente es controlada por presión de fluido que proviene de un solenoide de cambios. Cuando las condiciones son adecuadas para un cambio a otra velocidad, de primera a segunda velocidad, el PCM comanda al solenoide de cambios correspondiente para dirigir presión de fluido a la válvula 1-2, como se muestra en el diagrama 4. La presión del fluido mueve a la válvula contra la fuerza del resorte y a la posición de cambio ascendente.



**Diagrama 4.** Válvula de Cambios-Segunda Velocidad.

Fuente: (Dany Megaboy, 2014)

#### e. Resumen

En general, las transmisiones tienen: una válvula de cambios de 1-2, una de 2-3 y una de 3-4 para controlar sus cambios respectivamente. Estas tres válvulas de cambios son controladas por una combinación de presión de fluido proveniente de los solenoides de cambios (llamados también los solenoides de cambios de 1-2, o "A", y el solenoide de cambios 2-3, o "B", figura 66.

Posición del cambio	Fases		RANGE	GEAR	1-2/3-4 SOL N.C.	2-3 SOL N.O.	RANGE	GEAR	SHIFT SOLENOIDS		
	Solenoides No. 1 - A	Solenoides No. 1 - B							"A"	"B"	
P	○	×	P-N		OFF	ON	PARK		ON *	ON *	
R	○	×		R	REVERSE	OFF	ON	REVERSE		ON *	ON *
N	○	×	D				NEUTRAL		ON *	ON *	
D	Engranaje de 1ra	○		1st		OFF	ON	1st		ON	ON
	Engranaje de 2a	○		2nd		ON	ON	2nd		OFF	ON
	Engranaje de 3a	×		3rd		ON	OFF	3rd		OFF	OFF
	Sobremarcha	×		4th		OFF	OFF	4th		ON	OFF

**Figura 66.** Interruptor de posición de la palanca de cambios.

Fuente: (Villafuente, 2016)

#### **f. Válvula de Cambio del Embrague del Convertidor de Par (TCC)**

El solenoide del TCC funciona como una válvula de descarga de presión cuando se desenergiza, Cuando el PCM le ordena que se active, el solenoide del TCC deja de liberar aceite de señal del convertidor y permite que se cree presión en contra de la válvula de aplicación del embrague del convertidor. La válvula del convertidor se reposiciona y el embrague del convertidor se acopla. (LUIS, 2016)

La aplicación del convertidor de par también es controlada por una válvula del tipo de válvula de cambio, o por combinación de válvulas. Esta válvula (o válvulas dependiendo del diseño de la transmisión) es controlada por la presión del fluido del solenoide TCC cuando este es energizado. El PCM energiza al solenoide TCC cuando las condiciones de operación son apropiadas para aplicar el Embrague del Convertidor de Par.

#### **2.15.3. Acumuladores**

Los acumuladores de presión tienen entre otras la principal función de amortiguar o suavizar el cambio de marcha a marcha. Otras funciones vemos a continuación.

- a. Almacenamiento de energía en la presión hidráulica.
- b. Impacto y amortiguación de las pulsaciones cuando las válvulas solenoides se encuentran en funcionamiento.
- c. Funcionamiento como elemento de muelle resorte.
- d. Cambio suave evitando el accionamiento repentino de embragues y frenos. (Jiménez, 2016)

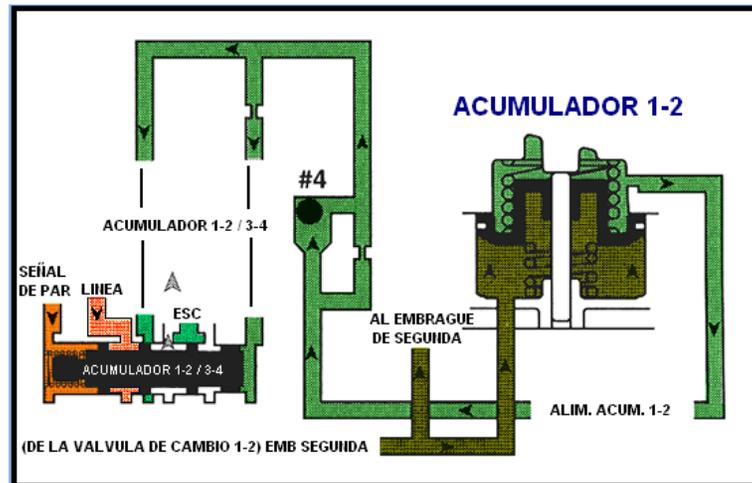
En la mayoría de los cambios de velocidad se usan acumuladores para ayudar a controlar la sensación del cambio, como se muestra en la figura 67. Un acumulador es un dispositivo que actúa

bajo la carga de un resorte, que absorbe cierta cantidad de la presión del fluido para amortiguar la aplicación de un embrague o una banda. Este efecto de amortiguación es similar a la función que realiza un amortiguador en la carrocería del vehículo.

La presión del fluido de aplicación es dirigida a un acumulador al mismo tiempo que el fluido es dirigido a un embrague o una banda. Conforme el embrague, o la banda empiezan a aplicarse, la presión del fluido se incrementa rápidamente en el circuito del fluido de aplicación. Esta presión también mueve al pistón del acumulador contra la fuerza del resorte. Esta acción absorbe algo de la presión inicial del fluido de aplicación para permitir una sensación de aplicación más suave del embrague o banda.

La mayoría de los acumuladores usan presión de fluido para asistir al resorte en la absorción de la presión del fluido de aplicación. La presión del fluido del acumulador es regulada por una válvula del acumulador en relación a las condiciones de operación del vehículo (la válvula del acumulador es regulada por la presión del fluido de la señal de par que es controlada por el solenoide de control de presión).

A medida que la presión del fluido de aplicación del embrague mueve al pistón contra la fuerza del resorte, algo del fluido del acumulador es empujado fuera del acumulador y escapa en la válvula del acumulador. Cuando las condiciones de operación del vehículo requieren un cambio firme (durante condiciones de aceleración severa, por ejemplo), el fluido del acumulador es regulado a una presión más alta. El incremento en la presión del fluido del acumulador hace más difícil que la presión del fluido de aplicación del embrague mueva al pistón del acumulador. Por lo tanto, la presión en el circuito de aplicación del embrague se incrementa más rápidamente y proporciona un cambio firme.



**Figura 67.** Acumuladores

Fuente: (Blogger., 2012)

#### 2.15.4. Balines

Los balines proporcionan un control direccional en un pasaje de fluido, como se muestra en la figura 68. Una función básica del balín permite que dos circuitos de fluido diferentes alimenten un circuito común. Por ejemplo, en algunos rangos de velocidad el circuito de fluido D4 alimenta fluido al circuito del Embrague de segunda. Cuando esto suceda, el fluido de D4 sienta al balín contra el circuito de D2. En otros rangos de velocidad, el fluido de D2 alimenta el circuito de fluido del embrague de segunda y sienta al balín contra el circuito de D4.

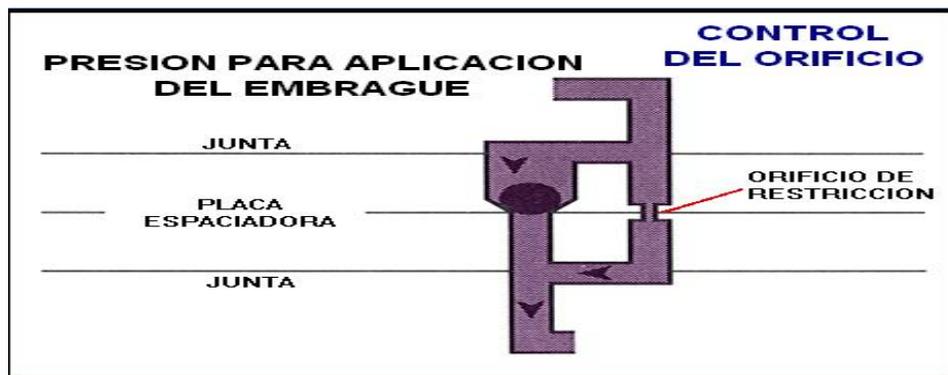


**Figura 68.** Balines

Fuente: (LUIS, 2016)

Los balines también son usados para proporcionar algo de control sobre la sensación del cambio. Durante la aplicación del embrague, por ejemplo, la presión del fluido sienta al balín y obliga a la

presión del fluido de aplicación a fluir a través de un orificio, como se observa en la figura 69. El tamaño del orificio controla la intensidad del fluido y el grado de aplicación del embrague. Cuando el embrague se libera, la presión del fluido de liberación mueve de su asiento al balín, y permite que la presión del fluido de aplicación escape rápidamente.



**Figura 69.** Presión para aplicación del embrague.

Fuente: (LUIS, 2016)

### 2.15.5. Control electrónico

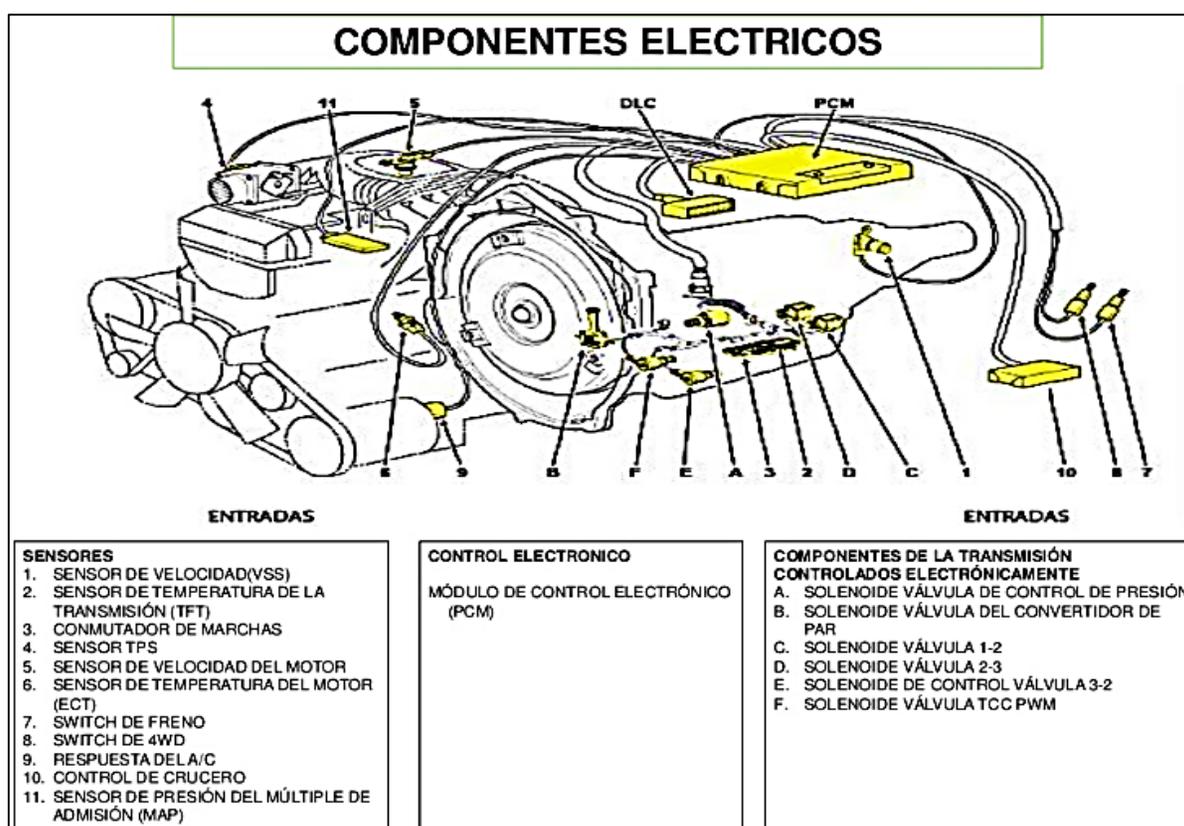
#### a. Módulo de control del tren de potencia (PCM)

El módulo de control del tren de potencia (Powertrain Control Module PCM) es la computadora que funciona como el "cerebro" de la transmisión automática controlada electrónicamente. El PCM recibe entradas electrónicas de varios sensores en el vehículo y procesa esa información para determinar las condiciones de operación del vehículo, como se observa en la figura 70. Dependiendo de esas condiciones de operación del PCM controla lo siguiente:

- a) Los cambios ascendentes y descendentes operando un par de solenoides de cambios en una secuencia ON/OFF (Villafuerte, 2016).
- b) La calidad de cambios de la transmisión, controlando electrónicamente al solenoide de control de presión (PCS) el cual ajusta la presión de línea.

- c) El tiempo de aplicación y liberación del embrague del convertidor de par (TCC) y en algunas aplicaciones la sensación de aplicación del TCC, por medio del control de solenoide del embrague del convertidor de par (torque converter clutch –TCC) o solenoides (dependiendo de la aplicación) solenoide TCC ON/OFF, solenoide TCC M modulado por Ancho de Pulso-PWM.

El control electrónico de estas características de operación proporciona calidad de cambios y puntos de cambios consistentes y precisos, basado en las condiciones de operación del vehículo (Villafuerte, 2016).



**Figura 70.** Módulo de control del tren de potencia. (PCM)

Fuente: (LUIS, 2016)

## **2.16. Control Básico de la Secuencia de los Cambios**

Las principales entradas que usa el PCM para controlar la secuencia de los cambios de velocidad son: el Sensor de Posición del Acelerador (TP) y el Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS). Aunque el PCM usa otra información para controlar la secuencia de los cambios de velocidad, es sencillo explicar, primero con el sensor TP y el sensor VSS como entradas, y después presentar las otras entradas de información que el PCM procesa para determinar la secuencia de los cambios.

### **2.16.1. Sensor de Velocidad del Vehículo (VSS)**

Este sensor de velocidad de impulsión es un dispositivo fonocaptador magnético de dos cables que genera señales de CA mientras gira. Esta 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:

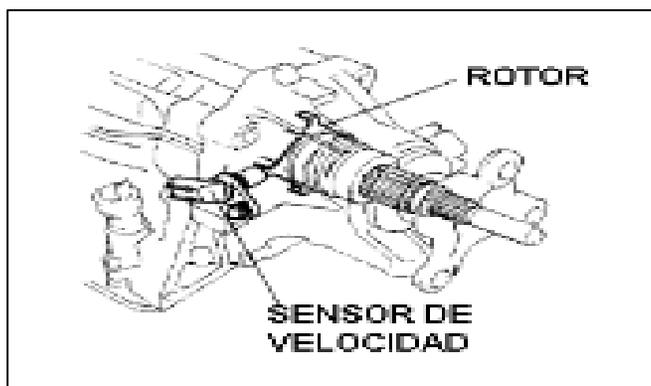
El sensor de velocidad de impulsión proporciona información acerca de la velocidad a la que gira el eje impulsor, como se muestra en la figura 71. A medida que los dientes de la maza del embrague de impulsión pasan por la bobina del sensor, se genera voltaje corriente alterna que recibe el TCM. El TCM interpreta esta información como los 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.
- Calculo 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 (Villafuerte, 2016).



**Figura 71.** Sensor de Velocidad del Vehículo.  
Fuente: (Benítez, 2016)

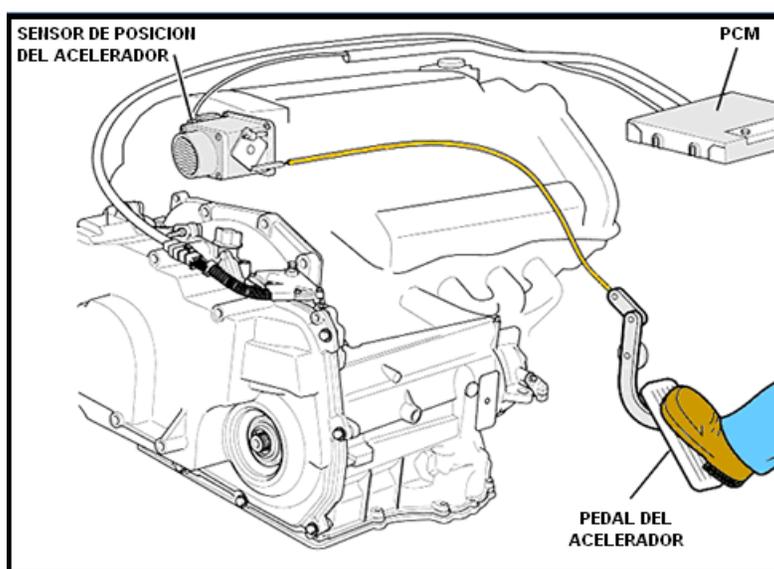
### **2.16.2. Sensor de Posición del Acelerador (TPS)**

Este sensor TPS (**Throttle Position Sensor**) está situado sobre la mariposa, y en algunos casos del sistema mono punto está en el cuerpo (el cuerpo de la mariposa es llamado también como unidad central de inyección).

Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control, como se muestra en la figura 72. El tipo de sensor de mariposa más extendido en su uso es el denominado potenciómetro. Consiste en una resistencia variable lineal alimentada con una tensión de 5 volts que varía la resistencia proporcionalmente con respecto al efecto causado por esa señal.

Si no ejercemos ninguna acción sobre la mariposa entonces la señal estaría en 0 volts, con una acción total sobre ésta la señal será del máximo de la tensión, por ejemplo 4.6 volts, con una aceleración media la tensión sería proporcional con respecto a la máxima, es decir 2.3 volts.

Generalmente tiene 3 terminales de conexión, o 4 cables si incluyen un switch destinado a la marcha lenta. Si tienen 3 cables el cursor recorre la pista pudiéndose conocer según la tensión dicha la posición del cursor. Si posee switch para marcha lenta (4 terminales) el cuarto cable va conectado a masa cuando es detectada la mariposa en el rango de marcha lenta, que depende según el fabricante y modelo (por ejemplo, General Motors y Bosch acostumbran situar este rango en  $0.50 \pm 0.05$  volts. (Blogger., 2012)



**Figura 72.** Sensor de Posición del Acelerador (TP)  
Fuente: (LUIS, 2016)

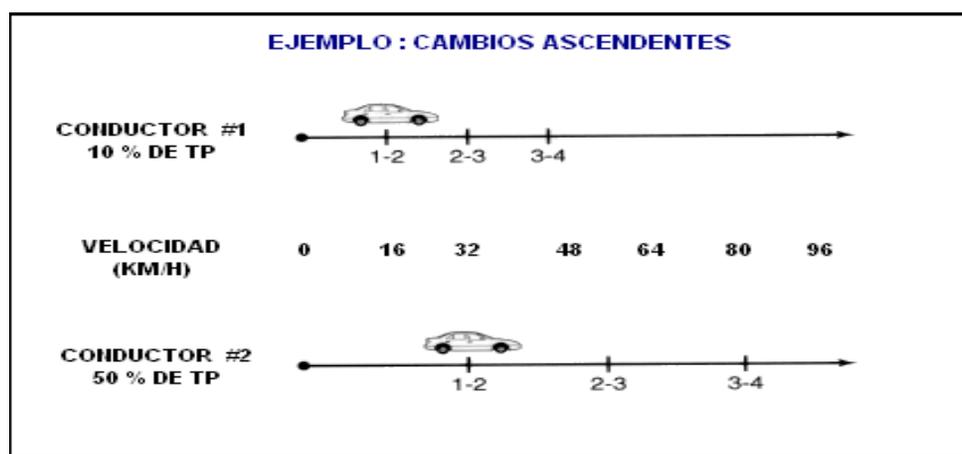
### 2.16.3. Cambios Ascendentes y Descendentes

El PCM está calibrado para proporcionar cambios ascendentes y cambios descendentes a determinadas velocidades dependiendo de la posición del acelerador.

### a. Cambios Ascendentes

Como un ejemplo, considere a dos tipos de conductores diferentes moviéndose desde un alto (por ejemplo, una luz de STOP), como se observa en la figura 73 y operando a posiciones de acelerador constantes.

- El conductor numero 1 acelera el vehículo suavemente (10% de posición del acelerador).
- El conductor numero 2 acelera el vehículo rápidamente (50% de posición del acelerador).



**Figura 73.** Cambios ascendentes

Fuente: (Dany Megaboy, 2014)

El conductor número 2 se mueve mucho más rápido que el conductor número 1. También, el conductor numero 2 cambiara a Segunda, Tercera y Cuarta Velocidad, tiempo después y a una velocidad mayor que el conductor número 1. El PCM extiende el tiempo de cambio para el conductor número 2 con el fin de mantener el incremento en la aceleración, en base a la señal del sensor de posición del acelerador.

Como otro ejemplo, si el conductor numero 2 está viajando a 64 km/h y 50% de posición del acelerador (en Tercera velocidad) y desacelera a un 10% de TP, la transmisión hará rápidamente un cambio ascendente a Cuarta velocidad.

La disminución del TP al 10% causa que la transmisión tenga un cambio ascendente a cuarta velocidad.

#### **b. Solenoides de Cambios OFF**

Ambos solenoides de cambios permanecen OFF y la transmisión funciona en la velocidad que coincida con ambos solenoides de cambios OFF. Generalmente la transmisión funciona en Segunda o Tercera Velocidad con ambos solenoides OFF. Esto le indica al conductor que hay un problema con la transmisión, pero le permite manejar al vehículo al centro de servicio más cercano.

#### **TCC OFF**

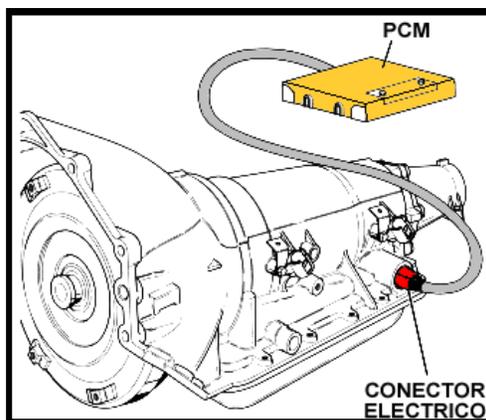
El TCC permanece OFF para evitar el deslizamiento potencial y el TCC ON puede no ser conveniente.

#### **c. Adaptabilidad a los Cambios**

En algunas aplicaciones electrónicas el PCM tiene la capacidad para adaptarse a las características cambiantes de los componentes de la transmisión conforme ellos se desgastan. El PCM monitorea "el tiempo de cambio de las relaciones de engranaje" el cual es el tiempo que toma un embrague para aplicarse. A medida que los componentes de la transmisión se desgastan con un kilometraje alto el tiempo de cambio de las relaciones de engranaje tiende a incrementarse. El PCM compensa esto incrementando la presión de línea en la misma medida que el tiempo de cambio de la relación de engranaje originalmente calibrada continúa cambiando. Esto es únicamente una descripción general de la adaptabilidad a los cambios, pero proporciona un conocimiento básico del concepto.

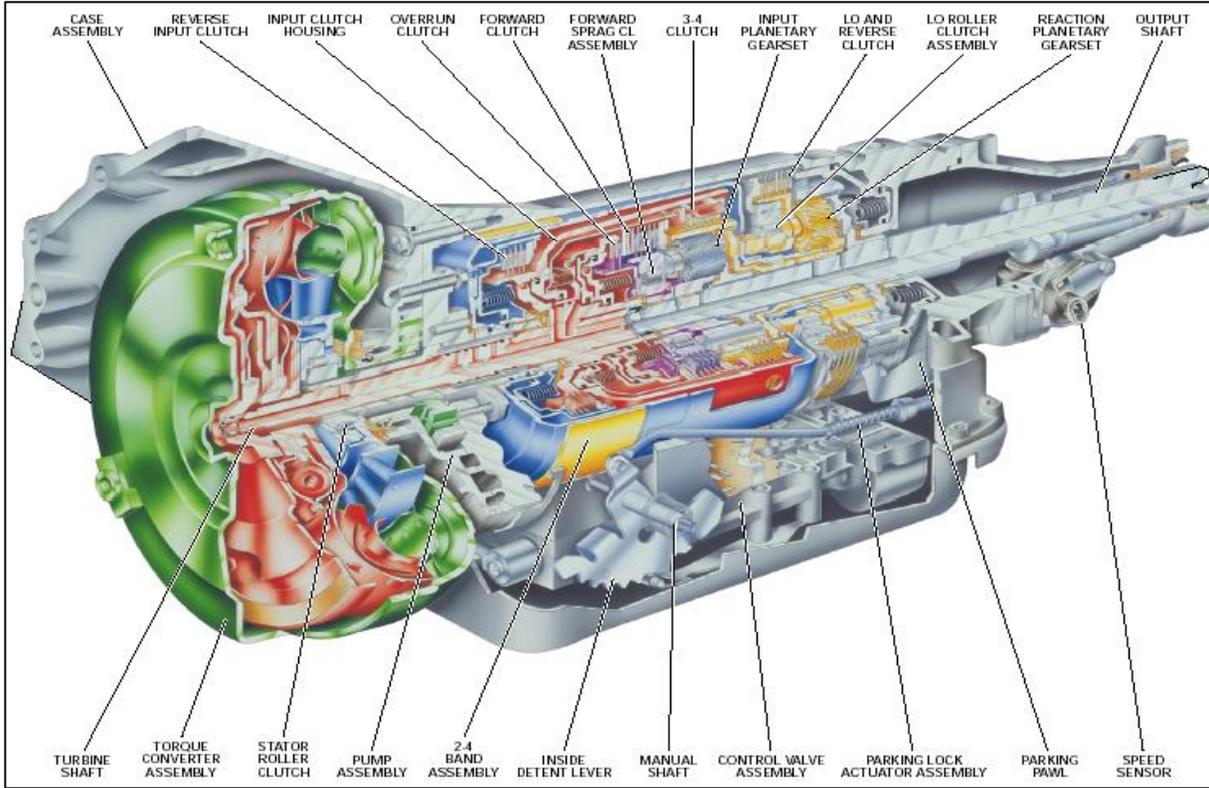
#### d. Conector Eléctrico

Las transmisiones controladas electrónicamente tienen un arnés eléctrico en su interior para alimentar a cada uno de los componentes electrónicos. Este arnés está alambrando al conector que está montado en la carcasa de la transmisión, como indica la figura 74. Otro arnés eléctrico conecta a la transmisión con el PCM como se muestra en la figura 75.



**Figura 74.** Conector eléctrico.

Fuente: (Jiménez, 2016)

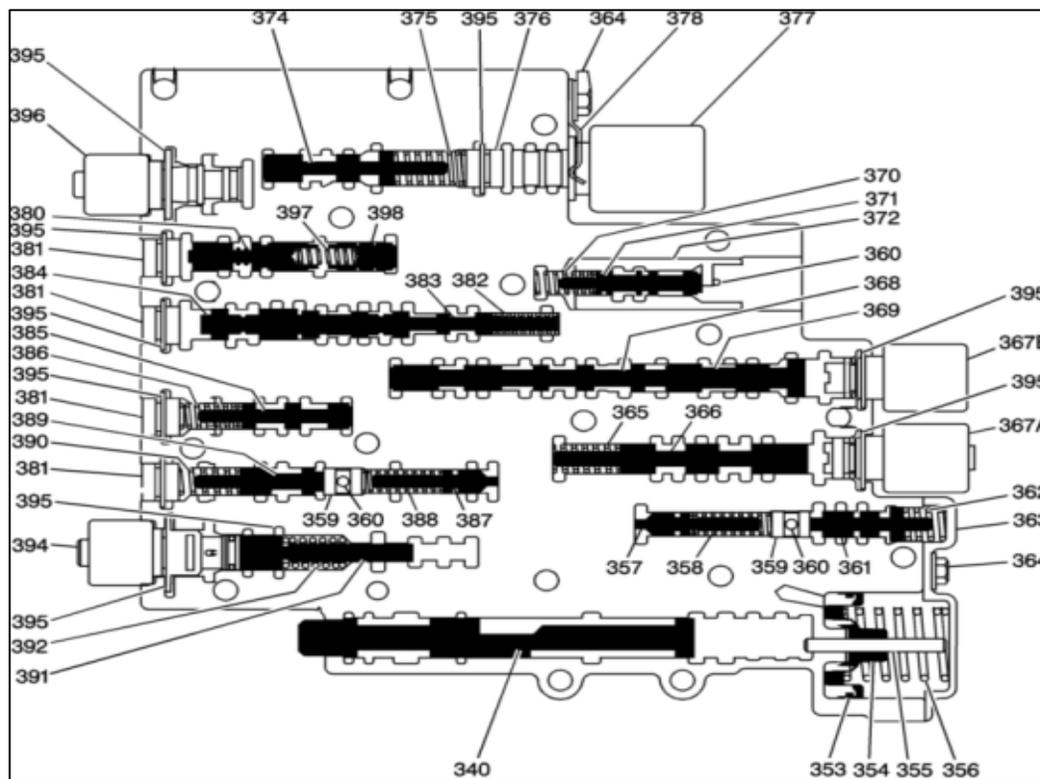


**Figura 75.** Componentes de la transmisión.

Fuente: (Jiménez, 2016)

- Alojamiento del convertidor
- Embrague de marcha atrás
- Alojamiento del embrague de entrada
- Embrague de rueda libre
- Embrague de avance
- Embrague unidireccional de avance
- Embrague de 3-4
- Juego de engranajes planetarios de entrada
- Embrague de marchas cortas/marcha atrás
- Conjunto de embrague del rodillo inferior

- Juego de engranaje planetarios de reacción
- Sensor de velocidad
- Eje de salida
- Extensión de la caja
- Carcasa de la sección principal
- Trinquete de estacionamiento
- Conjunto de accionamiento de bloque de estacionamiento
- Conjunto de válvula de control
- Eje manual
- Banda de freno 2-4
- Bomba
- Embrague del rodillo del estator
- Convertidor de par
- Eje de la turbina



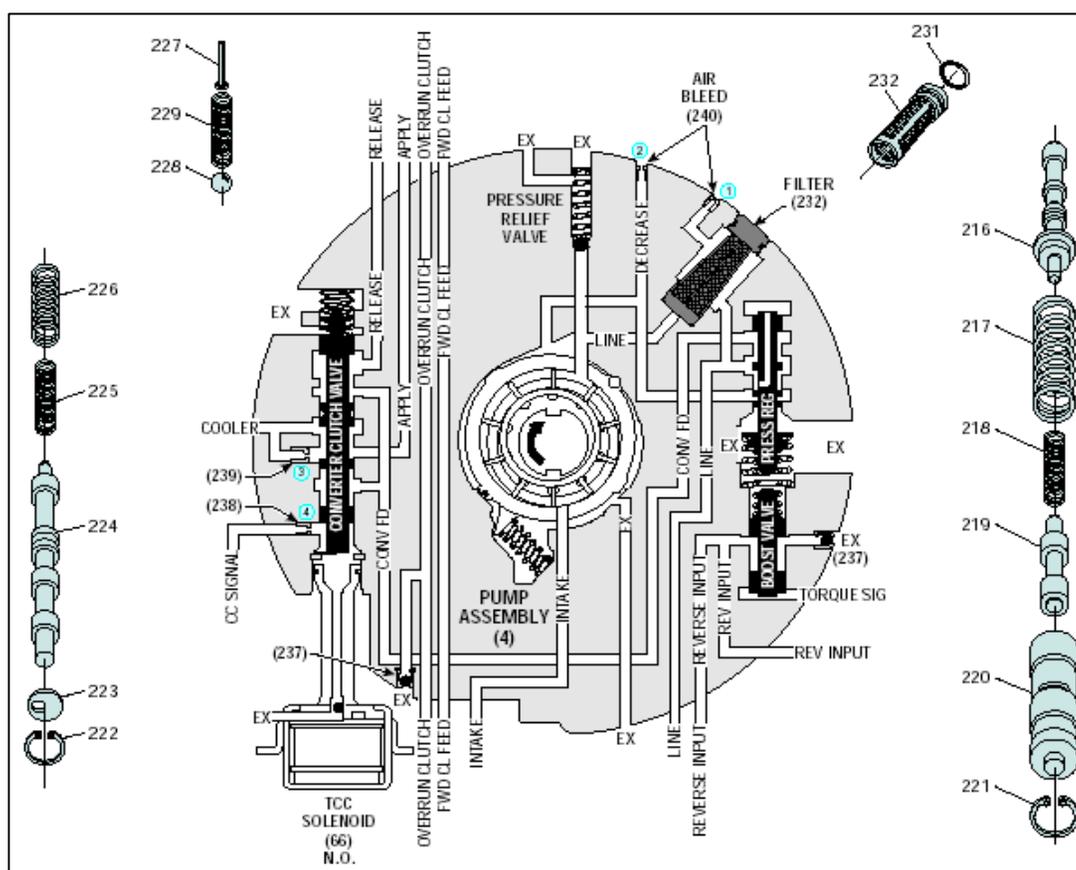
**Figura 76.** Componentes del cuerpo de válvulas.

Fuente: (LUIS, 2016)

- Válvula manual
- Reten de aceite del acumulador de avance
- Pistón del acumulador de avance
- Pasador del acumulador de avance
- Muelle del acumulador de avance
- Válvula de protección de avance
- Muelle de la válvula de protección de avance
- Tapón de orificio
- Pasador de muelle helicoidal

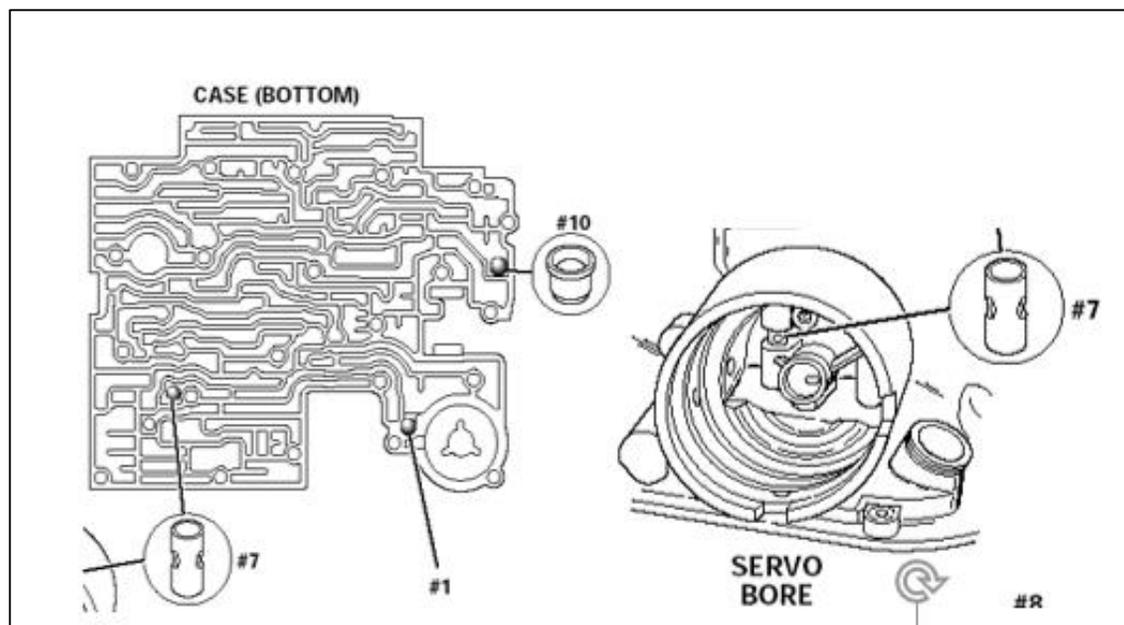
- Válvula de sobre marcha inferior
- Muelle de la sobre marcha inferior
- Muelle de la válvula del cambio 1-2
- Válvula del cambio de 1-2
- Válvula solenoide del cambio 1-2
- Válvula solenoide del cambio 2-3
- Válvula del cambio de 2-3
- Válvula de lanzadera de 2-3
- Muelle de la válvula del acumulador de 1-2
- Válvula del acumulador 1-2
- Válvula de limitación de alimentación del actuador (AFL)
- Muelle de la válvula de limitación de alimentación del accionamiento
- Cubierta del acumulador de avance
- Válvula solenoide de control de presión
- Fiador del solenoide de control de presión
- Muelle de la válvula de la secuencia 4-3
- Válvula de la secuencia 4-3
- Válvula del relé de 3-4
- Válvula del cambio 3-4
- Muelle de la válvula del cambio 3-4
- Válvula de protección de marcha atrás
- Muelle de la válvula de protección de la marcha atrás

- Válvula de cambio descendente de 3-2
- Muelle de la válvula de cambio descendente 3-2
- Válvula de control 3-2
- Muelle de la válvula de control de 3-2
- Válvula solenoide de control de 3-2
- Fiador de solenoide y tapón de orificio
- Válvula solenoide de PWM del TCC
- Muelle de acoplamiento del regulador



**Figura 77.** Partes de la bomba de aceite.

Fuente: (LUIS, 2016)



**Figura 78.** Bloque del cuerpo de válvulas y servo bore.  
Fuente: (LUIS, 2016)

#### 2.16.4. Lógica del Interruptor de Gama del Cambio de Velocidades

**Tabla 1.**

*Ajuste y funcionamiento del interruptor de posición de la palanca de cambios.*

Posición de la palanca selectora	Señal A	Señal B	Señal C	Señal P
Estacionamiento (P)	LOW	HI	HI	LOW
Marcha atrás (R)	LOW	LOW	HI	HI
Punto muerto (N)	HI	LOW	HI	LOW
Marcha 4 (OD)	HI	LOW	LOW	HI
Marcha 3	LOW	LOW	LOW	LOW
Marcha 2	LOW	HI	LOW	HI
Marcha 1	HI	HI	LOW	LOW

HI= tensión de encendido

LOW= 0 voltios

Fuente: (VELOCIDADES, 2011)

### 2.16.5. Circuito Lógico del Interruptor de Posición de Válvula Manual de la Presión del Aceite del Cambio (TFP)

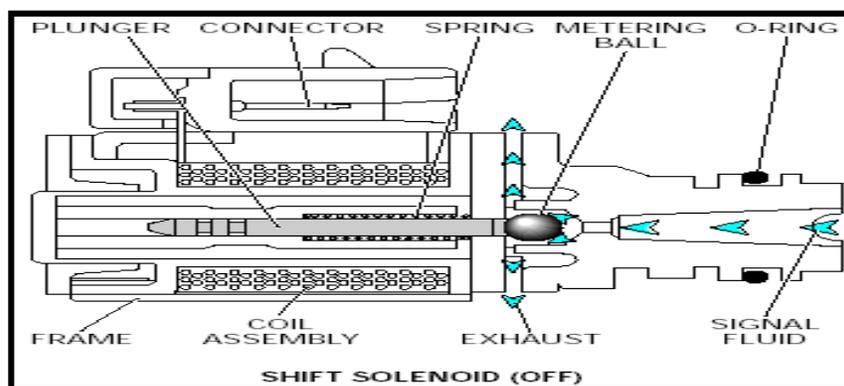
**Tabla 2.**

*Ajuste y funcionamiento del interruptor de posición de la válvula manual de TFP*

Posición de la palanca selectora	Señal A	Señal B	Señal C
Estacionamiento/punto muerto	HI	LOW	HI
Marcha atrás	LOW	LOW	HI
Marcha 1-4	HI	LOW	LOW
Marcha 3	HI	HI	LOW
Marcha 2	HI	HI	HI
Marcha 1	LOW	HI	HI
No valida	LOW	HI	LOW
	LOW	LOW	LOW

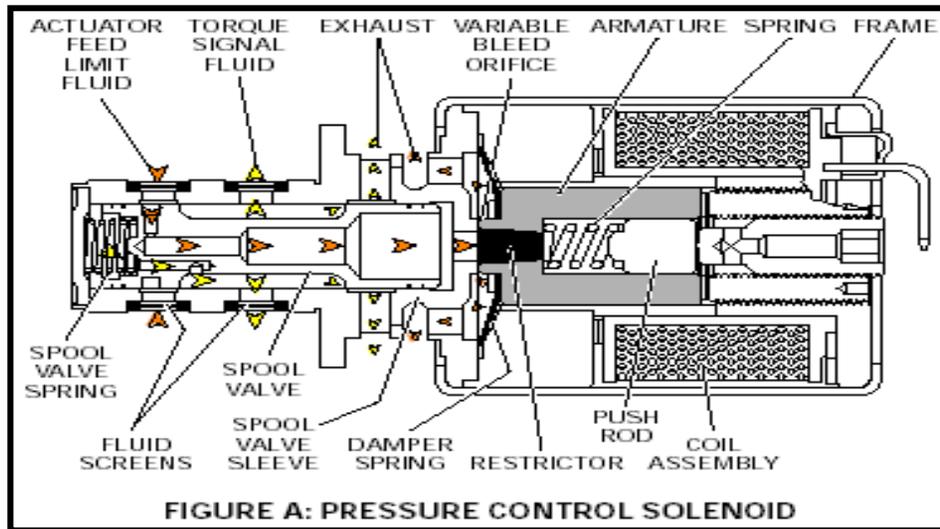
HI= Tensión de encendido

LOW= Tensión 0

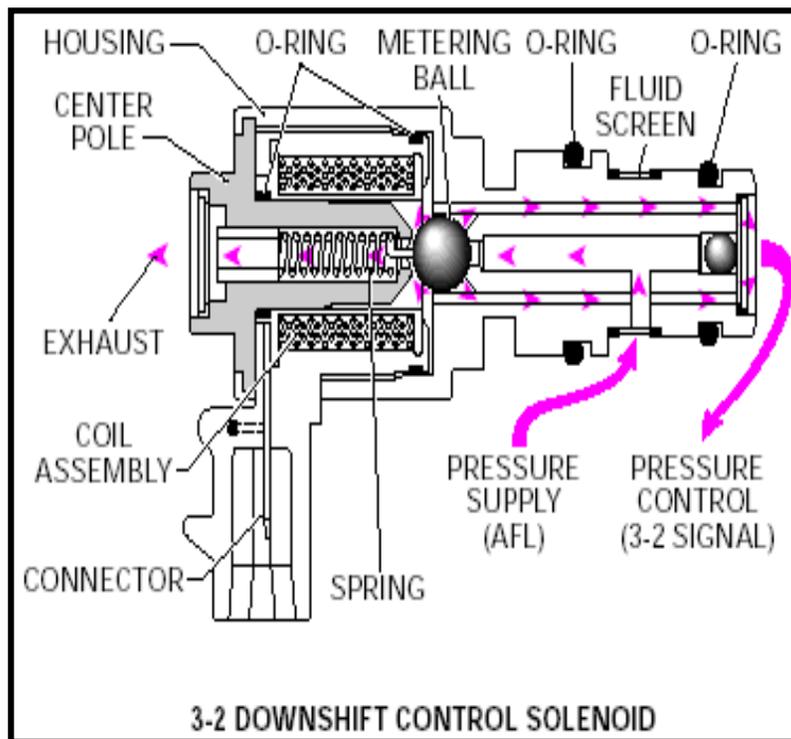


**Figura 79.** Solenoide de control de presión.

Fuente: (Rangel, 2011)



**Figura 80.** Cambio de solenoide (OFF)  
Fuente: (Rangel, 2011)



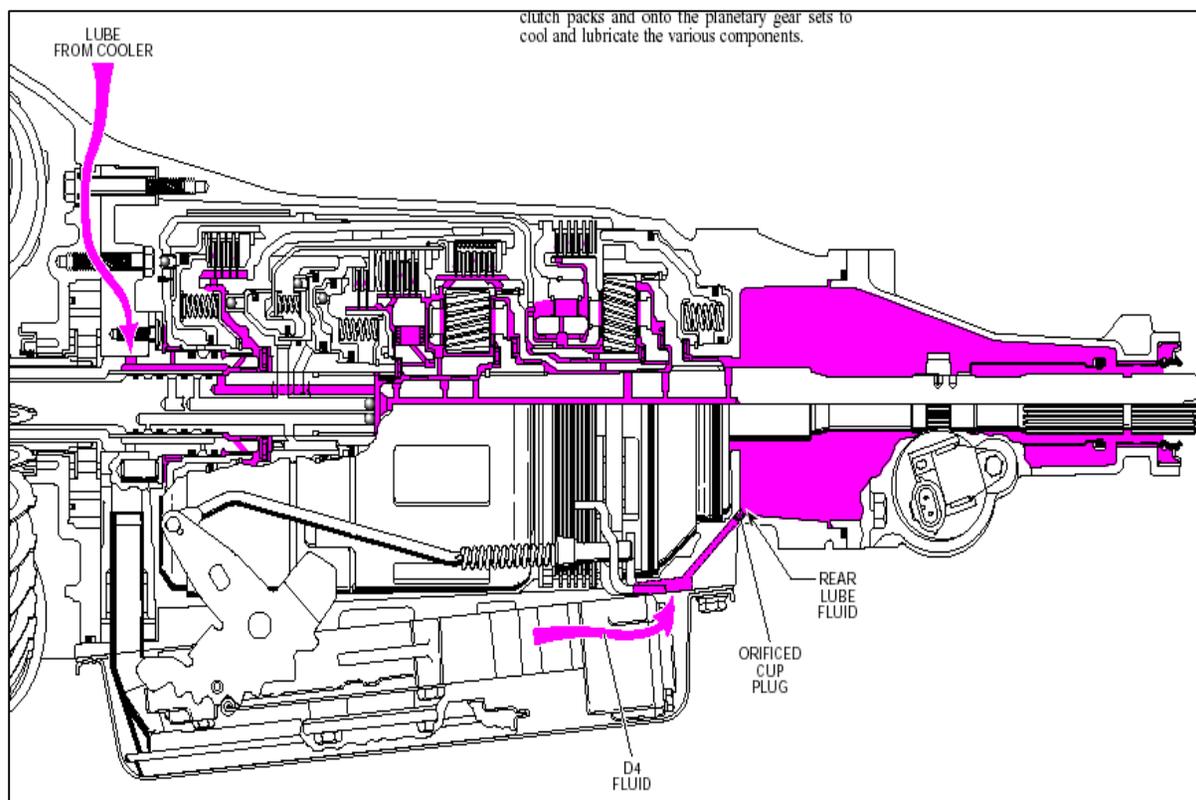
**Figura 81.** Solenoide de control.  
Fuente: (Rangel, 2011)

**Tabla 3.**  
*Resistencia de los componentes.*

Componentes	Pasadores pasantes	Resistencia a 20°C (68°F)	Resistencia a 100°C (212°F)	Resistencia a masa (carcasa)
<b>Válvula solenoide del cambio 1-2</b>	E	19-24 ohm	24-31 ohm	Mayor que 250K ohm
<b>Válvula solenoide del cambio 2-3</b>	B, E	19-24 ohm	24-31 ohm	Mayor que 250K ohm
<b>Válvula solenoide del embrague del convertidor de par (TCC)</b>	T, E	21-26 ohm	26-33 ohm	Mayor que 250K ohm
<b>Válvula solenoide de PWM del TCC</b>	U, E	10- 11 ohm	13-15 ohm	Mayor que 250K ohm
<b>Válvula solenoide del cambio 3-2</b>	S, E	20- 24 ohm	29- 32 ohm	Mayor que 250K ohm
<b>Válvula solenoide de control de presión</b>	C, D	3-5 ohm	4-7 ohm	Mayor que 250K ohm
<b>Sensor de temperatura de líquido de la caja de cambios (TFT)</b>	M, L	3088-3942 ohm	159.3-198.0 ohm	Mayor que 10M ohm
<b>Sensor de velocidad del vehículo</b>	Conect or de VSS A, B	1377-2220 ohms(2WD) 1420 ohms a 25°C (77°F) (AWD/4WD)	1800-3355 ohms (2WD) 2140 ohms a 150°C (302°F) (AWD/4WD)	Mayor que 10M ohms

Nota: la resistencia de este dispositivo depende de la temperatura y, por tanto, variara mucho más que la de cualquier otro dispositivo.

## 2.17. Lubricación



**Figura 82.** Lubricación.

Fuente: (Benítez, 2016)

### 2.17.1. Presión de la Tubería

**Tabla 4.**

*Presión de alimentación (4L60 E)*

Corriente del solenoide de control de presión (amperios)	Presión de alimentación aproximada (PSI)
0.00	169-195
0.10	167-194
0.20	161-190
0.30	155-186
0.40	144-177
0.50	133-167

CONTINÚA 

<b>0.60</b>	120-153
<b>0.70</b>	102-138
<b>0.80</b>	83-119
<b>0.90</b>	62-97
<b>1.00</b>	53-69
<b>1.10</b>	53-68

Fuente: (Benítez, 2016)

## 2.18. Velocidad de Cambio de Marchas

			Ascendente 1-2 a +/- 250 RPM velocidad del eje de salida			Cambio 2-3 a +/-250 RPM de velocidad del eje secundario			Ascendente 3-4 a +/- 250 RPM velocidad del eje de salida			Ascendente 1-2 @ WOT +/- 250 RPM, velocidad del eje de salida		Ascendente 2-3 @ WOT +/- 250 RPM, velocidad del eje de salida		Descendente WOT 3-1 +/- 100 RPM, velocidad del eje de salida		Aplicación MIN TCC @ 12% (RPM)
% de los valores de TPS			12	25	50	12	25	50	12	25	50							
Calibración de la caja de cambios	Carrocería	Eje	—			—			—			—		—		—		—
	4.2L (LL8)																	
A	S/T	3.42	485	670	1340	800	1250	2500	1200	1910	3625	2000	3750	1550	1760			
B	S/T	3.73	485	670	1340	800	1250	2500	1200	1910	3625	2000	3750	1550	1760			
C	S/T	4.10	485	670	1340	800	1250	2500	1200	1910	3625	2000	3750	1550	1760			
5.3L (LM4)																		
D	S/T	3.42/3.73	430	650	1100	815	1080	1800	1200	1640	2700	1830	3190	1360	1200			

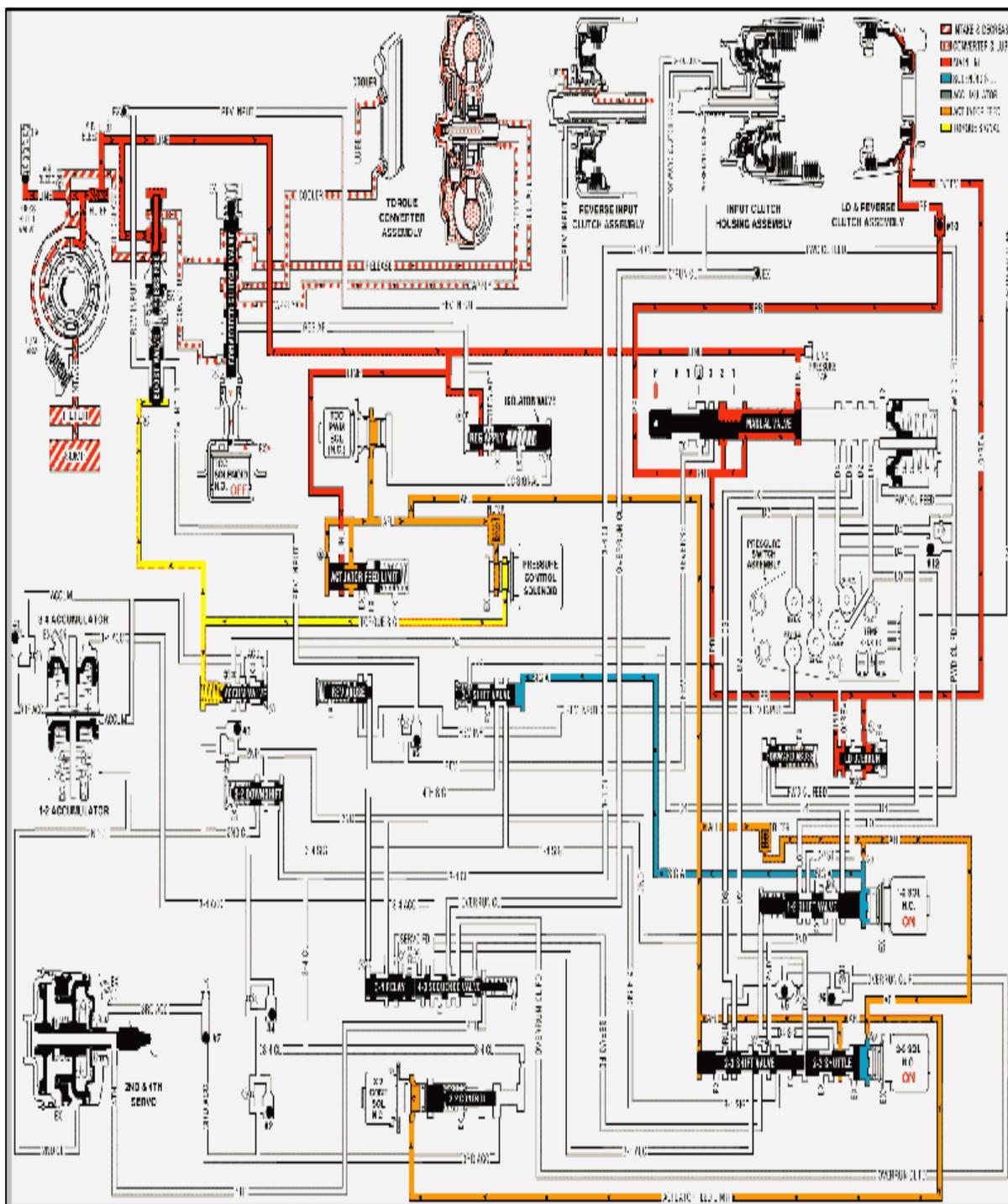
**Figura 83.** Velocidad de cambio.

Fuente: (Villafuerte, 2016)

## 2.19. Sistemas de las Válvulas

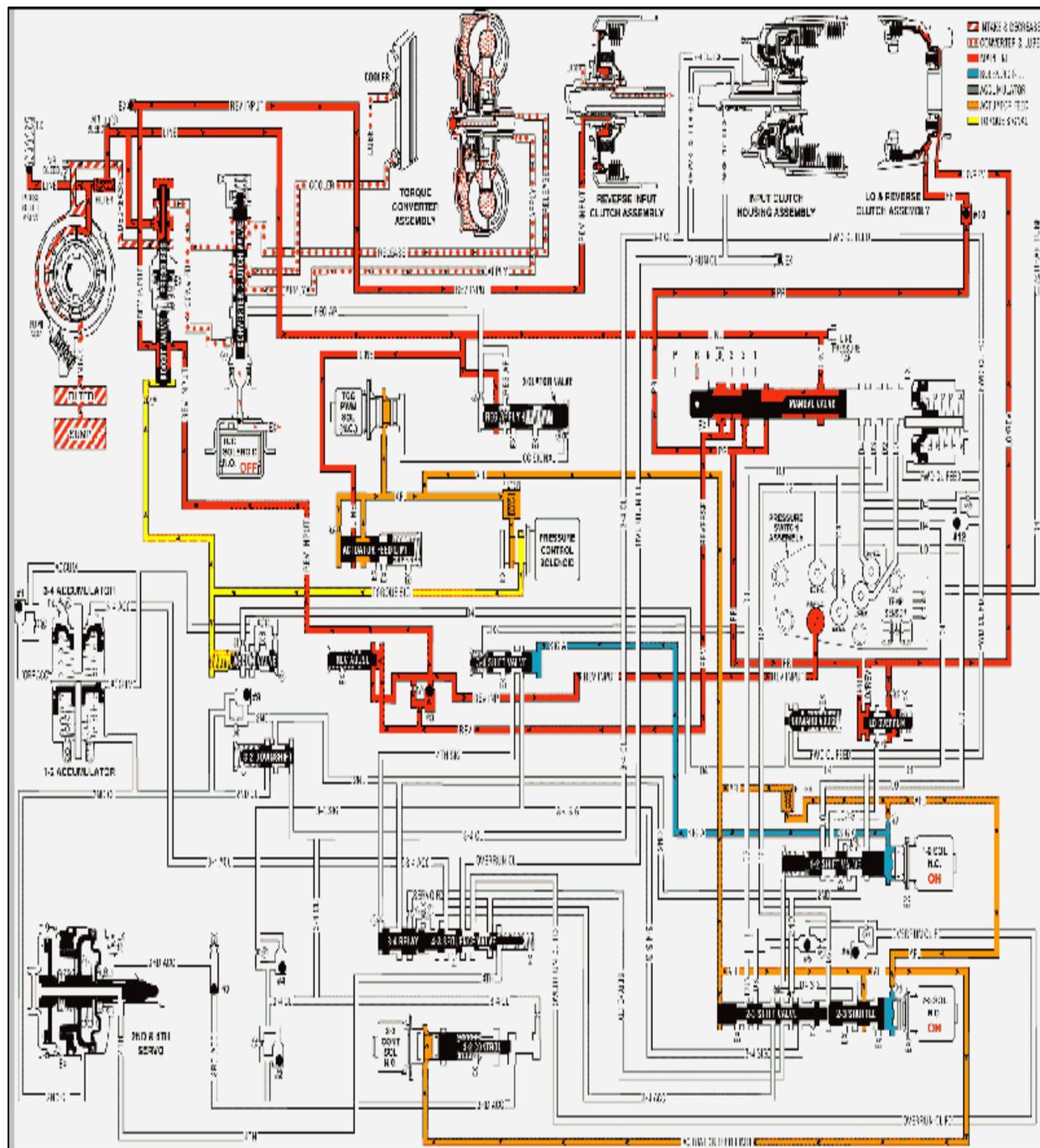
A continuación, se muestra una los diagramas hidráulicos del sistema de válvulas para el funcionamiento en cada una de las marchas:

**Diagrama 5.**  
Park o parqueo.



Fuente: (Andes, 2015)

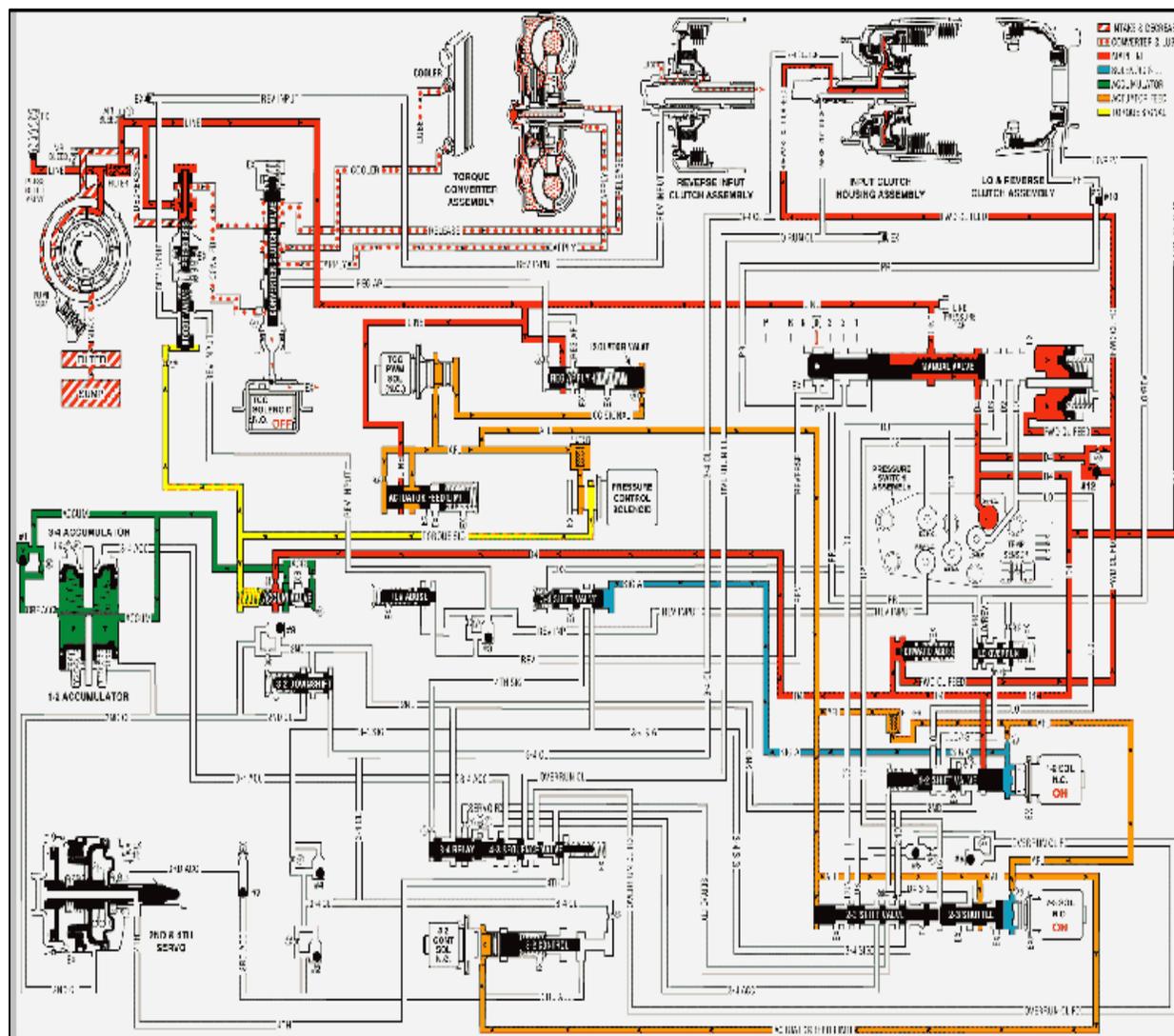
Diagrama 6.  
Reversa



Fuente: (Andes, 2015)

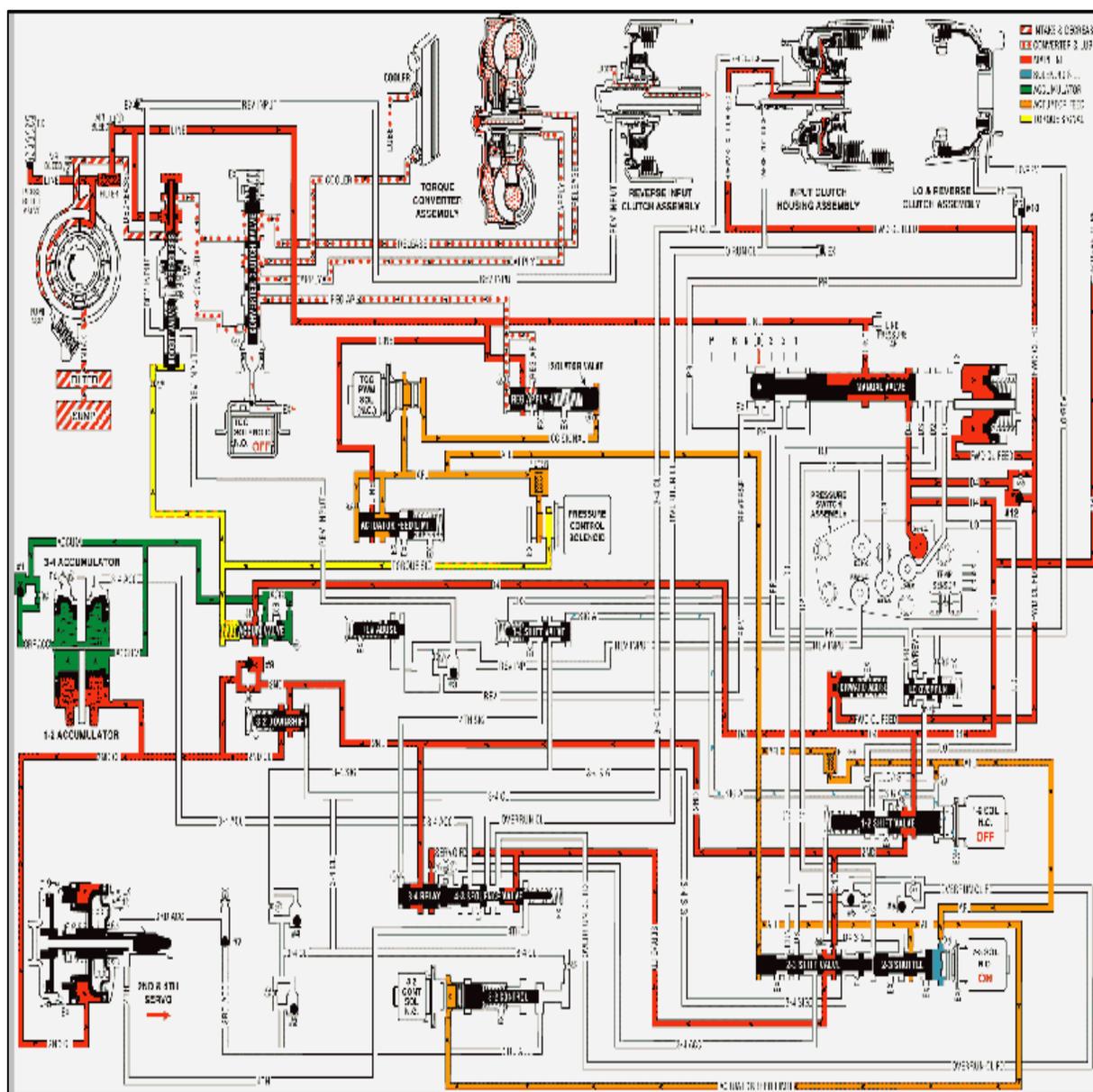


**Diagrama 8.**  
Primera en sobre marcha



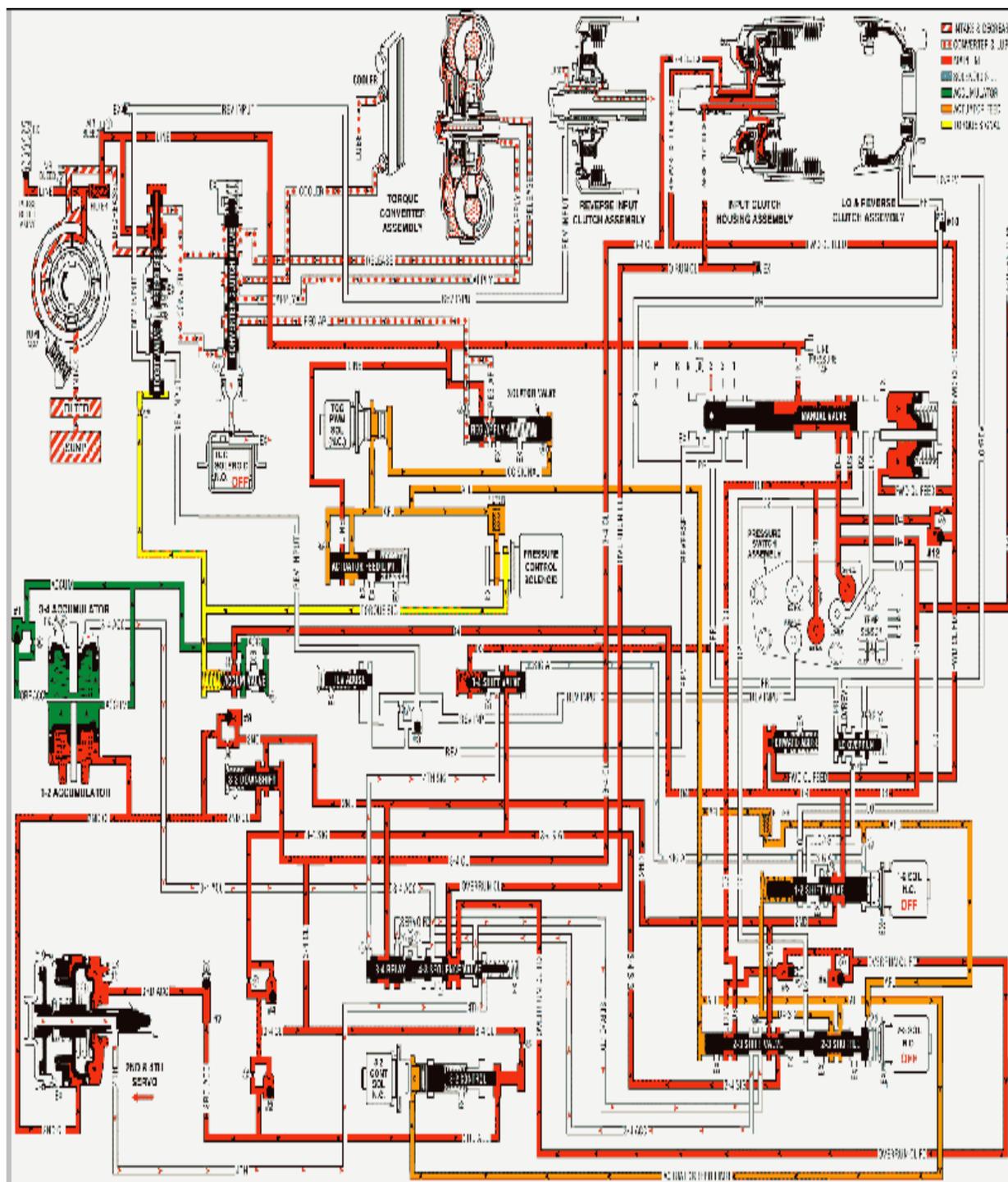
Fuente: (Andes, 2015)

**Diagrama 9.**  
Segunda en sobre marcha



Fuente: (Andes, 2015)

Diagrama 10.  
Primera manual



Fuente: (Andes, 2015)



### CAPÍTULO III

#### DESARROLLO DEL TEMA

##### 3.1.Reparación de la transmisión automática TH-350

Introducción. - un detalle importante para desarrollar el mantenimiento correctivo de esta y cualquier otra transmisión, es el uso del manual que nos provee el fabricante, brindando así una guía fundamental en la que trata los métodos, datos técnicos, advertencias y recomendaciones claras para un mantenimiento eficaz y confiable.

##### 3.2.Desarrollo de desmontaje y despiece.

- i. Limpiar adecuadamente el exterior de la carcasa de la transmisión, como se muestra en la figura 84.



*Figura 84.* Caja de transmisión.

- ii. Instalar la transmisión de forma que la campana quede con la cara hacia arriba, como se indica en la figura 85.



*Figura 85.* Montaje de la caja.

- iii. Drenar el fluido de la transmisión, como se observa en la figura 86, haciendo girar la caja en un recipiente.



*Figura 86.* Drenaje del fluido.

- iv. Se removió el cárter de la transmisión utilizando una pistola de impacto, como se indica en la figura 87.



*Figura 87.* Retiro de cárter

- v. Se retiró el empaque del cárter, a su vez se extrajo el filtro de aceite, como se observa en la figura 88, y el sello del filtro, adecuadamente para no dañarlo.



*Figura 88.* Filtro de aceite.

- vi. Se procedió a remover el cuerpo de válvulas para saber el estado en el que se encontraba, de esta forma se revisó la placa para un mantenimiento adecuado, como se observa en la figura 89. Como dato importante se debe señalar la ubicación de las esferas, para su debido mantenimiento.



*Figura 89.* Placa del cuerpo de válvulas.

- vii. Se retiró el perno de la tapa y la clavija del pistón para retirar el acumulador de 3 y 4 velocidad, como se muestra en la figura 90.



*Figura 90.* Muelle del acumulador.

**viii.** Se removió el tornillo de sujeción del sensor de velocidad, como se muestra en la figura 91.



*Figura 91.* Sensor de velocidad.

Se desmonto lo siguiente:

- Tornillo de fijación del sensor
- Sensor de velocidad de la transmisión
- Seguro del sensor
- Sello. Como se indica en la figura 92.



**Figura 92.** Seguro del sensor.

- ix.** Volteamos la transmisión para desmontar el servo de 2-4, como se indica en la figura 93, de esta manera observamos los sellos tipo “D” si están en buen estado, ahí podemos ver el pistón de la cuarta velocidad, sacamos todo el conjunto donde está el pistón de control de la segunda velocidad y eje de ensamble del conjunto del servo.



**Figura 93.** Servo 2-4

Despiece del conjunto de servo:

- Aro de sujeción de la tapa del servo
- Tapa del servo 2-4
- Pistón de accionamiento
- Resorte de recuperación del servo. Como se muestra en la figura 94.



*Figura 94.* Desmontaje de 2-4.

- x. Se removió el enganche la palanca selectora, como se observa en la figura 95, donde encontramos anclada a la válvula manual, se sacó para no causar ningún daño.



*Figura 95.* Palanca selectora.

Parte del conjunto de estacionamiento:

- Tuerca hexagonal.
- Palanca de detención interna.
- Soporte de enclavamiento de estacionamiento.
- Articulación de la válvula manual.
- Resorte de recuperación de la palanca de freno.

- xi. Se removió los tornillos de la bomba de aceite, como se muestra en la figura 96, se instaló el adaptador asegurándonos de que este bien colocado, tomando en cuenta que se debe desconectar los cables.



*Figura 96.* Bomba de aceite.

Despiece de la bomba de aceite

- Retiramos los pernos de la bomba de aceite, como se muestra en la figura 97, de esta forma nos dimos cuenta que tenía un poco de óxido por lo que se procedió a dar un mantenimiento correctivo.
- Para separar de la media luna se observa la posición al momento que se retiró.
- Retiramos el retén para no dañar con el solvente, así damos un mantenimiento correctivo.



*Figura 97.* Despiece de la bomba de aceite.

- xii.** Se remueve el perno de anclaje de la banda de 2-4, después de que se ha soltado extraemos el tambor de mando, como se indica en la figura 98 y el tambor de mando de reversa.



*Figura 98.* Tambor de mando.

- xiii.** Se retiró el tambor de entrada, primero sacamos la arandela de ahí removimos el disco de amortiguamiento cóncavo, una vez quitado el seguro de retención quitamos el conjunto de resorte de retorno, como se indica en la figura 99, removiendo el pistón.



*Figura 99.* Desmontaje del conjunto de resorte.

- xiv.** Se remueve la banda de 2-4, como se observa en la figura 100, y no olvidemos del perno de anclaje de 2-4, para sacarlo solo hay que empujarlo.



**Figura 100.** Banda 2-4

- xv. Se retiró la arandela de soporte de entrada, como se muestra en la figura 101, para poder retirar el eje de salida, hacer esto se necesita de unas pinzas especiales.



**Figura 101.** Eje de salida

- xvi. Se procedio a sacar el primer conjunto planetario, como se indica en la figura 102, notamos que tiene un balero torington nos fijamos en la posicion que sacamos.



**Figura 102.** Conjunto planetario(primero).

- xvii.** Se saca la corona dentada, como se indica en la figura 103, y el conjunto de engranajes.



**Figura 103.** Corona dentada.

- xviii.** Se removió la arandela para poder sacar el conjunto de baja y reversa, como se muestra en la figura 104.



**Figura 104.** Conjunto de baja y reversa.

- xix.** Sacamos el pistón para poder limpiarlo, como se indica en la figura 105, hay que tener cuidado con los anillos y sellos que tiene porque vayan a deformarse con el solvente de utilizemos.



*Figura 105.* Limpieza del pistón.

- xx.** Para poder sacar el eje de directa primera retiramos el gobernador, como se muestra la figura 106.



*Figura 106.* Gobernador.

- xxi.** Procedimos a sacar el eje de directa con el conjunto de reversa, como se indica en la figura 107 y sus discos verificando que estén en buenas condiciones.



*Figura 107.* Conjunto de reversa.

- xxii.** Se removio ya por ultimo el tambor de baja y reversa, como se muestra en la figura 108, para obtener el conjunto de resortes de retorno.



*Figura 108.* Tambor de reversa.

### **3.3.Proceso de Reparación y Armado**

#### **Proceso de limpieza.**

Totalmente desarmado todos los elementos y limpiados todas las partes, perfectamente con solventes, gasolina o tiñer para quitar el óxido, procedimos a secar las partes con aire comprimido.

#### **Desarrollo del montaje y reconstrucción de componentes.**

- i.** El montaje de algunos componentes requiere el uso de lubricante. Es aconsejable el uso de aceite para un adecuado montaje.
- ii.** Verificar la carcasa, como se indica la figura 109, con precaución de algún daño que presente los conductos o agujeros.



*Figura 109.* Carcasa de la caja automática.

- iii. Armamos el conjunto de baja y reversa para su instalación, como se muestra en la figura 110, bajo la recomendación de lubricar algunos componentes, el disco, conjunto de resortes retenedores.



*Figura 110.* Conjunto de reversa y baja.

- iv. Se procedió a instalar en el tambor de baja y reversa en la transmisión, como se indica en la figura 111.



*Figura 111.* Tambor de baja

- v. Se armó el eje propulsor y la corona dentada con los discos para que, entre todo con mayor facilidad, se muestra en la figura 112.



**Figura 140.** Eje propulsor y corona dentada.

- vi.** Instalamos adecuadamente el pistón, como se muestra en la figura 112, verificando con una punta que este bien colocado.



*Figura 112.* Pistón.

- vii.** Colocamos el conjunto de embrague de baja y marcha atrás, como se indica en la figura 113.



*Figura 113.* Conjunto de embragues.

- viii.** Se armó aparte el conjunto de la marcha delantera y directa, figura 114, para luego colocarla en caja.



*Figura 114.* Marcha directa.

- ix. Se instaló el primer conjunto de planetarios, como se muestra en la figura 115.



*Figura 115.* Conjunto de planetarios.

- x. Se instaló en la caja el conjunto armado, figura 116.



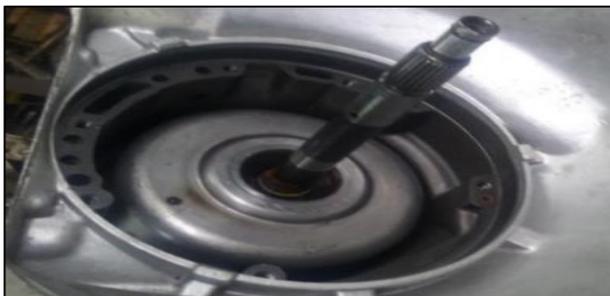
*Figura 116.* Primer conjunto planetarios.

- xi. Se instaló el tambor delantero, figura 117, siguiendo las recomendaciones ya indicadas con los embragues y frenos, y una adecuada lubricación de este conjunto.



*Figura 117.* Tambor delantero.

- xii. Se coloca la banda con el perno de enclavamiento, como se muestra en la figura 118.



*Figura 118.* Banda y perno de enclavamiento.

- xiii. Lubricamos como nos indica el manual. Para asegurarse de que gire libremente el conjunto delantero, como se muestra en la figura 119.



*Figura 119.* Lubricación de los componentes.

- xiv. Empezamos el armado de la bomba de aceite, como se muestra en la figura 120, verificamos la señal que tiene para el montaje de los engranajes ya armado lubricamos.



*Figura 120.* Bomba de aceite.

- xv. Nos certificamos al momento de unir el estator con la bomba, con la guía que tiene de que este bien puesta la bomba, como se muestra en la figura 121.



*Figura 121.* Estator.

- xvi. Unida correctamente ponemos grasa para colocar el sello “O”. Colocamos la bomba de aceite a la junta en la caja figura 122, con los pasadores de alineación para céntrala, ponemos los pernos.



*Figura 122.* Junta de la caja.

- xvii.** Nos dirigimos a montar el cuerpo de válvulas, como se muestra en la figura 123, fuimos colocando con grasa las esferas para que no se caigan al momento de montarlo y también en los sellos del servo.



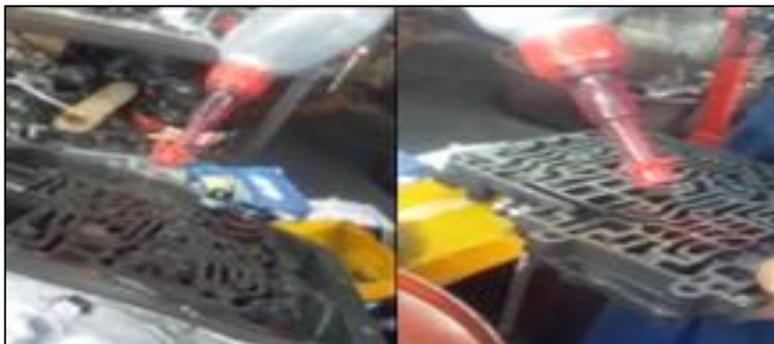
*Figura 123.* Cuerpo de válvulas.

- xviii.** Verificamos que las válvulas trabajen, en la figura 124 vemos que estén accionando adecuadamente.



*Figura 124.* Válvulas en el cuerpo de válvulas.

- xix.** Lubricamos la parte de las válvulas, también la placa y su bloque. Como dato importante nos indicaron que el cuerpo de válvulas tiene que estar bien lubricado para su funcionamiento., como se muestra en la figura 125.



*Figura 125.* Lubricación del cuerpo de válvulas.

- xx. Colocamos el bloque del cuerpo de válvulas, figura 126.



*Figura 126.* Bloque del cuerpo de válvulas.

- xxi. Al momento de montar el bloque nos fijamos que la válvula de mando, como se muestra en la figura 127, se coloque a la palanca selectora, de ahí colocamos los pernos.



*Figura 127.* Válvula de mando- palanca selectora.

- xxii.** Colocamos los cables de la bomba ordenadamente para una conexión adecuada al rombo de presión, como se muestra en la figura 128.



*Figura 128.* Rombo de presión.

- xxiii.** Se colocó el soporte de la válvula de sobre marcha, como se muestra en la figura 129.



*Figura 129.* Válvula de sobre marcha.

- xxiv.** Se colocó el cable de sobre marcha, como se muestra en la figura 130.



*Figura 130.* Cable de sobre marcha.

- xxv. Colocamos el filtro y con mucho cuidado el sello del mismo, como se muestra en la figura 131, de una vez pusimos el empaque del cárter para instalar la tapa.



*Figura 131.* Filtro del cárter.

- xxvi. De esta manera se culminó el montaje de la transmisión, como se ve en la figura 132.

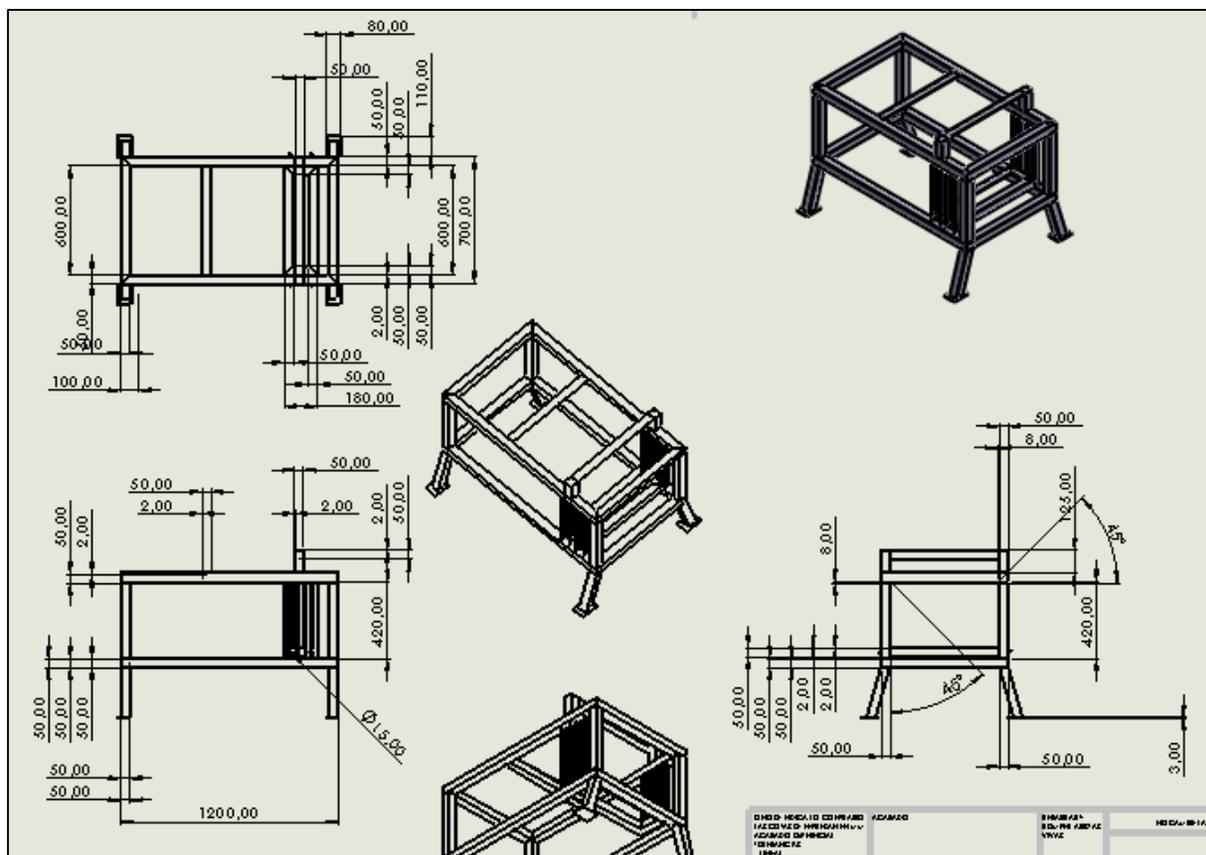


*Figura 132.* Caja automática.

### 3.4. Construcción de la Estructura del Banco de Simulación

- a. La estructura de este proyecto se realizó con la ayuda del programa de diseño Solid Works, como se muestra en la figura 133 ya que es una herramienta útil en la cual se facilitan datos

importantes para cumplir con los parámetros que se necesitan comprender como por ejemplo la resistencia y esfuerzo idónea para la caja de transmisiones automática, el motor eléctrico y componentes electrónicos.



**Figura 133.** Plano en SolidWorks acotado.

- b. Se realizó la estructura en forma de cubo con el fin de que brinde estabilidad tanto a la caja automática como al motor eléctrico, con la ayuda de soportes para la caja, componentes electrónicos, motor y para mayor maniobrabilidad se le adaptó ruedas con freno para que se desplace sin problema alguno, como se puede ver en la figura 134.



*Figura 134.* Construcción de la estructura del banco de simulación.

### 3.5 Adaptación Caja de Cambios – Motor Eléctrico.

- a. Para que el motor le de movimiento y torque que necesita la transmisión automática es necesario primero de realizar cálculos de relación de transmisión para determinar así las poleas a utilizar en este proyecto.

Donde sabemos que:

- $V_c = 7040$  RPM (revoluciones máximas que alcanza la caja de cambios).
- $V_{me} = 3520$  RPM (revoluciones del motor eléctrico).

La relación de transmisión se determina en este caso

$$\frac{V_c}{V_{me}} = \frac{7046}{3520} = 2$$

Dando como relación de transmisión:

1:2

- b. En el convertidor de par se puso una platina que cubra con todo el diámetro para que en la misma se suelde un eje en el cual va la polea de la transmisión automática, como se ve en la figura 135.



**Figura 135.** Platina puesta sobre el convertidor de par.

- c. Para la conexión entre la caja de cambios y el motor eléctrico se utilizó una banda de medida A37, como se ve en la figura 136, si coloco un ángulo de soporte para la parte delantera de la caja y una chumacera para que se sujete el eje del convertidor de par y brinde estabilidad.



**Figura 136.** Poleas y banda caja de cambios- motor eléctrico.

### 3.6 Adaptación Palanca de Cambios

- a. Para la simulación de una palanca de cambios se utilizó, una palanca de fuerza un dado de 16mm el mismo que se perforo para atravesar un perno, rodela y tuercas de seguridad, como se ve en la figura 137.



*Figura 137.* Adaptación palanca de cambios.

- b. En la misma palanca de cambios se adaptó otra palanca para el lado inferior para que de esta forma se vayan activando los fines de carrera con el soporte de una platina en forma de media luna, como se ve en la figura 138.



*Figura 138.* Palanca selectora en fines de carrera.

### 3.7 Implementación Electrónica del Banco de Simulación

#### 3.7.1 Conexión Variador De Frecuencia Con El Motor Eléctrico

- a. Verificamos el voltaje de la fuente donde entran 220 v para la conexión al variador, como se ve en la figura 139.



*Figura 139.* Voltaje en variador de frecuencia.

- b. Para la programación entramos a PRG, como se ve en la figura 140, este es los comandos de las funciones básicas para guardarlas y pueda cumplir con las condiciones que se le programe para la dirección del motor.



*Figura 140.* Programación del variador de frecuencia.

- c. Se realizó una prueba con la conexión del motor y un potenciómetro para variar la velocidad, como se muestra en la figura 141, ya con los comandos guardados.



**Figura 141.** Prueba de la programación del variador de frecuencia.

### 3.7.2 Programación microprocesador

- a. Utilizamos el programa labview para mayor manejo y facilidad donde fuimos colocando variables para cada componente que se desea controlar, como el motor, la temperatura, el potenciómetro que simula el acelerador, entre otras configuraciones, como se muestra en la figura 142.

```

int vel=A0; // variable tipo entera que guarda la lectura analogica de A0 del encoder del motor
int temp=A1; // variable tipo entera que guarda la lectura analogica de A1 del sensor de temperatura del motor
int pot=2; // variable tipo entera que guarda la lectura analogica de A2 del potenciómetro que simula el acelerador
int velocidad; // variable tipo entera que guarda el valor de la velocidad del motor
int temperatura; // variable que guarda el valor de la temperatura en grados centígrados
int potenciómetro; // variable que guarda el valor para la velocidad hacia el motor
int a; //variable auxiliar
int b; //variable auxiliar
int led=13; //variable auxiliar
void setup(){
  Serial.begin(9600); // código para utilizar la comunicación serial
  pinMode(2,OUTPUT); //configuración de entradas y salidas a utilizarse
  pinMode(3,OUTPUT); //
  pinMode(4,OUTPUT); //
  pinMode(5,OUTPUT); //
  pinMode(6,OUTPUT); //
  pinMode(7,OUTPUT); //
  pinMode(8,INPUT); //
  pinMode(9,INPUT); //
  pinMode(10,INPUT); //
  pinMode(11,INPUT); //
  pinMode(12,INPUT); //
  pinMode(led,OUTPUT); //
}

void loop(){
  velocidad=analogRead(vel); // lectura de velocidad del motor
  velocidad=map(velocidad, 0, 1024, 0, 255);
  temperatura=analogRead(temp);
}

```

**Figura 142.** Programación microprocesador.

- b. Obtuvimos el resto de la programación, donde ya ponemos las condiciones a la que se desea controlar los componentes y lo que se desea mostrar en la computadora, como se muestra en la figura 143.

```

if (Serial.available()>0){          // Lectura de datos por medio de la comunicacion serial
  a=Serial.read();

if(a=='1'){digitalWrite(2,LOW); digitalWrite(4,LOW); // condicion de la marcha drive
potenciometro=analogRead(pot);
analogWrite(led,potenciometro/4); //envio de la velocidad hacia el variador de velocidad
}else{digitalWrite(2,HIGH);digitalWrite(4,HIGH);}

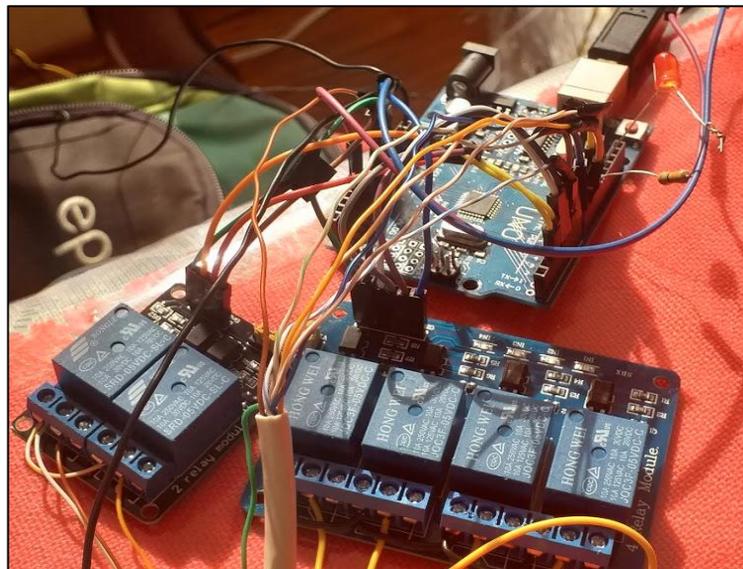
if(a=='2'){digitalWrite(3,LOW);digitalWrite(5,LOW); // codicion de la marcha reversa
}else{digitalWrite(3,HIGH);digitalWrite(5,HIGH);}

if(a=='5'){digitalWrite(6,LOW);}else{digitalWrite(6,HIGH);} //condicion de la marcha neutro
if(a=='6'){digitalWrite(7,LOW);}else{digitalWrite(7,HIGH);} // condicion para el freno
if(a=='7'){ // condicion para la marcha 1 de velocidad baja
if(a=='8'){ // condicion para la marcha 2 de velocidad alta

```

**Figura 143.** Condiciones para microprocesador.

- c. El programa labview en la computadora lo que se va a mostrar al finalizar con la programación, como se muestra en la figura 144.



**Figura 144.** Conexiones en el microprocesador

### 3.7.3 Programación del sensor de temperatura

Para realizar la lectura de la temperatura utilizamos un circuito integrado LM35DZ sensor de temperatura, como se ve en la figura 145, que se programa de acuerdo a la temperatura de transmisión.

```

temperatura=analogRead(A2); // lectura del sensor de temperatura
if(temperatura>30){cl=cl+1;temp=temperatura+temp;
if(cl=10){cl=0;temp=100-(1.5^(temp/10));//Serial.println(temp);
P[0]=temp; //variable para la temperatura
temp=0;}}
P[1]=veocidad;// variable para la velocidad del encoder
Serial.write(P[0]); //escritura de velocidad y temperaruta hacia labview
Serial.write(P[1]);

if (Serial.available(>0){ // Lectura de datos por medio de la comunicacion serial
| a=Serial.read();}

```

*Figura 145.* Programación sensor de temperatura.

### 3.7.4 Programación de simulación para sensor de posición.

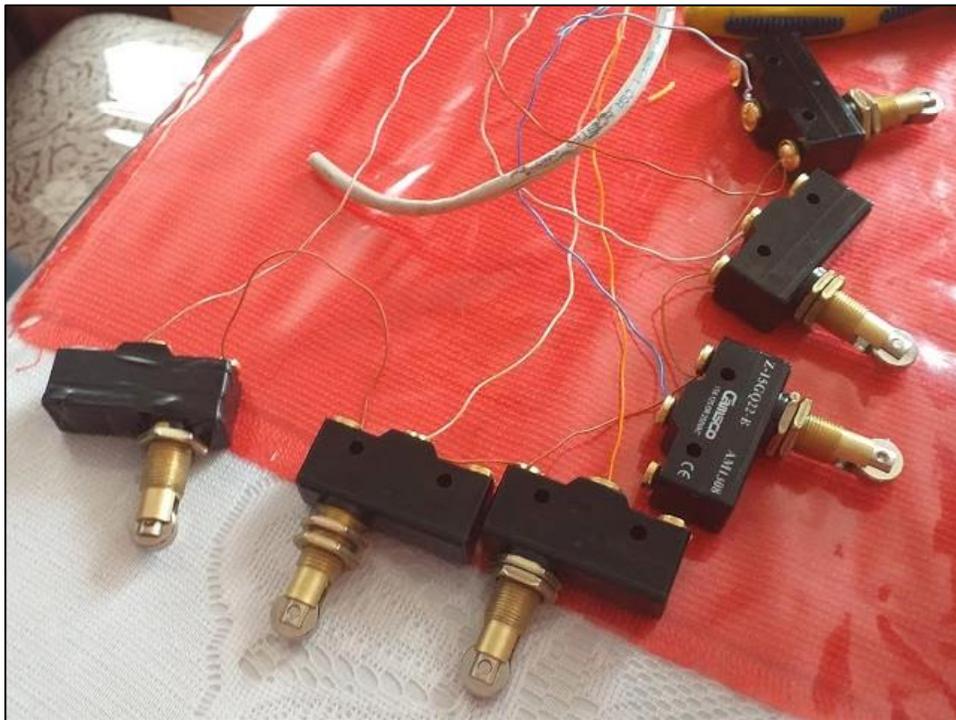
Para cada una de las marchas se utilizó finales de carrera, como se ve en la figura 147, para poder comandar cada una de las marchas se tomó en cuenta las condiciones que debe realizar cada marcha de la transmisión, como se muestra en la figura 146, de esta manera se le programo de la siguiente forma:

```

marcha=digitalRead(6);
if(marcha==LOW){digitalWrite(2,LOW); // condicion de la marcha drive
//potenciometro=analogRead(pot);
//analogWrite(led,potenciometro/4); //envio de la velocidad hacia el variador de velocidad
}else{digitalWrite(2,HIGH);}
marcha=digitalRead(7);
if(marcha==LOW){digitalWrite(3,LOW); // codicion de la marcha reversa
}else{digitalWrite(3,HIGH);}
marcha=digitalRead(8);
if(marcha==LOW){digitalWrite(4,LOW);}else{digitalWrite(4,HIGH);} //condicion de la marcha neutro
marcha=digitalRead(9);
if(marcha==LOW){digitalWrite(5,LOW);}else{digitalWrite(5,HIGH);} // condicion para el freno
marcha=digitalRead(10);
if(marcha==LOW){digitalWrite(led2,HIGH);}else{digitalWrite(led2,LOW);} // condicion para la marcha 1 de velocidad baja
marcha=digitalRead(11);
if(marcha==LOW){digitalWrite(led,HIGH);}else{digitalWrite(led,LOW);} // condicion para la marcha 2 de velocidad alta
}

```

*Figura 146.* Programación fines de carrera.



*Figura 147.* Conexión fines de carrera.

### 3.7.5. Programación pantalla LCD

Para la programación del display, en donde se lo utiliza para obtención del nombre de las marchas dependiendo en qué posición este la palanca, para esto se programó de la siguiente manera, como se muestra en la figura 148:

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8); //rs,e,d4,d5,d6,d7
int vel=A0;
int as=A1;
int temp=A2;
int pot=2;
int velocidad;
int temperatura;
int potenciometro;
int a;
int b;
int c;
int led=13;
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);
  // esto es Marchas
  pinMode(4, INPUT_PULLUP);
  pinMode(3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(2, INPUT_PULLUP);
  //esto es LCD
  pinMode(13, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}
```

*Figura 148.* Programación pantalla LCD.

### 3.7.6. Programación de simulación del acelerador

Para poder simular el acelerador se utilizó un potenciómetro para así poder acelerar o desacelerar el motor se programó de la siguiente manera:

```
//potenciómetro con una velocidad constante el motor a la entrada nunca se
detiene solo se acelera
velocidad=analogRead(vel);
velocidad=map(velocidad, 0, 1024, 0, 155);
velocidad=velocidad+100;
```

*Figura 149.* Programación del simulador del acelerador.

### 3.7.7. Programación del Encoder

Para la programación del encoder que es el encargado de contar los rpm que salen del eje de salida, la rutina para la lectura del encoder es la siguiente:

```
//rutina para encoder lectura de velocidad en rpm
g=digitalRead(5);
if(g==HIGH && y=1){h=h+1;y=-1;}
if(g==LOW && y=-1){h=h+1;y=1;}
if(d>=32000){d=0;
x=h/1;
h=0;
}else{
if(f>=200){f=0;d=d+1;}else{f=f+1;}
}
```

*Figura 150.* Programación del encoder.

El encoder tiene 6 cables:

- Negro: Out A
- Blanco: Out B
- Naranja Out Z
- Café: +V (5VDC, 12-24 VDC +- 5%)
- Azul GND (0V)
- Shield: F, G.

### 3.7.8. Montaje final de la parte electrónica en el banco de simulaciones.

Se implementó una caja de comandos en la estructura para la simulación del funcionamiento de la transmisión donde fuimos colocando cada uno de ellos, ya conectando el motor a un breaker de protección el cual va conectado al variador de frecuencia para su funcionamiento, colocamos el microprocesador el cual comanda a los relés para que active y desactive la orden que se le asignó e igual que el PLC para que pueda leer en qué posición, cada uno de estas entradas de las marchas

son visibles en el display que está en el panel de controles donde tenemos el manómetro que indica la presión de la temperatura, también un potenciómetro que simula al acelerador, en la caja de comandos tenemos un encoder para que lea las RPM de la salida para poder mostrar la curva que se presenta en la computadora con el programa labwiev, donde nos indicará la curva y la temperatura de la transmisión.



*Figura 151.* Montaje de la parte electrónica.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Finalizado este estudio se concluye, especialmente, con el cumplimiento general de los objetivos planteados al inicio de este proyecto de tesis.
- El banco de simulación se construyó con materiales resistentes idóneos para soportar el peso y el funcionamiento del motor eléctrico- transmisión.
- La transmisión automática, por ser accionada por el fluido hidráulico, se lo conoce como un sistema cómodo y confortable al momento de la conducción.
- Se optó como componente propulsor un motor eléctrico implementado en el banco didáctico, por motivos de peso, espacio y especialmente por el impacto ambiental.
- Este proyecto elaborado es de suma importancia para las personas involucradas en la enseñanza/aprendizaje de la Carrera de Mecánica Automotriz, ya que en nuestro medio se ve de una manera ascendente la aceptación de vehículos de transmisión automática.
- Lo más idóneo de entender el funcionamiento del sistema de transmisión automática es poniendo en práctica lo teórico, así alcanzarán a dominar y entender el funcionamiento para lo cual está diseñado este banco didáctico.
- El presente proyecto posee un manual de operaciones, que le otorga al usuario realizar un procedimiento ordenado y sistemático, para el uso apropiado del mismo.

#### 4.2. Recomendaciones

- Aprovechar las ventajas y funciones que nos brinda el simulador y la factibilidad que nos brinda para el estudio de transmisiones automáticas.
- Dar un buen trato al equipo eléctrico en la manipulación ya que cualquier negligencia puede dañar o deteriorar el correcto funcionamiento.
- Efectuar el respectivo mantenimiento preventivo del sistema de lubricación ATF, ya que es uno de los componentes importantes de la transmisión. Sobre todo, usar el adecuado ya que puede perjudicar al rendimiento de la transmisión.
- Leer detenidamente las indicaciones establecidas, para el funcionamiento del banco simulaciones antes de operarlo, y de esta manera evitar danos por manejo inapropiado.
- Al momento de implementar otra transmisión se recomienda que la instalación eléctrica se la realice de manera independiente para el funcionamiento adecuado y no haya interrupción en la señal.
- Transportar el banco de pruebas siguiendo los parámetros de seguridad establecidos, ya que los componentes pueden averiarse e influir en su funcionamiento.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **TCU o TCM.** - Unidad de Control de la Transmisión.
- **EGT.** - Sistema de Transmisión Automática Controlada Electrónicamente.
- **Fluido ATF.** - Fluido de Transmisión Automática.
- **Velocidad crucero.** - Este sistema mantiene una velocidad constante sin necesidad de tocar el acelerador. En el momento en que accionemos el freno, embrague o acelerador, el sistema cancela los automatismos y volvemos a disponer del control del vehículo en su totalidad.
- **Automatización.** - Monitorización y control de una maquinaria mediante el uso de tecnologías punteras a través de sensores, transmisores de campo, sistemas de control, software y recolección de datos.
- **Motriz.** - Rueda que transmite un esfuerzo de tracción al suelo, haciendo la propulsión de un vehículo.
- **Tren de impulsión.** - Es un mecanismo integrado que transmite la potencia desarrollada en el motor al movimiento de las ruedas de un vehículo.
- **Motor sincrónico.** - son máquinas rotativas eléctricas que pueden trabajar como motor y como generador. Cuando es motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica y viceversa cuando es generador.
- **Trinquete.** - pieza que impide algún movimiento de un mecanismo.
- **Presión estática.** - es la presión generada por el fluido estático y depende del peso específico y de la altura del nivel del fluido.

- **Presión dinámica.** - es la presión que se origina como consecuencia de la velocidad a la que circula el fluido.
- **Tren motriz.** - es una de las partes más importantes del automóvil y es el encargado de convertir la energía del combustible en movimientos de los neumáticos para impulsarlos.
- **Aditivos para la transmisión.** - son productos fabricados para proteger la caja de los desgastes propios del engranaje, beneficiando en un accionar más suave y sin ruidos.
- **VSD, VFC o VFD.** - convertidor de frecuencia de corriente alterna, convertidor de velocidad variable, variador de velocidad.
- **Microprocesador.** - es un circuito integrado central más complejo de un sistema informático, se encarga de ejecutar instrucciones programadas en lenguaje básico, realizando operaciones aritméticas y lógicas simples y accesos a memorias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ándes, I. S. (13 de 06 de 2015). SlideShare. Recuperado el 19 de 12 de 2019, de SlideShare: [https://www.slideshare.net/Luis\\_Reveco/caja-4-l60e/3?smtNoRedir=1](https://www.slideshare.net/Luis_Reveco/caja-4-l60e/3?smtNoRedir=1)
- Andrés, D. (30 de 12 de 2016). SCRIB. Recuperado el 07 de 10 de 2019, de SCRIBD: <https://es.scribd.com/presentation/335324986/TRANSMISIONES-AUTOMÁTICAS>
- ARMANDO, L. (14 de 06 de 2016). SLIDESHARE. Recuperado el 16 de 12 de 2019, de SLIDESHARE: <https://de.slideshare.net/armandochoca/convertidor-de-par-63069453>
- ASP.DETRP.Ayachipo Sergio, B. (2015). VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE LOS VEHÍCULOS TÁCTICOS DEL EJÉRCITO. AMBATO: UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE. Recuperado el 14 de 12 de 2019
- Benítez, L. C. (2016). Recuperado el 05 de 11 de 2019, de <https://docplayer.es/26842645-Escuela-superior-politécnica-de-chimborazo-facultad-de-mecánica-escuela-de-ingeniería-automotriz.html>
- Blogger. (22 de mayo de 2012). Recuperado el 25 de 11 de 2019, de Blogger.: <http://ciclo4to.blogspot.com/2012/05/inspección-de-fallas-y-averías-de-tps.html>
- Dany Megaboy. (2014). AFICIONADOS A LA MECÁNICA. Recuperado el 14 de 11 de 2019, de AFICIONADOS A LA MECÁNICA: <http://www.aficionadosalamecánica.net/caja-cambios3.htm>
- Jiménez, S. (2016). Recuperado el 18 de 11 de 2019, de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/607/1/T-UIDE-0557.pdf>
- killers4hire. (s.f.). Obtenido de <http://www.killers4hire.com/files/mazda/mazda3/esicont/es/mission/B01/html/B3E051701030A28.html>
- LUIS, A. /. (14 de junio de 2016). slideshare. Recuperado el 12 de 12 de 2019, de slideshare: <https://www.slideshare.net/armandochoca/sistema-electrónico-63069576>
- Rangel, P. L. (05 de 12 de 2011). BLOGSPOT. Recuperado el 04 de 12 de 2019, de BLOGSPOT: <http://perilr.blogspot.com/>
- Torres, M. (06 de 03 de 2017). SlideShare. Recuperado el 15 de 10 de 2019, de SlideShare: <https://www.slideshare.net/MarceloTorres7/unidad-i-72857130>

VELOCIDADES, C. D. (23 de 10 de 2011). BLOGSPOT. Recuperado el 06 de 12 de 2019, de BLOGSPOT: <https://cajasdevelocidades.blogspot.com/2010/10/caja-develocidades-automática.html>

Villafuerte, L. (24 de febrero de 2016). slideshare. Recuperado el 28 de 10 de 2019, de slideshare: <https://www.slideshare.net/luisen4/217846222-manualdecontrolelectrónicodelatransmisiónautomática>

# ANEXOS



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE **T**ECNOLOGÍAS

## DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por las señoritas **Flores Toaquiza Michelle Andrea** y **Mena Pastrano Nancy Jazmín**.

En la ciudad de Latacunga, a 30 de enero de 2020.

**Aprobado por:**

